

Sobrevivência de bactérias diazotróficas em suporte inoculante alternativo de casca de algodão

Survival of diazotrophic bacteria on alternative inoculant support of cotton husk

Leandro Gonçalves dos Santos^{1*}, Vera Lúcia Divan Baldani², Joilson Silva Ferreira³,
Bismark Lopes Bahia⁴, Marcelo Silva Santana⁵, Leandro Santos Peixoto¹

RESUMO

A inoculação de bactérias fixadoras é um dos grandes exemplos de sucesso do emprego da biotecnologia para aumentar a produtividade nas lavouras, em especial a soja. Entretanto, para que essas bactérias cheguem até o campo e possam ser utilizadas pelos produtores, se faz necessário a utilização de substratos sólidos ou líquidos que mantenham a viabilidade desses organismos. Objetivou-se neste estudo a avaliação da sobrevivência de bactérias diazotróficas em suporte inoculante alternativo obtido a partir da compostagem de resíduos da cultura do algodão e esterco de galinhas poedeiras. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 com três repetições e avaliações no tempo, sendo dois suportes inoculantes (turfa e alternativo) e duas bactérias (*Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae*). O suporte inoculante alternativo apresentou comportamento similar e/ou superior à turfa, em todos os parâmetros avaliados. Nas condições de armazenamento utilizadas, os suportes inoculantes avaliados conseguiram manter a sobrevivência das bactérias na concentração de 10^8 células g⁻¹ por até 30 dias.

Palavras-chave: Promotoras de crescimento vegetal; Inoculação; FBN; Compostagem

ABSTRACT

The inoculation of nitrogen-fixing bacteria is one of the great examples of successful use of biotechnology to increase productivity in crops, especially soybeans. However, in case, in the process of reaching the field and being used by producers, it is necessary to use solid or liquid substrates that maintain the viability of these organisms. The objective of this study was to evaluate the survival of diazotrophic bacteria in alternative inoculant support obtained from the composting of residues of cotton and manure culture of laying hens. The experimental design was completely randomized in a 2x2 factorial scheme with three replications and evaluations in time, being two inoculant supports (peat and alternative) and two bacteria (*Azospirillum brasilense* and *Herbaspirillum seropedicae*). The alternative inoculant support presented similar behavior and/or superior to peat, in all parameters evaluated. Under the storage conditions used, the inoculant supports evaluated were able to maintain the survival of the bacteria at the concentration of 10^8 g⁻¹ cells for up to 30 days.

Keywords: Plant growth promoters; Inoculation; FBN; Compost.

¹Instituto Federal Baiano - Campus Guanambi. *E-mail: leandro.santos@ifbaiano.edu.br

²Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ

³Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista-BA

⁴Eng. Agrônomo, Dr., VJ Fruticultura Limitada, Sítio Barreiras, Igrapiuna-BA

⁵Eng. Agrônomo, Consultor Técnico, Charrua Comercial Agrícola, Formosa-GO

INTRODUÇÃO

A produção de inoculantes no Brasil teve início em 1956, no Rio Grande do Sul. Contudo, a expansão dessa produção se deu na década de 70 com a expansão da cultura da soja na região Sul e no Cerrado (FREIRE et al., 1968). A turfa é o veículo de inoculação mais utilizado pela indústria de inoculantes, sendo este substrato frequentemente importado, devido à sua melhor qualidade e maior disponibilidade em relação à turfa nacional (BUCHER e REIS, 2008).

No mercado nacional, a disponibilidade de inoculantes é bem diversificada, podendo o mesmo ser encontrado na forma líquida, turfosa, géis e liofilizados. Segundo Brockwell (1995), inoculantes à base de turfa esterilizada são preferidos, pois podem apresentar até 100 vezes mais bactérias do que a turfa não esterilizada.

De acordo com a Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes, o mercado de insumos biológicos está em franco crescimento no País e comercializou mais de 70 milhões de doses de inoculantes na safra 2020/21 (ANPII, 2021). A tecnologia de coinoculação de *Azospirillum* com *Bradyrhizobium* desenvolvida pela Embrapa em 2014 foi um dos fatores impulsionadores desse crescimento no mercado de inoculantes, que traz como benefícios aumento do sistema radicular e incremento de produtividade na soja e feijoeiro (HUNGRIA et al., 2013, 2015).

Benefícios como redução do custo de produção e no impacto ambiental, aliados com aumento no rendimento das culturas, são exemplos do que pode ser conseguido com uso da biotecnologia que envolve o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio e promotoras de crescimento vegetal na formulação de inoculantes (BHATTACHARYYA; JHA, 2012; HUNGRIA, 2011; FERREIRA, 2014; SANTOS; SCORIZA; FERREIRA, 2014).

De acordo com Santos (2010), a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, que ocorre naturalmente pela associação de bactérias diazotróficas com alguns vegetais, apresenta-se como uma grande alternativa para reduzir a aplicação de fertilizante nitrogenado ou mesmo a melhoria da absorção deste. Ainda segundo este autor, além da fixação biológica, o efeito promotor de crescimento e os benefícios proporcionados pelas bactérias diazotróficas exercem papel importante na redução de custos e por atenuar as agressões ao meio ambiente.

A FBN é, dentre as formas de suprimento de N, a mais eficiente e sustentável, principalmente quando comparada ao uso fertilizante nitrogenado, que pode representar de 15 a 20% dos custos variáveis da lavoura (DEBRUIN; BUTZEN, 2014). A busca por

substratos e a adição de compostos, como uma nova opção para inoculação de bactérias diazotróficas, são relatadas por diversos trabalhos de pesquisa, dentre eles os citados por Ferreira et al. (2003), Lorda et al. (2007) e Guimarães et al. (2013).

No atual contexto em que se buscam produtos ambientalmente sustentáveis, atóxicos, biodegradáveis e obtidos de fontes renováveis, a indústria de polímeros tem investido na pesquisa com o objetivo de avaliar a eficiência de composições poliméricas possíveis de serem utilizadas como veículo inoculante, como pode ser observado em Junior (2006), Silva et al. (2009) e Silva Junior et al. (2012).

A compostagem é um processo de transformação de resíduos orgânicos em fertilizantes orgânicos humificados (BARBOSA, 2009). Em linhas gerais, consiste no aproveitamento de matérias-primas que contenham um balanço de relação carbono/nitrogênio favorável ao metabolismo dos organismos, que vão efetuar sua biodigestão.

Estudos para verificar a viabilidade de utilização de compostos orgânicos provenientes de resíduos são pouco frequentes, proporcionando uma lacuna a ser pesquisada. Portanto, diante do exposto, objetivou-se neste avaliar a sobrevivência de bactérias diazotróficas em inoculante alternativo de casca de algodão obtido por compostagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi realizado no laboratório de fitopatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus Guanambi (IF BAIANO), município de Guanambi-BA.

O inoculante alternativo foi obtido a partir do processo de compostagem de resíduos de casca de algodão e esterco de galinha poedeira conforme descrito por Santos et al. (2020). Após compostagem o material foi peneirado e passado no moinho de bolas para redução do tamanho de partículas. A granulometria final da turfa e do inoculante alternativo foi de 71% das partículas com tamanho entre 106 e 250 µm.

Caracterização dos suportes inoculantes

Para fins de comparação, a turfa foi utilizada como suporte padrão para realização do teste de desempenho do inoculante alternativo e suas características físico-químicas, teor de nutrientes e metais pesados estão descritas nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1 - Caracterização físico-química da turfa e do suporte inoculante alternativo

SUPORTE	UA %	DU ----- kg m ⁻³ -----	DS	CRA ₁₀ %	pH	CE mS cm ⁻¹
Turfa	1,04	1149,5	1137,6	-	6,22	5,40
Inoculante alternativo	3,36	561,4	542,7	56,0	7,18	10,28

UA= umidade atual a 65°C. DU= densidade úmida. DS= Densidade seca. CRA₁₀= Capacidade de retenção de água a 0,98 kPa. pH= extrato aquoso 1:5. CE= condutividade elétrica em extrato 1:5.

Tabela 2 - Caracterização química da turfa e do suporte inoculante alternativo

SUPORTE	C ----- % -----	N	C/N	NH ₄ ⁺ ----- mg kg ⁻¹ -----	NO ₃ ⁻
Turfa	47,82	1,73	27,64	2713,90	47,20
Inoculante alternativo	30,86	2,94	10,49	460,18	47,20

C= carbono orgânico. N= nitrogênio. NH₄⁺= amônio. NO₃⁻= nitrato

Tabela 3 - Teores de macro e micronutrientes na turfa e no suporte inoculante alternativo

SUPORTE	P	K	Ca	Mg	S
	----- dag kg ⁻¹ -----				
Turfa	0,06	0,29	0,78	0,16	2,14
Inoculante alternativo	1,69	1,41	7,93	0,75	0,94
SUPORTE	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Turfa	28,65	10.891,00	605,50	338,55	20,26
Inoculante alternativo	38,15	10.605,50	606,50	438,30	38,98

Tabela 4 - Teores de metais pesados na turfa e no suporte inoculante alternativo

SUPORTE	Ni	Pb	Cr
	----- mg kg ⁻¹ -----		
Turfa	10,25	4,80	31,45
Inoculante alternativo	44,40	5,80	116,70

Bactérias utilizadas

As estirpes de bactérias utilizadas foram a SP245 (BR11005), pertencente ao gênero *Azospirillum brasilense*, e a ZAE 94 (BR11417), pertencente ao gênero *Herbaspirillum seropedicae*, ambas provenientes da Embrapa Agrobiologia. Essas bactérias foram previamente multiplicadas em tubos de ensaio contendo meio Dygs, com agitação a 100 rpm, a 30°C e por 24 h. Em seguida, essas bactérias crescidas foram riscadas em placas com meio NFb 3x e JNFb (DÖBEREINER et al., 1995) para verificação da pureza. Depois de verificada a pureza, multiplicou-se as estirpes em meio Dygs para, em seguida, serem utilizadas no preparo dos inoculantes.

Sobrevivência das bactérias no inoculante produzido

Para avaliação da sobrevivência das bactérias o suporte inoculante alternativo foi acondicionado em sacos de polipropileno. Em seguida, estes sacos foram vedados em lacradora de embalagens e esterilizados por duas vezes em autoclave a 120°C, por 20 min, mantendo um intervalo de 24 h entre cada esterilização.

Uma suspensão bacteriana contendo $7,5 \times 10^9$ células mL⁻¹ de cada estirpe de bactéria foi inoculada com auxílio de uma seringa esterilizada, nos sacos contendo 35 g de substrato previamente beneficiado (moído, esterilizado e pH ajustado). A esterilização foi realizada em dois momentos, com intervalo de 24h entre uma e outra, em autoclave a 120°C, por 30 minutos. A correção do pH, quando necessária, foi realizada com CaCO₃ de modo a elevar o pH para 6,5. Após a inoculação, os sacos contendo o inoculante foram mantidos a 30°C, por um período de 24 h em câmara B.O.D. e, em seguida, estocado em condições refrigeradas a 7°C para avaliação da viabilidade das células bacterianas. A contagem do número mais provável (NMP) de células contidas nos inoculantes após seu preparo foi de $4,5 \times 10^9$ Ufc g⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições, e esquema fatorial 2x2, sendo dois suportes inoculantes (à base de turfa e de resíduo de algodão) e duas estirpes de bactérias.

A avaliação da sobrevivência das bactérias inoculadas nos suportes estudados foi realizada pelo método do NMP, utilizando a tabela de McCrady (DÖBEREINER et al., 1995).

A cada 15 dias após inoculação, 1 g da amostra do suporte inoculante foi colocado em agitação a 100 rpm, por 20 minutos, em tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina, seguida de diluição seriada até 10⁻⁹, transferindo-se 1 mL da suspensão de cada

diluição para tubos de ensaio contendo 9 mL de solução salina. Para cada uma das diluições, alíquotas de 0,1 mL foram inoculadas em triplicata em frascos de vidro (tipo penicilina) contendo 6 mL de meio semissólido livre de N, sendo o meio JNFb para bactéria *Herbaspirillum seropedicae* e o meio NFb para a bactéria *Azospirillum brasilense*. Estes frascos foram então incubados em câmaras de crescimento a 30°C ±4°C por até sete dias, sendo considerados positivos para contagem aqueles que desenvolveram uma película aerotóxica típica, próxima da superfície do meio.

Análises estatísticas

Todos os dados obtidos para este estudo foram checados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. As análises de variância, teste de médias e análise de regressão para os dados obtidos na etapa de produção e caracterização do suporte inoculante e na etapa de avaliação da sobrevivência de bactérias foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Para comparação de médias das características físico-químicas entre os suportes inoculantes, utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para avaliação da sobrevivência de bactérias nos diferentes suportes inoculantes estudados não demonstrou efeito significativo para o fator bactéria, de forma isolada; contudo, sua interação com o fator tempo de armazenamento demonstrou significância para o inoculante alternativo de resíduos de algodão (tabela 5).

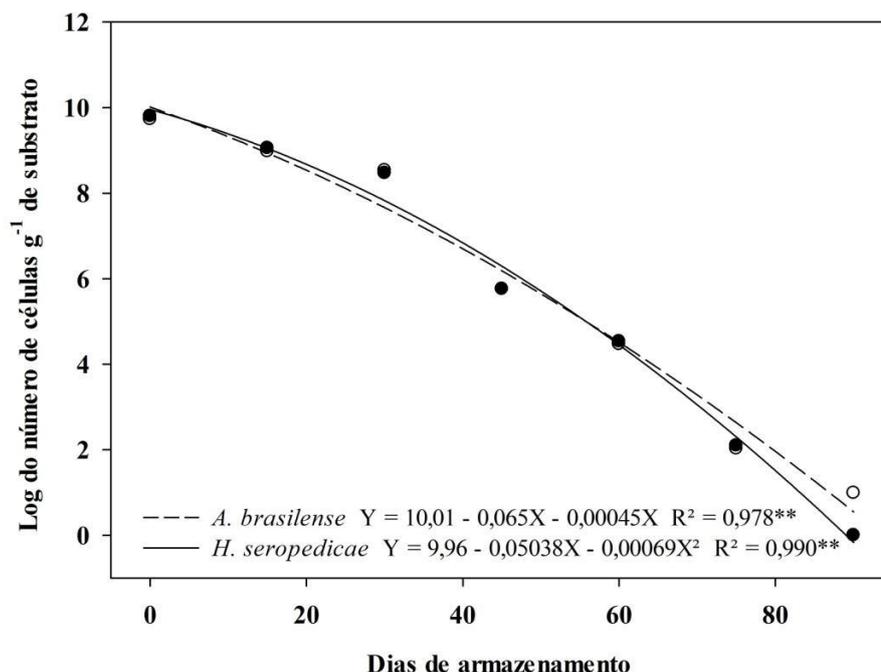
Tabela 5 - Resumo da análise de variância e respectiva significância para contagem de bactérias diazotróficas inoculadas nos diferentes suportes inoculantes avaliados

FV	GL	QM	
		ALT	TUR
Bactéria (B)	1	0,125 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Tempo (T)	6	77,10 ^{**}	80,32 ^{**}
B vs T	6	0,228 ^{**}	0,070 ^{ns}
Resíduo	28	0,063	0,062
Média		5,73	5,69
CV %		4,39	4,37

ALT = suporte inoculante alternativo; TUR = Turfa. ** p<0,01 pelo teste de F. ns= não significativo

De forma geral, o comportamento das bactérias na turfa e no suporte inoculante alternativo foi semelhante e a contagem do número de células bacterianas presentes foi decrescente ao longo dos dias de armazenamento, tanto para *A. brasilense* quanto para *H. seropedicae*, como pode ser observado nas figuras 1 e 2.

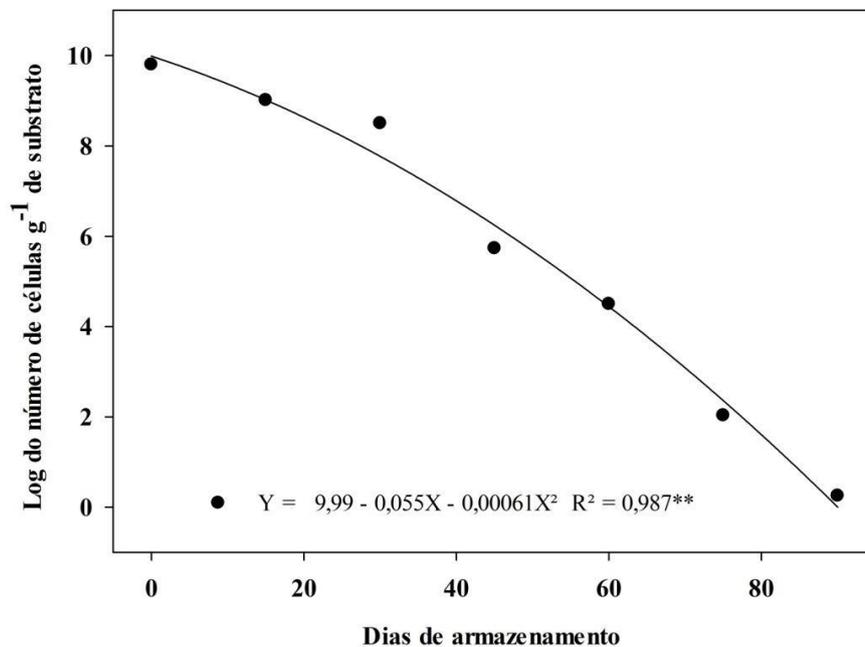
Figura 1 - Sobrevivência das bactérias *Azospirillum brasilense* (sp245) e *Herbaspirillum seropedicae* (ZAE94) no suporte inoculante alternativo. ** = $P < 0,01$



Somente aos 90 dias de armazenamento, houve diferença significativa para a contagem entre as bactérias avaliadas no suporte inoculante alternativo. Entretanto, o número de células viáveis, após os 30 dias apresentaram valores de NMP abaixo de 10^8 células g^{-1} de *A. brasilense* (sp245) e *H. seropedicae* (ZAE94). Esses resultados foram superiores aos de Silva e Reis (2009), que conseguiram manter o número satisfatório (10^8) de células viáveis da estirpe Am15 de *Azospirillum amazonense* apenas por um período de até 15 dias após a inoculação em turfa (SILVA et al., 2009).

Matoso et al. (2016), avaliando a sobrevivência de bactérias diazotróficas em substratos alternativos para cana-de-açúcar, verificaram viabilidade em número satisfatório (10^8) UFC somente até 30 dias após inoculação, e sugeriram que a baixa viabilidade após esse período pode ter sido resultante da presença de microrganismos antagonicos no substrato.

Figura 4 - Sobrevivência das bactérias no inoculante à base de turfa. ** = P<0,01.



Apesar do suporte inoculante alternativo ter apresentado características físico-químicas semelhantes e, em alguns casos, superior ao da turfa utilizada como referência, ele só atendeu à legislação quanto à sobrevivência das bactérias nos primeiros 30 dias de armazenamento. Ferreira et al. (2010), selecionando inoculantes a base de turfa com bactérias diazotróficas, conseguiram manter a sobrevivência em 10^8 células g^{-1} de inoculante por 110 dias de armazenamento.

Guimarães et al. (2013), estudando a viabilidade de inoculante turfoso com bactérias associativas, mostraram que, com a adição de molibdênio ao inoculante, foi possível elevar de 110 para 180 dias a manutenção da viabilidade com 10^8 células g^{-1} de inoculante.

Além das características inerentes a composição do suporte inoculante e das condições de armazenamento, Sadowsky e Grabam, (1998) sugerem que diferenças de sobrevivência entre as estirpes também podem estar relacionadas com variações genéticas.

De acordo com a “INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 13”, de 24 de março de 2011, os inoculantes comerciais que proporcionem a fixação biológica de nitrogênio devem

apresentar no mínimo 10^8 Unidades Formadoras de Colônias por grama (UFC g^{-1}) no momento do uso, e que sua viabilidade seja mantida por um período mínimo de 180 dias (MAPA, 2011).

Embora a legislação brasileira exija a viabilidade de 10^8 células g^{-1} de inoculante por 180 dias de armazenamento, e os estudos demonstrem a capacidade de atender esta exigência para produção de inoculantes para o uso em leguminosas, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas voltadas a produção de inoculantes para uso em gramíneas. Desta maneira, os resultados deste e de novos estudos podem servir de subsídio para reduzir o tempo mínimo de sobrevivência da bactéria diazotrófica no inoculante para gramíneas, já que se trata de gêneros diferentes dos utilizados em leguminosas, como já foi evidenciado por Ferreira et al. (2010), Ferreira et al. (2003) e Guimarães et al. (2013).

Como a turfa é um suporte inoculante já amplamente utilizado e também apresentou resultado insatisfatório quanto ao atendimento da legislação vigente, sugere-se que as condições de armazenamento possam ter influenciado negativamente na sobrevivência das bactérias abaixo do esperado, para ambos inoculantes. Portanto, evidenciou-se a necessidade de avaliar mais detalhadamente os fatores que podem influenciar na viabilidade das bactérias, como a umidade, a temperatura e o tipo de embalagem.

CONCLUSÕES

As características físico-químicas demonstram que o suporte inoculante alternativo apresenta potencial de utilização como veículo inoculante, podendo ser uma alternativa à turfa. Os suportes inoculantes avaliados conseguiram manter a sobrevivência das bactérias na concentração de 10^8 células g^{-1} por até 30 dias. O suporte inoculante alternativo apresentou comportamento similar e/ou superior à turfa, em todos os parâmetros avaliados. Torna-se necessário avaliar condições de armazenamento, como o teor de umidade, a embalagem e temperatura, fatores que têm influência direta na sobrevivência das bactérias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano pelo apoio financeiro para realização do projeto.

REFERÊNCIAS

ANPII, ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES E IMPORTADORES DE INOCULANTES. Brasil tem o primeiro laboratório público de pesquisa acreditado para análise de inoculantes. Disponível em: <<http://www.anpii.org.br/primeiro-laboratorio-publico-embrapa/>> Acesso em: 10 fev 2022.

BARBOSA, C.A. **Manual de adubação orgânica**. Editora Agrojuris: Viçosa, Brasil. 2009.

BHATTACHARYYA, P.N.; JHA, D.K. (2012) Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR): Emergence in Agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, 1327-1350. <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-011-0979-9>

BROCKWELL, J. Manipulation of rhizobia microflora for improving legume productivity and soil fertility: a critical assessment. **Plant and Soil**, v.174, p.143-180, 1995.

BUCHER, C.A.; REIS, V.M. BUCHER, C.A.; REIS, V.M. **Biofertilizante contendo bactérias diazotróficas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 17p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 247).

DEBRUIN, J.; BUTZEN, S. Nitrogen uptake in corn. Johnston, IA [USA]: DuPont Pioneer; 2014. (Crop Insights, 24/4). Disponível em: < <https://goo.gl/28gUxc>>. Acessado em setembro de 2015.

DÖBEREINER, J.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. EmbrapaSPI, Brasília, 1995.60p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** 35(6), 1039-1042, 2011.

FERREIRA, J.S.; BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.D. Seleção de inoculantes à base de turfa contendo bactérias diazotróficas em duas variedades de arroz. **Acta Scientiarum Agronomy** 32(1):179-185, 2010.

FERREIRA, J.S.; SABINO, D.C.C.; GUIMARÃES, S.L.; BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L. D. Seleção de veículos para o preparo de inoculante com bactérias diazotróficas para arroz inundado. **Agronomia** 37(2):06-12, 2003.

FREIRE, J.R.J.; RHOR, T.G.; OLIVEIRA, P.J.; XAVIER, G.R.; RUMJANEK, N.G. Trabalhos em rizobiologia no Rio Grande do Sul. In: Reunião Latino Americana sobre Inoculantes para Leguminosas, 4. **Anais...** Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, p.19-24, 1968.

GUIMARÃES, S.L.; BALDANI, V.L.D.; JACOB-NETO, J. Viabilidade do inoculante turfoso produzido com bactérias associativas e molibdênio. **Revista Ciência Agronômica** 44(1): 10-15, 2013.

- HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Embrapa Soja: 2011. 36p. (Documentos - Embrapa Soja, 325).
- HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAÚJO, R.S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and *Azospirilla*: strategies to improve sustainability. *Biology and Fertility of Soils*, v. 49, p. 791-801, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0771-5>.
- 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, n. 6, p. 811-817, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.66087>.
- JUNIOR, P.I.F. **Composições poliméricas à base de carboximetilcelulose (CMC) e amido como veículos de inoculação de rizóbio em leguminosa.** 2006. 43p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- LORDA, G.; BRECCIA, J.D.; BARBEITO, V.; PAGLIERO, F.; BOERIS, S.; CASTAÑO, C.; PORDOMINGO, A.; ALTOLAGUIRRE, F.; PASTOR, M.D. Peat-based inoculum of *Bradyrhizobium japonicum* and *Sinorhizobium fredii* supplemented with xanthan gum. **World Journal Microbiology Biotechnology** 23:01-05, 2007.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa Nº 13, de 24/03/2011. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-sda-13-de-24-03-2011-inoculantes.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- MATOSO, E.S.; MARCO, E.; TATTO, F.R.; ALVES, G.C.; REIS, V.M.; SILVA, S.D.A. Sobrevivência de bactérias diazotróficas em substratos alternativos para a cana-de-açúcar. **Revista Congrega Urcamp** (CD-Rom), v. 13, p. 508-522, 2016.
- SADOWSKY, M.J.; GRABAM, P.H. Soil biology of the rhizobiaceae. In: SPINIK, H.P.; KONDOROSI, A.; HOOYKAAS, P.J.J. (Ed.). **The Rhizobiaceae: molecular biology of model plant-associated bacteria** Dordrecht: Kluwer, 1998. p.155-172.
- SANTOS, C.L.R. **Efeito da inoculação de bactérias diazotróficas em sorgo granífero, forrageiro e sacarino.** 2010. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Rio de Janeiro.
- SANTOS, L.G.; BALDANI, V.L.D.; FERREIRA, J.S.; BAHIA, B.L.; SOUZA, U.O.; SANTANA, M.S.; SOUZA, V.N.; OLIVEIRA, L.B. Physicochemical characteristics of substrate obtained through composting of residues from cotton and poultry industries. **Braz. J. of Develop**, v.6, p.67188-67204, 2020.
- SANTOS, R.S.; SCORIZA, R.N.; FERREIRA, J.S. Avaliação de inoculante de FMA nativo de solo de diferentes coberturas florestais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.
- SILVA JUNIOR, E.B.; JUNIOR, P.I.F.; OLIVEIRA, P.J.; RUMJANEK, N.G.; BODDEY, R.M.; XAVIER, G.R. Eficiência agronômica de nova formulação de inoculante rizobiano para feijão-caupi. **Pesq. agropec. bras.**, v.47, n.1, p.138-141, 2012.

SILVA, M.F.; OLIVEIRA, P.J.; XAVIER, G.R.; RUMJANEK, N.G.; REIS, V.M. Inoculantes formulados com polímeros e bactérias endofíticas para a cultura da cana-de-açúcar. **Pesq. agropec. bras.**, v.4, n.11, p.1437-1443, 2009.

SILVA, M.F.; REIS, V.M. Produção, caracterização e aplicação de anticorpo policlonal contra *Azospirillum amazonense*, estirpe Am15. **Bragantia**, v.68, n.01, p.01-11, 2009.

Recebido em: 02/03/2022

Aprovado em: 03/04/2022

Publicado em: 06/04/2022