



# Crescimento inicial de plantas de arroz inoculadas com *Azospirillum spp.*

*Initial growth of rice plants inoculated with Azospirillum spp.*

Salomão Lima Guimarães<sup>[a]</sup>, Edna Maria Bonfim-Silva<sup>[b]</sup>, Anely Castilho Polizel<sup>[c]</sup>, Julio Cezar Fornazier Moreira<sup>[d]</sup>, Diogo Rezende<sup>[e]</sup>

<sup>[a]</sup> Licenciado em Ciências Agrícolas, doutor em Fitotecnia, professor adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis, MT - Brasil, e-mail: salomao.guimaraes@pq.cnpq.br

<sup>[b]</sup> Zootecnista, doutora em Solos e Nutrição de Plantas, professora adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis, MT - Brasil, e-mail: embonfim@pq.cnpq.br

<sup>[c]</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Bioquímica, professora adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis, MT - Brasil, e-mail: anely@ufmt.br

<sup>[d]</sup> Graduando do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis, MT - Brasil, e-mail: julio.fornazier@gmail.com

<sup>[e]</sup> Graduando do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Rondonópolis, MT - Brasil, e-mail: diogodr8@hotmail.com

## Resumo

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo natural, no qual algumas espécies de microrganismos procariotos convertem o N<sub>2</sub> atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas. Na agricultura, a seleção de bactérias com alto potencial para a FBN tem contribuído para a diminuição dos custos de produção, por meio da utilização em menor escala de fertilizantes nitrogenados, além de propiciar melhorias na qualidade ambiental. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum spp.* no acúmulo de biomassa em arroz de terras altas, cultivado sob condições gnotobióticas. Foram utilizadas três cultivares de arroz: Jatobá, Monarca e Sertaneja, indicadas para o plantio em terras altas. O experimento foi conduzido em tubos de ensaio contendo solução de Hoagland, sob delineamento inteiramente casualizado, com quatorze isolados de *Azospirillum spp.*, além da testemunha sem inoculação e quatro repetições. Os resultados mostraram que houve resposta positiva à inoculação, principalmente nas cultivares Monarca e Jatobá, as quais apresentaram aumentos expressivos na massa fresca das plantas de até 33% na cultivar Monarca, com as estirpes AZ2 e AZ4, e acima de 100% para a cultivar Jatobá nos tratamentos com as estirpes AZ12 e AZ13. Essas cultivares também apresentaram diferenças no comprimento radicular, destacando as estirpes AZ6 e AZ8 que proporcionaram aumentos de 15% na cultivar Jatobá e de 24% na cultivar Monarca.

Dessa forma, os estudos devem ser intensificados, com a perspectiva de produção de um inoculante biológico, eficaz na redução de fertilizantes nitrogenados aplicados na cultura do arroz.

**Palavras-chave:** Bactérias diazotróficas. Inoculante biológico. *Oryza sativa*.

## Abstract

*The biological nitrogen fixation (BNF) is a natural process in which some species of prokaryotic microorganisms convert atmospheric N<sub>2</sub> in forms assimilable by plants. In agriculture, the selection of bacteria with high potential for BNF have contributed to the decrease of production costs by using smaller scale nitrogenous fertilizer, as well as providing improvements of environmental quality. The purpose of this study was to evaluate the effect of Azospirillum spp. inoculation on the accumulation of biomass in upland rice cultivated under gnotobiotics conditions. Three rice cultivars were used: Jatobá, Monarca and Sertaneja. The experiment was conducted in test tubes containing Hoagland solution, under a randomized design, with fourteen isolates of Azospirillum spp., and the control without inoculation and four replications. The results presented positive response to inoculation, mainly in the Jatoba and Monarca cultivars, which showed significant increases in plant fresh weight up to 33% in the Monarca cultivar, with the strains AZ2 and AZ4, and above 100% for the Jatoba cultivar in treatments with strains AZ12 and AZ13. These cultivars also presented differences of root length, highlighting the strains AZ6 and AZ8 which represents an increase of 15% of the Jatoba cultivar and 24% of the Monarca cultivar. Studies should be intensified with the prospect of producing a biological inoculant, effective in reducing nitrogen fertilizer applied in rice crop.*

**Keywords:** Diazotrophic bacteria. Biological inoculant. *Oryza sativa*.

## Introdução

O crescimento da população mundial tem gerado grande demanda para a produção de alimentos, na qual o arroz apresenta posição de destaque, por estar presente na mesa de milhares de pessoas. No Brasil, o arroz é um cereal que faz parte da dieta básica das famílias, além de ser fonte de renda para os produtores, principalmente no Cerrado, onde a contribuição na produção desse grão gira em torno de 30% (OLIVEIRA et al., 2002).

De acordo com Terres et al. (2004), a ampla adaptabilidade do arroz, aliada à sua habilidade de ser cultivado nas mais diversas regiões e ao contínuo esforço da pesquisa em todo o mundo, assegura que o seu grão permaneça sendo o mais importante produto de consumo pelo homem. Nesse sentido, pesquisadores da área de melhoramento genético de plantas têm desenvolvido cultivares de arroz com alto rendimento, o que resulta não apenas em aumento substancial na produção de grãos, mas também na quantidade de nitrogênio aplicado.

Na agricultura moderna, os fertilizantes nitrogenados são responsáveis pelo uso de aproximadamente um terço de toda a energia consumida, gerando custos cada vez mais elevados para os agricultores (GLIESSMAN, 2000), o que faz com que a necessidade de adubação nitrogenada sem perdas para o ambiente, o custo elevado de produção baseado em fertilizantes químicos e os custos de aplicação de nitrogênio sejam fatores que justifiquem a condução de pesquisas com o objetivo de utilizar bactérias capazes de fixar nitrogênio, reduzindo assim as perdas e aumentando a produtividade de forma sustentável (LADHA; REDDY, 2003).

Bactérias diazotróficas endofíticas do gênero *Azospirillum* podem se associar com diversas gramíneas, inclusive o arroz, pois, além de fixarem nitrogênio, podem auxiliar o crescimento radicular, através da produção de fitormônios, e com isso aumentar a densidade e o crescimento de raízes laterais, assim como a sua área superficial, o que contribui para a produção desse cereal (OKON; LABANDERA-GONZALES, 1994; RADWAN; MOHAMED; REIS, 2005).

Nesse trabalho, a hipótese científica testada foi que a seleção de bactérias diazotróficas poderá contribuir para a diminuição na aplicação de fertilizantes nitrogenados aplicados em lavouras de arroz de terras altas, cultivadas no estado de Mato Grosso.

Tendo em vista os aspectos mencionados, objetivou-se avaliar o efeito da inoculação de estirpes de *Azospirillum* spp. no crescimento inicial de arroz de terras altas, cultivado sob condições gnotobióticas.

## Materiais e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de Solos e Produção Vegetal da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis (MT). Foram utilizadas três cultivares de arroz (Jatobá, Monarca e Sertaneja), indicadas para o cultivo em terras altas.

Para o isolamento das bactérias diazotróficas, foram coletadas amostras de raízes e parte aérea das cultivares de arroz, seguindo a metodologia descrita por Döbereiner et al. (1995). De cada cultivar, foram pesados 10 g de raízes e parte aérea (folha e colmo), lavados com água destilada, cortados em pequenos pedaços e, em seguida, macerados em um liquidificador com 90 mL de solução salina. Logo após, foi retirado 1 mL da solução para a realização das diluições seriadas ( $10^{-2}$  a  $10^{-6}$ ) em tubos de ensaio contendo 9 mL de solução salina. Em seguida, uma alíquota de 0,1 mL foi inoculada em frascos com capacidade para 10 mL, contendo 5 mL do meio de cultura NFb (semisseletivo para *Azospirillum* spp.). Os frascos foram incubados a 30 °C por um período de sete dias para o desenvolvimento de uma película em forma de véu ou espessa na subsuperfície do meio, característica dos microrganismos diazotróficos microaerofílicos. O cálculo para a determinação do número de bactérias foi feito utilizando-se a tabela de Mc Crady (DOBEREINER; BALDANI; BALDANI, 1995) para três diluições.

Foram isoladas quatorze estirpes de *Azospirillum* spp., e utilizadas no experimento de inoculação sob condições gnotobióticas. Após esta etapa, as estirpes foram multiplicadas em meio Dygs (composição por litro: 2,0 g de ácido málico; 2,0 g de glicose; 1,5 g de peptona bacteriológica; 2,0 g de extrato de levedura; 0,5 g de  $K_2HPO_4$ ; 0,5 g de  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ; 1,5 g de ácido glutâmico, com pH ajustado para 6,5) por

um período de 24h. Uma alíquota de 1 mL com  $10^8$  células  $mL^{-1}$  foi retirada e inoculada em tubos de ensaio, contendo 15 mL de solução de Hoagland, agarrizada a 6%.

As sementes das cultivares foram descascadas e desinfestadas de acordo com Drechsel e Baldani (2006) e Baldani, Baldani e Döbereiner (2000). Em seguida, colocadas em placas contendo ágar-água a 3%, a uma temperatura de 26 °C até a emergência das plântulas, as quais foram transplantadas para os tubos de ensaio contendo a solução de Hoagland e previamente inoculados.

O experimento foi mantido em câmara de germinação com temperatura ajustada para 30 °C e fotoperíodo de 11 horas.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com três cultivares, 14 isolados de bactérias diazotróficas, além da testemunha sem inoculação, e quatro repetições. Após 25 dias, foi realizada a coleta das plantas, avaliando-se a massa fresca total (raiz e parte aérea) e o comprimento radicular. A análise dos dados obtidos foi feita através do programa estatístico Sisvar. Os efeitos dos tratamentos foram verificados pelo teste F. Para a comparação das médias, utilizou-se o teste Scott-Knott ( $P < 0,05$ ).

## Resultados

As análises dos resultados demonstraram que a inoculação das bactérias diazotróficas sobre o desenvolvimento de arroz em condições gnotobióticas apresentou respostas positivas, apenas nas cultivares Jatobá e Monarca, com incrementos na massa fresca e no comprimento radicular.

Na cultivar Jatobá, entre as estirpes de *Azospirillum* spp. testadas, destacaram-se AZ04, AZ11, AZ12, AZ13 e AZ15, já que apresentaram maior incremento de massa fresca, sendo este superior a 100%, quando comparado com a testemunha sem inoculação. As demais estirpes apresentaram incrementos inferiores a 100%, porém estatisticamente superiores à testemunha (Tabela 1).

Para a cultivar Monarca, incrementos de massa fresca de até 33% foram observados nos tratamentos que continham as estirpes AZ02 e AZ04. Os tratamentos com as estirpes AZ07, AZ11 e AZ15 demonstraram crescimento inferior à testemunha. Já na cultivar Sertaneja, não foram observadas diferenças

significativas, porém, aumentos de 5% nessa variável foram encontrados naqueles tratamentos com as estirpes AZ03, AZ05 e AZ13 (Tabela 1).

**Tabela 1** - Massa fresca (g tubo<sup>-1</sup>) de plantas de arroz de terras altas inoculadas com estirpes de *Azospirillum* spp.

| Tratamentos | Cultivar  |         |         |
|-------------|-----------|---------|---------|
|             | Sertaneja | Monarca | Jatobá  |
| Testemunha  | 0,19 aB   | 0,19 aB | 0,07 aA |
| Az 01       | 0,19 aB   | 0,19 aB | 0,12 bA |
| Az 02       | 0,15 aA   | 0,24 bB | 0,11 bA |
| Az 03       | 0,20 aB   | 0,20 bB | 0,15 cA |
| Az 04       | 0,19 aA   | 0,23 bB | 0,16 cA |
| Az 05       | 0,20 aB   | 0,20 bB | 0,13 bA |
| Az 06       | 0,19 aB   | 0,22 bB | 0,14 bA |
| Az 07       | 0,19 aA   | 0,18 aA | 0,15 cA |
| Az 08       | 0,14 aA   | 0,20 aB | 0,11 bA |
| Az 09       | 0,16 aA   | 0,21 bB | 0,13 bA |
| Az 11       | 0,17 aA   | 0,16 aA | 0,18 cA |
| Az 12       | 0,19 aA   | 0,20 aA | 0,20 cA |
| Az 13       | 0,20 aA   | 0,20 bA | 0,19 cA |
| Az 14       | 0,17 aA   | 0,21 bB | 0,15 cA |
| Az 15       | 0,16 aA   | 0,18 aA | 0,16 cA |

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação à variável comprimento radicular, diferenças significativas foram observadas entre as cultivares e entre tratamentos. Os tratamentos com as estirpes AZ05 e AZ06 proporcionaram incrementos de 14% e 14,8% na cultivar Jatobá, respectivamente. Efeito deletério foi observado para os tratamentos AZ02, AZ03, AZ07, AZ08, AZ09, AZ12 e AZ14, os quais apresentaram valores inferiores à testemunha, cujas plantas não foram inoculadas (Tabela 2).

Quanto às cultivares Monarca e Sertaneja, a estirpe AZ08 contribuiu com até 24,7% no comprimento radicular para a cultivar Monarca, com efeito negativo observado nos tratamentos com AZ13 e AZ14. Todos os tratamentos de inoculação apresentaram valores inferiores à testemunha na cultivar Sertaneja (Tabela 2).

**Tabela 2** - Comprimento radicular (cm) de plantas de arroz de terras altas inoculadas com estirpes de *Azospirillum* spp.

| Tratamento | Cultivar  |           |         |
|------------|-----------|-----------|---------|
|            | Sertaneja | Monarca   | Jatobá  |
| Testemunha | 10,70 bB  | 10,02 aB  | 8,62 aA |
| Az 01      | 9,62 bA   | 10,87 bB  | 9,47 bA |
| Az 02      | 8,87 bA   | 10,87 bB  | 8,02 aA |
| Az 03      | 9,25 bB   | 11,750 bC | 7,67 aA |
| Az 04      | 10,12 bB  | 11,42 bB  | 8,20 aA |
| Az 05      | 7,70 aA   | 10,92 bB  | 9,82 bB |
| Az 06      | 10,32 bA  | 10,75 bA  | 9,92 bA |
| Az 07      | 8,75 bA   | 11,82 bB  | 7,75 aA |
| Az 08      | 9,70 bA   | 12,47 bC  | 8,57 aA |
| Az 09      | 9,72 bB   | 10,42 aB  | 8,10 aA |
| Az 11      | 8,87 bA   | 11,55 bB  | 9,12 bA |
| Az 12      | 8,70 bA   | 11,12 bB  | 8,30 aA |
| Az 13      | 10,17 bA  | 9,75 aA   | 8,82 aA |
| Az 14      | 9,27 bA   | 9,07 aA   | 8,47 aA |
| Az 15      | 6,37 aA   | 10,0 aB   | 9,82 bB |

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Dados da pesquisa.

## Discussão

A fixação biológica de nitrogênio em plantas não leguminosas vem sendo foco de inúmeros estudos, e seus efeitos, quer sejam por meio da disponibilização do nitrogênio ou da promoção do crescimento de plantas através da produção de fito-hormônios, têm apresentado respostas bastante promissoras (BALDANI; BALDANI; DOBEREINER, 2000; GUIMARÃES et al., 2007; GUIMARÃES et al., 2010; FERREIRA; GUIMARÃES; BALDANI, 2011; RADWAN; MOHAMED; REIS, 2004).

Nesse trabalho, os resultados demonstraram que a inoculação das estirpes de *Azospirillum* podem trazer benefícios às plantas de arroz, principalmente nas cultivares Jatobá e Monarca, as quais obtiveram incrementos na massa fresca e no comprimento radicular das plantas.

No estudo conduzido por Guimarães et al. (2007), em experimentos de inoculação com plantas de arroz sob condições gnotobióticas, foram observadas variações no ganho de massa seca entre as estirpes testadas, indicando eficiência variável das estirpes na associação com plantas de arroz. Esses resultados corroboram os encontrados no presente trabalho, uma vez que as estirpes não mantiveram a mesma eficiência para as três cultivares.

Efeitos similares foram observados em estudos de Perin et al. (2003), nos quais plantas de arroz inoculadas com estirpes de *Azospirillum*, crescidas sob condições controladas e em solução nutritiva, não apresentaram resposta significativa à inoculação. Estes autores também observaram que em condições similares, porém na cultura do milho, todas as bactérias inoculadas promoveram aumento de massa radicular em comparação à testemunha não inoculada, aos seis e quatorze dias após a inoculação, com aumentos variando entre 195% e 252%. Já o acúmulo de massa fresca foi de até 38%.

Ainda de acordo com o relato dos autores, o melhor desenvolvimento das plantas de milho comparado às plantas de arroz está relacionado ao fornecimento de metabólitos, que auxiliam na capacidade de fixar biologicamente o  $N_2$  atmosférico e/ou produção de hormônios de crescimento, já que a planta, em ensaios conduzidos em substrato estéril e pobre nutricionalmente, só dispõe das reservas da semente para seu desenvolvimento.

De acordo com Radwan, Mohamed e Reis (2004), estirpes de *Azospirillum* podem produzir diferentes quantidades de compostos indólicos, com destaque para o *Azospirillum brasilense*. Estes compostos têm a capacidade de estimular, por exemplo, o crescimento radicular das plantas. Ainda segundo os autores, outros gêneros também estão relacionados com a produção desses hormônios, como, por exemplo, o *Herbaspirillum seropedicae*.

As respostas à inoculação vão além do acúmulo de biomassa e até mesmo da produção de grãos. Didonet, Martin-Didonet e Gomes (2003) avaliaram dez linhagens de arroz sob inoculação com *Azospirillum* spp. e verificaram que houve aumento no comprimento das raízes em relação

ao tratamento-controle, com melhor desenvolvimento das plantas. Esse fato pode estar relacionado ao aumento do número de pelos radiculares, responsáveis pela absorção de água e nutrientes (PAZOS; HERNÁNDEZ, 2001).

Baldani, Baldani e Dobereiner (2000) também estudaram o efeito da inoculação de bactérias diazotróficas em plantas de arroz, sob condições gnotobióticas. Esses autores utilizaram como tratamentos de inoculação, estirpes pertencentes aos gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia*, e verificaram que os incrementos de massa fresca oriundos dos tratamentos de inoculação foram superiores a 100%, quando comparados à testemunha.

É importante ressaltar que nas condições testadas, não foi possível observar uma estirpe que apresentasse elevada eficiência para as três cultivares, ratificando que a seleção de estirpes com potencial de FBN deve levar em consideração a interação entre a bactéria diazotrófica e a cultivar em estudo (BALDANI; BALDANI; DOBEREINER, 2000; GUIMARÃES; BALDANI; BALDANI, 2003).

Assim, ensaios utilizando diferentes substratos devem ser conduzidos (sob condições de casa de vegetação e campo), de forma a confirmar os efeitos oriundos da inoculação de bactérias diazotróficas em arroz de terras altas, para que se possa selecionar estirpes mais eficientes quanto à FBN e a possível produção de inoculante biológico capaz de suprir, total ou parcialmente, a demanda do arroz por esse nutriente.

## Conclusões

As cultivares Jatobá e Monarca apresentaram resposta positiva à inoculação de *Azospirillum* spp., nas condições testadas, com incrementos de massa fresca e comprimento radicular.

Não houve benefícios da inoculação de *Azospirillum* spp. em plantas de arroz da cultivar Sertaneja.

## Agradecimentos

À Universidade Federal de Mato Grosso, pela oportunidade de realização do trabalho e ao CNPq pelo auxílio financeiro.

## Referências

- BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DOBEREINER, J. Inoculation of rice plants with the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum seropedicae* and *Burkholderia* spp. **Biology and Fertility of Soils**, v. 30, n. 5-6, p. 485-491, 2000. doi:10.1007/s003740050027.
- 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: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado Técnico, 69).
- DOBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não leguminosas**. Brasília: Embrapa-SPI, 1995.
- DRECHSEL, M. M.; BALDANI, V. L. D. **Métodos de desinfestação superficial para obtenção de sementes de milho livres de microrganismos**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 212).
- FERREIRA, J. S.; FERREIRA, J. S.; GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, V. L. D. Produção de grãos de arroz em função da inoculação com *Herbaspirillum seropedicae*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 826-833, 2011.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: ecological process in sustainable agriculture**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2000.
- GUIMARÃES, S. L.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L. D. Efeito da inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas em arroz de sequeiro. **Revista Agronomia**, v. 37, n. 2, p. 25-30, 2003.
- GUIMARÃES, S. L. et al. Adição de molibdênio ao inoculante turfoso com bactérias diazotróficas usado em duas cultivares de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 393-398, 2007. doi:10.1590/S0100-204X2007000300013.
- GUIMARÃES, S. L. et al. Bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada em cultivares de arroz. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 32-39, 2010.
- LADHA, J. K.; REDDY, P. M. Nitrogen fixation in rice systems: state of knowledge and future prospects. **Plant and Soil**, v. 252, n. 1, p. 151-167, 2003. doi:10.1023/A:1024175307238.
- OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C. A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 26, n. 12, p. 1591-1601, 1994. doi:10.1016/0038-0717(94)90311-5.
- OLIVEIRA, A. L. M. et al. The effect of inoculating endophytic N<sub>2</sub>-fixing bacteria on micropropagated sugarcane plants. **Plant and Soil**, v. 242, n. 2, p. 205-215, 2002. doi:10.1023/A:1016249704336.
- 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.
- PERIN, L. et al. Avaliação da capacidade de estabelecimento endofítico de estirpes de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* em milho e arroz. **Revista Agronomia**, v. 37, n. 2, p. 47-53, 2003.
- 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 trigo e arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 987-994, 2004. doi:10.1590/S0100-204X2004001000006.
- RADWAN, T. E. E.; MOHAMED, Z. K.; REIS, V. M. Aeração e adição de sais na produção de ácido indol acético por bactérias diazotróficas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 10, p. 997-1004, 2005. doi:10.1590/S0100-204X2005001000008.
- TERRES, A. L. S. et al. Melhoramento genético e cultivares de arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 161-235.

Recebido: 16/05/2011  
Received: 05/16/2011

Aprovado: 13/08/2013  
Approved: 08/13/2013