

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO ARROZ: UMA REVISÃO

Gabriel Felipe Vogel*

Lais Martinkoski**

Patrikk Jhon Martins***

Anathan Bichel****

RESUMO: A utilização de bactérias diazotróficas fixadoras de nitrogênio em poáceas, em especial a bactéria *Azospirillum brasilense*, vem se destacando no meio agrícola como uma das alternativas sustentáveis na redução da aplicação de nitrogênio em culturas de lavoura. Deste modo, o presente trabalho tem o objetivo de reunir informações a respeito do desempenho agronômico de *Azospirillum brasilense* na cultura do arroz. Além dos benefícios encontrados relacionados ao aspecto morfológico da planta, tais como: elevação no acúmulo de N na planta e no grão, aumento na área radicular e na altura da planta, contribuição positiva relacionada à massa verde e seca e ao número de panículas, é possível verificar melhorias na produtividade e na substituição parcial do nitrogênio. Tais benefícios podem ser atribuídos ao acúmulo de biomassa nos grãos e à atividade fotossintética, justificada pelo incremento do teor de N foliar, relacionado à simbiose com *A. brasilense* ocorrido na região do sistema radicular.

PALAVRAS-CHAVE: fixação biológica de nitrogênio; bactéria diazotrófica; adubação nitrogenada; *Oryza sativa* L.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF *Azospirillum brasilense* IN RICE CULTURE: A REVIEW

ABSTRACT: The employment of nitrogen-fixing diazotrophic bacteria in grass, espe-

* Departamento de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Laranjeiras do Sul, PR. CEP: 85303-820. *Autor correspondente. E-mail de correspondência: gabrielfelipe02@hotmail.com

** Mestranda em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná – UNICENTRO, Guarapuava, PR.

*** Engenheiro. Agrônomo; Mestre em Produção Vegetal, Docente do curso de Agronomia das Faculdades Campo Real, Guarapuava-PR, Brasil.

**** Acadêmico do curso de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Dois Vizinhos, PR.

cially the bacterium *Azospirillum brasilense*, is becoming highly relevant in agriculture as one of the sustainable alternatives in the decrease of nitrogen application. Information on the agronomic performance of *Azospirillum brasilense* in rice culture is investigated. Benefits related to the morphological aspects of the plant include Nitrogen accumulation in the plant and in the grain, increase in the root area and plant height, positive contribution related to green and dry mass and the number of panicles. Improvement in productivity and partial substitution of nitrogen may be verified. Benefits may be attributed to the accumulation of biomass in grains and to photosynthesis justified by the increase of leaf's Nitrogen rate related to the symbiosis with *A. brasilense* in the root system area.

KEY WORDS: Biological Fixing of Nitrogen; Diazotrophic Bacteria; Nitrogenated Manure; *Oryza sativa* L.

INTRODUÇÃO

Dentre as poáceas, a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) se destaca por ser a terceira maior cultura cerealífera do mundo. O Brasil contribui com 11.599,5 mil de toneladas na produção mundial, destacando-se como maior produtor fora do continente asiático. O cultivo da área de arroz foi de aproximadamente 2.426,7 mil hectares, sendo Rio Grande do Sul e Santa Catarina os maiores produtores brasileiros, responsáveis por 75% da produção interna (CONAB, 2012).

Os problemas enfrentados atualmente na agricultura relacionam-se ao avanço desordenado da fronteira agrícola, a utilização inadequada dos sistemas de rotação de culturas e o não reaproveitamento de resíduos de culturas anteriores, além da baixa eficiência de diversos fertilizantes que vem encarecendo o custo da produção (REIS, 2007).

O uso de adubo nitrogenado representa o maior custo entre os fertilizantes, em especial nas gramíneas. Ao longo dos tempos, verifica-se uma intensiva utilização de adubação nitrogenada química, ocasionando vários problemas ambientais como a contaminação das águas e do solo com nitratos (CAMPOS et al., 2003). De acordo com Reis (2007) atualmente vem-se buscando alternativas que auxiliam no aumento da eficiência no uso de insumos, entre elas a fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN), realizada por bactérias diazotróficas, sendo que estas vêm se tornando

uma das alternativas que auxiliam na redução da aplicação de insumos e melhor aproveitamento destes.

O estudo com o uso de bactérias promotoras de crescimento vem sendo utilizado na perspectiva de auxiliar na melhoria do mecanismo da nutrição nitrogenada (BASHAN, 1999). As bactérias diazotróficas endofíticas têm demonstrado grande contribuição para a nutrição da planta, tanto por meio da fixação biológica de nitrogênio atmosférico, como da produção de fito-hormônios que atuam no sistema radicular das plantas, resultando em melhor absorção de minerais e água, conforme tem-se relatado (DOBBELAERE; VANDERLEYDEN; OKON, 2003).

O grupo *Azospirillum* apresenta sete espécies diazotróficas, sendo estas a *Azospirillum brasilense*, *A. lipoferum*, *A. amazonense*, *A. irakense*, *A. balopraeferans*, *A. largimobile* e *A. dobereinera* (REIS JÚNIOR; TEIXEIRA; REIS, 2002). Sua distribuição ecológica pode ser considerada ampla, podendo ser encontrada colonizando raízes de plantas de clima tropical e temperado (PATRIQUIN; DÖBEREINER; JAIN, 1983).

Pesquisas relatam que a espécie *A. brasilense* vem apresentando resultados satisfatórios em agroecossistemas quando associada às plantas da família *Poaceae* (antiga *Gramineae*) como o milho, aveia, trigo e arroz (DÖBEREINER, 1977).

O uso de estirpes da bactéria *Azospirillum* associadas a pequenas doses de nitrogênio tem se mostrado mais eficiente quando comparada a isolados da bactéria sem aplicação de nitrogênio (REIS, 2007). A eficiência encontrada por meio da utilização desta bactéria situa-se entre 60% e 70% (OKON; LABANDERA-GONZALES, 1994). Quanto à produtividade, Kuss (2006) relata que o uso de inoculação contribuiu em um aumento de 12 a 14% em comparação à ausência da bactéria.

Reis (2007) cita que estudos com o uso de *A. brasilense* são vistos em diversas culturas, tais como o milho (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) e ocasionalmente em demais poáceas. Este mesmo autor cita que em relação a espécies forrageiras tropicais, são encontrados estudos referentes à utilização de *A. lipoferum*, *A. amazonense* e *A. brasilense* associadas à *Brachiaria* spp., *Digitaria decumbens* e *Pennisetum purpureum*.

Entretanto, apesar da ampla discussão existente sobre o benefício da utilização de *Azospirillum brasilense*, fica evidente a necessidade de explanar sobre

a contribuição desta bactéria na forma de uma abordagem específica na cultura do arroz. Deste modo, a presente revisão tem por objetivo abordar trabalhos científicos referentes ao uso de *Azospirillum brasilense* na cultura do arroz, bem como seu desempenho agronômico.

De acordo com Kuss (2006), caso a inoculação suprisse apenas 20% do adubo nitrogenado nas áreas de orizícola, a redução dos gastos com ureia seria de R\$ 40,80 ha⁻¹, sendo o seu único gasto apenas do inoculante (R\$ 6,50). Desta forma o lucro líquido seria de R\$ 34,30 ha⁻¹. Baldani et al. (1997) ainda citam que o uso de *Azospirillum brasilense* na cultura do arroz pode reduzir os gastos da produção em cerca de 30%.

Visando ainda aumento na lucratividade, Moura (2011) destacou que o uso de inoculante associado a doses de N apresentou um aumento de R\$ 73,44 por hectare.

2 MORFOLOGIA DA PLANTA

A utilização de estirpes de *Azospirillum brasilense* (Cd) demonstrou grande potencial na fixação biológica em meio de cultura, o que contribui com uma série de fatores, dentre eles a influência da bactéria na germinação da semente (SABINO et al., 2012). Ramamoorthy et al. (2000) e Kannan e Ponmurugan (2010) verificaram que as sementes tratadas com a bactéria diazotrófica apresentaram um aumento na sua germinação, isto é, sobressaindo em comparação à ausência da bactéria. Dados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (2010), onde as bactérias diazotróficas aumentaram a velocidade de germinação.

Além destas influências, Moura (2011) verificou que a inoculação de 200 mL do produto com estirpes Abv5 e Abv6 de *Azospirillum brasilense* (2×10^8 unidades formadoras de colônias mL⁻¹), associada a doses de N em cobertura (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹), proporcionou incremento no número de perfilhos em aproximadamente 11% comparado ao tratamento sem inoculante.

Em relação ao número de panículas, verificou-se que em tratamentos com uso de *A. brasilense* os resultados foram estatisticamente superiores quando comparados com a ausência do mesmo (MOURA, 2011).

Estes argumentos diferem quando comparados aos testes realizados por Araújo et al. (2010) e Goes (2012), nos quais inoculações não afetaram o número de panículas por m² e o número de grãos por panícula. Esse fator deve-se provavelmente pela disponibilidade de N da fixação biológica realizado pela bactéria e pela produção das auxinas, responsáveis pela promoção do crescimento vegetal, que em pequenas quantidades auxiliam na produção de novos colmos e panículas (MOURA, 2011).

Pazos e Hernandez (2001) analisaram que o uso de cepas nativas de *A. brasilense* influenciaram em todos os tratamentos associados com a cultura do arroz, se comparado a testemunha sem inoculante. Valazco e Castro (1999) observaram nos experimentos realizados em casas de vegetação, que o uso de *A. brasilense* apresentou um aumento na altura das plantas até a fase de formação da panícula. Esse fator deve-se à produção de hormônios promotores de crescimento vegetal e a excreção de nitrato por estes microrganismos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Didonet, Martin-Didonet e Gomes (2003), que avaliaram os efeitos de *A. brasilense* em áreas de arroz de terras altas, relatando aumento no comprimento da parte aérea.

Entretanto, Moura (2011), Kuss (2006) e Kuss et al. (2007a) Kuss et al. (2007b) relatam que o uso de *A. brasilense* não apresenta resultados significativos na altura das plantas de arroz. Goes (2012) encontrou os melhores resultados em torno de 108,6 cm de altura (25 kg de N ha⁻¹ em cobertura ausente da bactéria) e 108,8 cm de altura (75 kg de N ha⁻¹ em cobertura inoculada), porém, ainda não diferindo estatisticamente.

No que se diz respeito à influência da bactéria sobre a massa verde e seca da parte aérea da planta, Curá et al. (2005) analisaram efeitos positivos aos 20 dias de tratamento de sementes, destacando um aumento na produção de massa verde e seca de arroz associado à bactéria. Esse aumento também pode ser verificado nos testes realizados em casa de vegetação por Valazco e Castro (1999).

De acordo com Sabino et al. (2012), a inoculação com uso de estirpes da bactéria diazotrófica, associada a 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio, proporcionou os maiores acúmulos de biomassa nas plântulas de arroz.

No entanto, o desempenho da bactéria pode variar. Segundo Kuss (2006),

a massa verde e seca da parte aérea com ausência da bactéria foi de 4,28 e 0,68g, respectivamente, superior se comparado ao inoculado, que foi de 3,19 e 0,54g respectivamente, verificando um baixo desempenho da bactéria.

Levando em consideração o desempenho da bactéria no sistema radicular da planta de arroz, fica evidente como no caso de Didonet et al. (2003), Hungria et al. (2010) e Retharti et al. (2000) um aumento benéfico na massa das raízes primárias e secundárias. Tais fatores podem ser justificados devido à sintetização de hormônios promovido por esse grupo de bactérias (RADWAN; MOHAMED; REIS, 2004). Segundo Kuss et al. (2007b) o uso da bactéria proporcionou um aumento de 25% no comprimento da raiz em comparação ao controle (ausência da bactéria). Esse aumento das raízes pode contribuir em uma maior absorção dos nutrientes segundo este autor.

Analisando o N-foliar presente em plantas inoculadas com a bactéria diazotrófica, Kuss (2006) verificaram um aumento de aproximadamente 24%, no entanto, não diferindo do tratamento sem inoculação. Em outros experimentos, Kuss et al. (2007a) detectou que as maiores concentrações de N-foliar estão presentes quando associadas às maiores doses de N em cobertura.

Goes (2012) relata que não houve efeitos significativos em relação a N-foliar e N-total. Entretanto, analisando o N em grãos, verifica-se que os maiores teores foram encontrados nos tratamentos associados à bactéria diazotrófica.

Em relação à massa de 1000 grãos, Moura (2011) verificou ausência de diferença significativa entre os tratamentos com e sem a bactéria. No entanto, em outros testes foi verificado que a ausência da bactéria tem se mostrado superior se comparado ao tratamento com inoculação, sendo que o aumento da dose de N tende consequentemente a reduzir linearmente a massa de 1000 grãos. Esse fator se contribui devido ao aumento da área vegetativa, reduzindo a massa dos grãos (GOES, 2012).

3 PRODUTIVIDADE

No que diz respeito à produtividade, o uso de bactéria se mostrou promissor. Apesar de não diferir estatisticamente, o tratamento A. *brasilense* + 0 kg N ha⁻¹ com produtividade de 5140 kg se destacou por apresentar uma redução de 100% na

adubação nitrogenada de cobertura, se comparado ao tratamento sem *A. brasilense* + 120 kg N ha⁻¹, com produtividade de 4390 kg (KUSS, 2006). Essas informações se destacam juntamente com dados obtidos de El-Khawas e Adachi (1999), onde verificou em experimento realizado em casa de vegetação um aumento de 32 a 81% na produção de grãos.

Outros dados foram encontrados com o uso do inoculante, apresentando uma produtividade de 3157 kg ha⁻¹, maior em comparação ao tratamento com ausência da bactéria (3004 kg ha⁻¹), não diferindo estatisticamente. No entanto, o uso da bactéria apresentou resultados positivos (MOURA, 2011). Deste modo, observa-se que o uso do inoculante associado à adubação contribui em relação ao desenvolvimento e produção de grãos (GUIMARÃES et al. 2010).

Entretanto, em outros testes o uso da bactéria apresentou dados variados, sendo que Goes (2012) verificou uma produtividade de 3501 kg ha⁻¹ com ausência de inoculação, maior se comparado ao tratamento inoculado (3170 kg ha⁻¹). Fato semelhante aos tratamentos a campo realizados por Araújo et al. (2010), onde foi diagnosticada uma produtividade média de 3536,8 kg ha⁻¹, inferior em relação a testemunha nitrogenada (média de 4430,7 kg ha⁻¹). Esse efeito demonstra que nem sempre o uso de inoculante apresenta um aumento na produção de grãos (PEREIRA et al., 1988).

Tais variações podem ser justificadas, pois o uso da inoculação pode sofrer influências devido à variabilidade genética, estágio fenológico, características do solo, atuação de outros componentes microbióticos, competitividade, entre outros fatores (STURZ; NOWAK, 2000). Desta forma, verifica-se a necessidade de estudos associados às variáveis citadas, buscando uma padronização do uso desta bactéria relacionada à cultura enfocada.

Em resumo, a contribuição do uso de *Azospirillum brasilense* na cultura do arroz pode ser descrita na Tabela 1, adaptada de Araújo et al. (2010).

Tabela 1. Desempenho agrônômico do uso de *A. brasiliense* em várias condições experimentais (continua)

Condições Experimentais	Efeitos Observados	Referência
Campo	Não apresentou efeito no crescimento e na produtividade de grãos.	Pereira et al. (1988)

(conclusão)

Campo e em casa de Vegetação	Aumento no vigor, produção da biomassa e na produção de grãos.	Pradhan e Mohan (1998)
Casa de vegetação	Aumento na altura de plantas em fase inicial de panículas, elevação da biomassa, parte aérea e produção de grãos.	Valazco e Castro (1999)
Casa de vegetação por 28 dias	Aumento na biomassa das raízes e da parte aérea da planta	Rethati et al. (2000)
Condições gnotobióticas em solução de Hongland, por 15 dias	Inibição no crescimento de plantas, diminuído sua altura	Bacilio-Jiménez et al. (2001)
Condições gnotobióticas, por oito semanas	Aumento na área da raiz	Mehnaz et al. (2001)
Casa de vegetação e Campo	Aumento na atividade nitrogenase (ARA) nas raízes das plantas	Das e Saha (2003)

Fonte: Adaptado de Araújo et al. (2010)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que o uso de *Azospirillum brasilense* associado à cultura do arroz apresenta resultados promissores em relação ao meio de produção sustentável, destacando uma contribuição em relação ao aspecto morfológico da planta e no aumento da produtividade de grãos. No entanto, são necessários estudos detalhados relacionados aos mecanismos que resultam em melhorias na produtividade final, dentre eles o papel da inoculação no acúmulo de biomassa por meio da translocação de nitrogênio para os grãos e sistema radicular, além da quantidade ou dosagem de bactérias para que seja eficiente no sucesso desta.

Porém, certifica-se uma contribuição da bactéria relacionada na eficiência de germinação das sementes, aumento no acúmulo de N na planta e no grão, elevação da área radicular e na altura da planta, contribuição positiva na massa verde-seca, bem como no número de panículas, além de uma substituição parcial da adubação nitrogenada exigida.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO et al. Germinação e Vigor de Sementes de Arroz Inoculadas com Bactérias Diazostróficas. **Ciências agrotécnica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 932-939, 2010.

BACILIO-JIMÉNEZ, M.; AGUILAR-FLORES, S.; DEL VALLE, M. V.; PEÉREZ, A.; ZEPE-DA, A.; ZENTENO, E. Endophytic bacteria in rice seeds inhibit early colonization of roots by *Azospirillum brasilense*. **Soil Biology e Biochemistry**, v. 33, n. 2 p. 167-172, 2001.

BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, R. S.; DOBEREINER, J.; Recent advances in BNF with non legumes plants. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 29, n. 5, p. 922-928, 1997

BASHAN, Y. Interactions of *Azospirillum spp.* in soils: a review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 29, n.3, p. 246-256, 1999.

CAMPOS, D. B.; RESENDE, A. S.; ALVEZ, B. J.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio para a cultura de arroz sob inundação. **Agronomia**, v. 37, n.2, p. 41-46, 2003.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos: safra 2011/2012 – Décimo primeiro levantamento - agosto/2012**. Brasília: CONAB, 2012. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_12_06_09_10_01_boletim_portugues_dezembro_2012.pdf. Acesso em: 28 janeiro de 2013.

CURÁ, J. A.; RIBAUDO, C. M.; GAETANO, A. M.; GHIGLIONE, H. O. Utilidad de las bacterias promotoras del crecimiento y fijadoras de nitrógeno en el cultivo del arroz durante las primeras etapas de desarrollo. **Revista Foro Latinoamericano Arrozero**, v. 21, p. 10–13, mar. 2005.

DAS, A. C.; SAHA, D. Influence of diazotrophic inoculations on nitrogen nutrition of rice. **Australian Journal of Soil Research**, v. 41, n. 8, p. 1543-1554, 2003.

DIDONET, A. D.; Martin-Didonet, C. C. G.; GOMES, G. F. **Avaliação de Linhagens de Arroz de Terras Altas Inoculadas com *Azospirillum lipoferum* Sp59b e A.**

brasilense Sp245. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 69).

DÖBEREINER, J. Fixação de nitrogênio em gramíneas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 1, n. 1, p. 01-54, 1977.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 22, n. 2, p. 107-149, 2003.

EL-KHAWAS, H.; ADACHI, K. Identification and quantification of auxins in culture media of *Azospirillum* and *Klebsiella* and their effect on rice roots. **Biology and Fertility of soils**, v. 28, n. 4, p. 377-381, 1999.

GOES, R. J. **Inoculação de Sementes com *Azospirillum brasilense* e Doses de N Mineral em Arroz de Terras Altas Irrigado por Aspersão**. 30f. Relatório (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

GUIMARÃES, S. L.; CAMPOS, D. T. S.; BALDANI, V. L. D.; JACOB-NETO, J. Bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada em cultivares de arroz. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 32-39, 2010.

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, p. 413-425, 2010.

KANNAN, T.; PONMURUGAN, P. Response of Paddy (*Oryza sativa* L.) Varieties to *Azospirillum brasilense* Inoculation. **Journal of Phytology**, v. 2, n. 6, p. 8-13, 2010.

KUSS, A. V. **Fixação de nitrogênio por bactérias diazotróficas em cultivares de arroz irrigado**. 2006. 109f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2006.

KUSS, A. V. et al. Inoculação de Bactérias Diazotróficas e Desenvolvimento de Plântulas de Arroz Irrigado em Solução Nutritiva e Câmara de Crescimento. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, p. 23-33. 2007a.

KUSS, A. V. et al. Fixação de nitrogênio e produção de ácido indolacético in vitro por bactérias diazotróficas endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1459-1465. 2007b.

MEHNAZ, S.; MIRZA, M. S.; HAURAT, J.; BALLY, R.; NORMAND, P.; BANO, A.; MALIK, K. A. Isolation and 16S rRNA sequence analysis of the beneficial bacteria from the rhizosphere of rice. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 47, p. 110-117, 2001.

MOURA, R. da S. **Lâminas de água, inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em arroz terras altas**. 2011. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALES, C. A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 26, n. 12, p. 1591-1601, 1994.

PATRIQUIN, D. G.; DÖBEREINER, J.; JAIN, D. K. Sites and processes of association between diazotrophs and grasses. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 29, n. 8, p. 900-915. 1983.

PAZOS, M.; HERNÁNDEZ, A. Evaluación de cepas nativas del género *Azospirillum* y su interacción con el cultivo del arroz. **Cultivos Tropicales**, v. 22, n. 4, p. 25-28, 2001.

PEREIRA, J. A. R.; CAVALCANTE, V. A.; BALDANI, J. I.; DOBEREINER, J. Field Inoculation of sorghum and rice with *Azospirillum* spp. and *Herbaspirillum seropedicae*. **Plant and Soil**, v. 110, n. 2, p. 269-274, 1988.

PRADHAN, S.; MOHAN, J. Response of cereals to *Azospirillum brasilense*. **Indian Journal of Agricultural Science**, New Delhi, v. 68, n. 10, p. 701-703, 1998.

RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.987-994, 2004.

RAMAMOORTHY, K.; NATARAJAN, N.; KILLIKULAM, T. N. A. U.; VALLANAD, P. O. Seed

biofortification with *Azospirillum* spp. for improvement of seedling vigour and productivity in rice (*Oryza sativa* L.). **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, p. 809-815, 2000.

REIS, V. M. **Uso de bactérias fixadoras de nitrogênio como inoculante para aplicação em gramíneas**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2007. 22p. (Documentos, 232).

REIS JÚNIOR, F. B. dos; TEIXEIRA, K. R. dos S.; REIS, V. M. **Fixação Biológica de nitrogênio associada a pastagens de braquiária e outras gramíneas forrageiras**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 27 p. (Documentos, 52).

RETHATI, B.; DALLMANN, K.; SIMON, I. K.; BALINT, A. Characterization of hungarian rice cultivars in nitrogen fixing associations with bacteria. **Cereal research communications**, v. 28, p. 9-16, 2000

SABINO, D. C. C.; FERREIRA, J. S.; GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, V. L. D. Bactérias diazotróficas como promotoras do desenvolvimento inicial de plântulas de arroz. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, p. 2337-2345, 2012.

STURZ, A. V.; NOWAK, J. Endophytic communities of rhizobacteria and the strategies required to create yield enhancing associations with crops. **Applied Soil Ecology**, v.15, n. 2, p. 183-190, 2000.

VALAZCO, A.; CASTRO, R. Estudio de la inoculación de *Azospirillum brasilense* en el cultivo del arroz (variedad A82) en condiciones de macetas. **Cultivos Tropicales**, v. 20, n. 1, p. 5-9, 1999.

Recebido em: 02 fevereiro de 2013

Aceito em: 08 abril de 2013