

**Respostas de cultivares de arroz a formas de inoculação com *Azospirillum brasilense***

Alexandrius de Moraes Barbosa<sup>1</sup>, Lucas Almeida Pancieiro<sup>1</sup>, Tiago Aranda Catuchi<sup>1</sup>,  
Fábio Fernando Araújo<sup>1</sup>, Carlos Sérgio Tiritan<sup>1</sup>, Marcelo de Almeida Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE), Faculdade de Ciências Agrárias, Departamento de Produção Vegetal, Presidente Prudente, SP. alexandrius@unoeste.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Departamento de Melhoramento e Produção Vegetal, Botucatu, SP.

**Resumo:** A inoculação com o *Azospirillum* é uma prática que pode trazer grandes benefícios à cultura do arroz e de outras gramíneas, com consideráveis aumentos na produtividade e redução no uso de adubos nitrogenados. Porém, para que esta prática seja mais confiável são necessários resultados mais consistentes e estáveis quanto ao uso dessas rizobactérias. Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi avaliar formas de inoculação de bactérias do gênero *Azospirillum* no crescimento de três cultivares de arroz. O experimento foi conduzido em condições de casa-de-vegetação em Presidente Prudente-SP. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 3 x 3, sendo estudadas três cultivares de arroz (BRS Sertaneja; BRS Primavera, e Epagri 106) e três formas de aplicação de inoculante contendo bactérias do gênero *Azospirillum* (aplicação do inoculante nas sementes antes da semeadura; aplicação do inoculante diretamente no sulco após a semeadura, e semeadura das sementes sem aplicação do inoculante, como testemunha). Observou-se efeito de cultivares e formas de aplicação nos atributos altura de plantas e estimativa do teor de clorofila, enquanto a área foliar foi afetada pelas formas de aplicação, e o comprimento radicular pela interação. A cultivar Epagri 106 apresentou mais respostas positivas à inoculação com *Azospirillum brasilense*. O método de aplicação de *Azospirillum brasilense* via sulco de semeadura foi o mais indicado para inoculação em arroz.

**Palavras-chave:** *Oryza sativa*; fixação biológica de nitrogênio; Bactéria diazotrófica.

**Response of rice cultivars to forms of inoculation with *Azospirillum brasilense***

**Abstract:** The experiment was carried out under greenhouse conditions in Presidente Prudente-SP. The experimental design was completely randomizes factorias 3 x 3, three cultivars rice (BRS Sertaneja; BRS Primavera, and Epagri 106) and three forms of inoculant application containing bacteria of *Azospirillum* (application of inoculant on the seeds before sowing; application of inoculant directly into furrow after sowing; and seeds without application of inoculant). It was observed effect of cultivars and forms of application on plant height and estimation of chlorophyll content, while leaf area was affected by the application forms and root length by interaction. The cultivar Epagri 106 presented more positive responses to inoculation with *Azospirillum brasilense*. The method of application of *Azospirillum brasilense* via sowing furrow was the most suitable for inoculation in rice.

**Keywords:** *Oryza sativa*; biological nitrogen fixation; diazotrophic bacteria.

### Introdução

Para que a cultura do arroz consiga ganhos nos rendimentos é necessário o uso de grandes quantidades de adubos nitrogenados, pois o nitrogênio (N) é o nutriente mais acumulado pela cultura em sistema de terras altas, e o segundo mais acumulado no sistema de várzea (FAGERIA et al., 1995). O N como componente da clorofila tem expressiva participação no aumento da área foliar da planta, em consequência maior interceptação da radiação solar, fotossíntese e maior suporte para incrementos na produtividade de grãos (FAGERIA e STONE, 2003).

Praticamente todo o N utilizado pela cultura é incorporado no solo através de fertilizações minerais, utilizando-se de formulações concentradas que variam de 20 a 45% de N em sua composição, elevando o custo de produção da cultura (EMBRAPA, 2013). Nos últimos anos, várias pesquisas vêm sendo realizadas para investigar a eficiência da fixação biológica de nitrogênio realizada por rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (RPCP) em gramíneas tropicais (BALDANI et al., 1997). As RPCP são um grupo de microrganismos benéficos às plantas devido a capacidade de colonizar a superfície das raízes, rizosfera, filosfera e tecidos internos das plantas, podendo estimular o crescimento das plantas principalmente pela capacidade de fixação biológica de nitrogênio, além da atuação na produção de hormônios e solubilização de fosfato (HUNGRIA, 2011).

As RPCP destacam-se na produção de hormônios, que interferem no crescimento das plantas e podem alterar a morfologia das raízes, possibilitando a exploração de maior volume de solo (BASHAN e HOGUIN, 1997; ZAIED et al., 2003). Com relação ao ciclo do N as principais funções dessas bactérias são auxiliar no aumento da assimilação de nitrato disponível no solo (Boddey et al., 1986) e na fixação biológica do N<sub>2</sub> (FBN) (INIGUEZ et al., 2004). A FBN pelas bactérias do gênero *Azospirillum* em associação com gramíneas (DÖBEREINER et al., 1976) pode fornecer o N necessário para o crescimento do arroz.

Okon e Labandera-Gonzalez (1994) observaram respostas positivas na maioria dos trabalhos publicados, com aumento do rendimento de 5 a 30% em diversas culturas inoculadas com bactérias do gênero *Azospirillum*. Guimarães et al. (2010) observaram efeitos positivos no acúmulo de N nas plantas e nos grãos com a inoculação de *Azospirillum brasilense* em duas cultivares de arroz. Já Gitti et al. (2012) não observaram respostas positivas da inoculação na produtividade do arroz. Há consenso de que o genótipo da planta é o fator-chave para obtenção dos benefícios oriundos com a inoculação destas bactérias, aliado à seleção de estirpes eficientes (REIS et al., 2000).

Com base no contexto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar formas de inoculação de bactérias do gênero *Azospirillum* no crescimento de três cultivares de arroz.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de casa-de-vegetação no período de agosto a novembro de 2011. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 3x3, sendo estudados três cultivares de arroz: BRS Sertaneja, BRS Primavera e Epagri 106; e três formas de aplicação de inoculante contendo bactérias do gênero *Azospirillum*: aplicação do inoculante nas sementes antes da semeadura; aplicação do inoculante diretamente no sulco após a semeadura; semeadura das sementes sem aplicação do inoculante (testemunha). A parcela experimental foi constituída de vasos plásticos contendo 12 kg de solo e duas plantas de arroz, para cada tratamento utilizou-se quatro repetições.

O solo utilizado foi coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade. A correção e a adubação química do solo (exceto com nitrogênio) foram realizadas de acordo com as recomendações para a cultura do arroz (EMBRAPA, 2013), efetivado 30 dias antes da semeadura. Antes do plantio foi realizado o teste de germinação das sementes para certificar a qualidade das sementes, e as três cultivares tiveram germinação acima de 90%.

A cultivar BRS Sertaneja é indicada como arroz de terras altas, com ampla adaptação, elevada produtividade. Seu ciclo, da semeadura à completa maturação, é de 110 dias (média). A cultivar BRS Primavera é indicada para plantio em áreas pouco ou moderadamente férteis, devido à sua tendência ao acamamento em condições de alta fertilidade (EMBRAPA, 2014). Já a cultivar Epagri 106 (precoce) é recomendada para arroz de terras baixas, considerada resistente ao acamamento e com perfilhamento médio (EPAGRI, 2014).

Para a aplicação do inoculante nas sementes antes da semeadura utilizou-se um produto comercial contendo as estirpes de *Azospirillum brasilense* (Ab-V6 e Ab-V7) na concentração de  $1,0 \cdot 10^9$  ufc mL<sup>-1</sup>. Foi empregada a dose de 0,5 mL do inoculante para cada 100 gramas de sementes de arroz. Após o tratamento as sementes foram semeadas diretamente nos vasos. Já para aplicação diretamente no sulco, 10 sementes foram introduzidas no sulco, com 2,0 cm de profundidade, feitos em cada vaso e a aplicação do inoculante foi feito em cobertura. Para isto 0,5 ml do inoculante foi diluído em 100 mL de água, aplicando-se 0,1 mL, desta diluição sobre as sementes no sulco. Em seguida também efetuou-se a semeadura dos tratamentos sem a aplicação do inoculante (testemunha).

Em cada vaso foi semeada 10 sementes, e após a germinação foi feito o desbaste deixando duas plantas por vaso. Os tratamentos foram conduzidos com irrigação diária durante 85 dias. Aos 60 dias após a semeadura (DAS) foram realizadas análises da altura das plantas de arroz (cm) e a estimativa do conteúdo de clorofila das folhas de arroz com medidor portátil de clorofila (modelo CCM 200, OptSciences, RU). Ao término do experimento foram realizadas análises das seguintes variáveis: número de perfilhos, área foliar (cm<sup>2</sup>), comprimento das raízes (cm), massa seca da parte aérea (g) e massa seca das raízes (g). Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias de Tukey (p>0,05).

### Resultados e Discussão

As cultivares e os tratamentos proporcionaram efeito significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente, nas variáveis altura e teor de clorofila (Tabela 1). Houve interação significativa no número de perfilhos e no comprimento radicular das plantas de arroz.

**Tabela 1.** Análise de variância para as variáveis analisadas no experimento

Fonte de Variação	Variáveis		Número de perfilhos	Área foliar	Comprimento radicular	M.S. da P.A.	M. S. radicular
	Altura de plantas	Estimativa de clorofila					
Cultivar (C)	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
Formas de aplicação (F)	*	*	ns	**	ns	ns	ns
Blocos	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C*F	ns	ns	**	ns	*	ns	ns
C.V.	19,17	17,57	41,96	46,00	20,30	40,28	40,39

\*Significativo ao nível de 1%; \*\*Significativo ao nível de 5%; <sup>ns</sup>Não significativo  
M.S. da P.A. = matéria seca da parte aérea. M.S. radicular = matéria seca radicular

Na cultivar Epagri 106, a inoculação promoveu maior altura das plantas quando efetuou-se a aplicação da bactéria no sulco (Tabela 2). Esta cultivar também apresentou o menor porte quando não inoculada (Tabela 2). Mas com relação à estimativa do conteúdo de clorofila, a BRS Primavera apresentou o maior índice entre as cultivares avaliadas (Tabela 3). Por outro lado, foi observado redução desse índice na cultivar Epagri 106 com a inoculação de *Azospirillum* nas sementes, em comparação ao tratamento testemunha.

**Tabela 2.** Altura (cm) das plantas de arroz aos 60 DAS em função da aplicação do inoculante e diferentes cultivares de arroz.

Tratamentos	Cultivares			Média
	BRS Primavera	BRS Sertaneja	Epagri 106	
Testemunha	16,93 <sup>ABa</sup>	17,37 <sup>Aa</sup>	11,50 <sup>Bb</sup>	15,27 <sup>a</sup>
Semente	19,12 <sup>Aa</sup>	15,31 <sup>ABa</sup>	12,55 <sup>Bab</sup>	15,66 <sup>a</sup>
Sulco	20,12 <sup>Aa</sup>	17,43 <sup>Aa</sup>	17,68 <sup>Aa</sup>	18,41 <sup>a</sup>
Média	18,72 <sup>A</sup>	16,7 <sup>AB</sup>	13,91 <sup>B</sup>	

Letras minúsculas comparam na coluna, letras maiúsculas comparam na linha. Significativo ao nível de 5%. DAS = dias após a semeadura

**Tabela 3.** Estimativa do teor de clorofila foliar das plantas de arroz em função da aplicação do inoculante e diferentes cultivares de arroz.

Tratamentos	Cultivares			Média
	BRS Primavera	BRS Sertaneja	Epagri 106	
Testemunha	15,91 <sup>Aba</sup>	12,3 <sup>Ba</sup>	16,83 <sup>Aa</sup>	15,01 <sup>a</sup>
Semente	14,16 <sup>Aa</sup>	12,33 <sup>Aa</sup>	10,64 <sup>Ab</sup>	12,38 <sup>b</sup>
Sulco	15,83 <sup>Aa</sup>	10,49 <sup>Ba</sup>	13,50 <sup>ABab</sup>	13,27 <sup>ab</sup>
Média	15,3 <sup>A</sup>	11,71 <sup>B</sup>	13,65 <sup>AB</sup>	

Letras minúsculas comparam na coluna, letras maiúsculas comparam na linha. Significativo ao nível de 5%.

Na cultivar BRS Sertaneja foi observado maior perfilhamento entre as cultivares, como também foi à única que teve redução no perfilhamento quando inoculada (Tabela 4). Na avaliação de área foliar observou-se que a inoculação no sulco proporcionou melhores resultados que os outros tratamentos na média obtida nas três cultivares (Tabela 5). Esta diferença encontrada representa mais de 60% de acréscimo na área foliar das plantas quando comparadas a testemunha. Entretanto, considerando-se a cultivar Epagri 106 este aumento foi significativo e da ordem de 136%.

**Tabela 4.** Número de perfilhos das plantas de arroz em função do tratamento com inoculante e diferentes cultivares de arroz.

Tratamentos	Cultivares			Média
	BRS Primavera	BRS Sertaneja	Epagri 106	
Testemunha	6,25 <sup>Ba</sup>	13,25 <sup>Aa</sup>	4,75 <sup>Ba</sup>	8,08 <sup>a</sup>
Semente	6,00 <sup>Aa</sup>	5,00 <sup>Ab</sup>	6,25 <sup>Aa</sup>	5,75 <sup>a</sup>
Sulco	5,00 <sup>Aa</sup>	8,25 <sup>Aab</sup>	9,50 <sup>Aa</sup>	7,58 <sup>a</sup>
Média	5,75 <sup>A</sup>	8,83 <sup>A</sup>	6,83 <sup>A</sup>	

Letras minúsculas comparam na coluna, letras maiúsculas comparam na linha. Significativo ao nível de 5%.

**Tabela 5.** Área foliar (cm<sup>2</sup>) das plantas de arroz em função da aplicação do inoculante e diferentes cultivares de arroz.

Tratamentos	Cultivares			Média
	BRS Primavera	BRS Sertaneja	Epagri 106	
Testemunha	158,00 <sup>Aa</sup>	210,37 <sup>Aa</sup>	156,00 <sup>Ab</sup>	187,62 <sup>b</sup>
Semente	234,50 <sup>Aa</sup>	127,50 <sup>Aa</sup>	194,50 <sup>Aab</sup>	172,66 <sup>b</sup>
Sulco	288,50 <sup>Aa</sup>	251,25 <sup>Aa</sup>	369,25 <sup>Aa</sup>	303,00 <sup>a</sup>
Média	227,00 <sup>A</sup>	196,37 <sup>A</sup>	239,91 <sup>A</sup>	

Letras minúsculas comparam na coluna, letras maiúsculas comparam na linha. Significativo ao nível de 5%.

No comprimento radicular das plantas de arroz (Tabela 6), a única diferença observada foi no tratamento com inoculante no sulco, na comparação entre as cultivares, em que o maior comprimento das raízes foi observado na cultivar BRS Primavera (45,50 cm). Esse valor foi 12,75 cm maior que o comprimento radicular da cultivar Epagri 106 e 13,50 cm maior que a cultivar BRS Sertaneja. Na avaliação da produção de massa seca verificou-se que a cultivar Epagri 106 foi a única que respondeu a inoculação, quando realizada no sulco (Tabela 7). Isto representa aumento de 113% na produção de biomassa na parte aérea.

**Tabela 6.** Comprimento radicular (cm) das plantas de arroz em função da aplicação do inoculante e diferentes cultivares de arroz.

Tratamentos	Cultivares			Média
	BRS Primavera	BRS Sertaneja	Epagri 106	
Testemunha	32,75 <sup>Aa</sup>	29,75 <sup>Aa</sup>	40,5 <sup>Aa</sup>	34,33 <sup>a</sup>
Semente	38,25 <sup>Aa</sup>	42,25 <sup>Aa</sup>	36,32 <sup>Aa</sup>	38,94 <sup>a</sup>
Sulco	45,50 <sup>Aa</sup>	32,00 <sup>Ba</sup>	32,75 <sup>ABa</sup>	36,75 <sup>a</sup>
Média	38,83 <sup>A</sup>	34,66 <sup>A</sup>	36,52 <sup>A</sup>	

Letras minúsculas comparam na coluna, letras maiúsculas comparam na linha. Significativo ao nível de 5%.

**Tabela 7.** Massa seca (g) da parte aérea das plantas de arroz em função da aplicação do inoculante e diferentes cultivares de arroz.

Tratamentos	Cultivares			Média
	BRS Primavera	BRS Sertaneja	Epagri 106	
Testemunha	1,28 <sup>Ba</sup>	2,72 <sup>Aa</sup>	1,32 <sup>ABb</sup>	1,77 <sup>a</sup>
Semente	1,73 <sup>Aa</sup>	2,5 <sup>Aa</sup>	1,46 <sup>Aab</sup>	1,89 <sup>a</sup>
Sulco	2,2 <sup>Aa</sup>	1,94 <sup>Aa</sup>	2,82 <sup>Aa</sup>	2,32 <sup>a</sup>
Média	1,74 <sup>A</sup>	2,38 <sup>A</sup>	1,87 <sup>A</sup>	

Letras minúsculas comparam na coluna, letras maiúsculas comparam na linha. Significativo ao nível de 5%.

Considerando-se parâmetros importantes de crescimento como altura e produção de biomassa, observou-se resposta da cultivar Epagri 106 em função da inoculação com *Azospirillum*, na forma de aplicação no sulco. A variabilidade de respostas obtidas neste trabalho, com as três cultivares de arroz, confirma o já encontrado em estudos semelhantes em diferentes culturas (Tabela 8).

Apesar desta grande variabilidade de respostas, observa-se tendência de respostas positivas com a inoculação do *Azospirillum*, portanto, o uso das RPCP, em determinadas condições promove o crescimento das plantas. Em outro levantamento bibliográfico, realizado por Okon e Gonzales (1994), foi observado que em 60 a 70% dos experimentos, a produtividade aumentou devido à inoculação, com aumentos significativos na ordem de 5 a 30%.

**Tabela 8.** Resumo bibliográfico do uso das bactérias promotoras do crescimento em plantas (BPCP) no Brasil.

Autores	Cultura	N. G.	E. G.	V. P.	P. E.	Local
Lemos et al., 2013	Trigo	Cinco	Sim	Sim	Vaso	Mar. Cândido Rondon-PR
Bianchet et al., 2013	Arroz	Um	-	Não	Vaso	Lages-SC
Repke et al., 2013	Milho	Um	-	Não	Campo	Botucatu-SP
Dartora et al., 2013	Milho	Um	-	Sim	Campo	Mar. Cândido Rondon-PR
Gitti et al., 2012	Arroz	Um	-	Não	Campo	Selvíria-MS
Godoy et al., 2011	Milho	Um	-	Não	Campo	Campo Mourão-PR
Mendes et al., 2011	Trigo	Um	-	Não	Campo	Guarapuava-PR
Hungria et al., 2010	Milho e Trigo	Dezessete	-	Sim	Campo	Londrina e Ponta Grossa-PR
Fiori et al., 2010	Milho	Um	-	Não	Campo	Araruna-PR
Guimarães et al., 2010	Arroz	Duas	Não	Sim	Vaso	Seropédica-RJ
Sala et al., 2008	Trigo	Dois	Não	Sim	Campo	Campinas-SP
Reis Jr. Et al., 2008	Milho	Dois	Sim	Sim	Vaso	Campinas-SP
Sala et al., 2007	Trigo	Dois	Sim	Sim	Campo	Campinas-SP
Didonet et al., 2003	Arroz	Dez	Sim	Sim e Não	Germiteste	-
Cavallet et al., 2000	Milho	Um	-	Sim	Campo	Toledo-PR

Número de Genótipos (N.G.); Especificidade do genótipo quanto à inoculação (E.G.); Variação significativa na produtividade (V.P.) e tipo da parcela experimental (P.E.)

Os efeitos positivos do uso das RPCP sobre o aumento na produtividade destas culturas já foi relatado por alguns autores, Crozier et al. (1988) observaram que as RPCP aumentam a produção de reguladores vegetais, como o ácido 3-indolacético, e também, já foi

observado o aumento de citocininas (CACCIARI et al., 1989) e giberilinas (BOTTINI et al., 1989). As RPCP podem ainda auxiliar na solubilização do fosfato, no controle biológico e atuar como antagonistas às espécies patogênicas (MOREIRA et al., 2010, HUNGRIA, 2011; JAMES e BALDANI, 2012).

Vários fatores podem contribuir para a inconsistência dos resultados quanto à inoculação com *Azospirillum*, dentre eles, a estirpe utilizada (BÁRBARO et al., 2007; HUNGRIA, 2011), metodologia de condução da pesquisa, condições edafoclimáticas (BÁRBARO et al., 2007; FIORI et al., 2010) e especificidade do genótipo (REIS et al., 2000; INIGUEZ et al., 2004; HUNGRIA, 2011).

Fiori et al. (2010) relataram que a inconsistência dos resultados de pesquisa é uma das principais barreiras à utilização do *Azospirillum*, que pode variar em função da metodologia de condução da pesquisa. Como também, a eficiência da inoculação por bactérias é dependente da combinação dos genótipos de planta e bactéria (REIS et al., 2000).

Segundo Bárbaro et al. (2007), dentre vários aspectos que devem merecer atenção dos pesquisadores em relação à eficiência da bactéria destaca-se a seleção de estirpes, deve-se selecionar as estirpes adaptadas às condições locais e às culturas e cultivares usadas em cada região, sendo necessário testar as estirpes de *Azospirillum*, selecionando-se aquelas mais adaptadas às situações de clima e do manejo de culturas. Em muitos casos, a ausência de resposta à inoculação de bactérias diazotróficas em gramíneas tem sido atribuída ao uso de linhagens inadequadas. Há consenso de que o genótipo da planta é o fator-chave para obtenção dos benefícios oriundos da fixação biológica do N<sub>2</sub>, aliado à seleção de estirpes eficientes (REIS et al., 2000). A maioria das pesquisas já realizadas demonstra inconsistência de resultados devido ao genótipo da planta hospedeira (INIGUEZ et al., 2004).

A inoculação via sulco de semeadura vem sendo estudada como uma forma de evitar toxidez dos produtos utilizados no tratamento de sementes sobre a bactéria, já que alguns produtos químicos podem afetar as bactérias. Conforme Basi et al. (2011), a aplicação de *A. brasilense* (estirpes Abv5 e Abv6) proporcionou incremento na produtividade do milho, sendo que a inoculação via sulco de semeadura não diferiu da realizada nas sementes, mostrando-se um método de aplicação eficiente. De acordo com os resultados encontrados neste estudo, o método de inoculação no sulco foi o mais promissor, incentivando com isto a continuidade dos estudos para indicação do método como alternativa para inoculação das sementes.

A inoculação com o *Azospirillum* é uma prática que pode trazer grandes benefícios à cultura do arroz e de outras gramíneas, com consideráveis aumentos na produtividade e

redução no uso de adubos nitrogenados, entretanto, para que esta prática seja mais confiável, fazem-se necessários resultados mais consistentes e estáveis quanto ao uso dessas rizobactérias. Sendo assim, avaliar e selecionar estirpes para a inoculação em diferentes condições edafoclimáticas, como também, identificar genótipos mais responsivos à inoculação, podem auxiliar as pesquisas na obtenção de resultados mais consistentes, gerando maior confiabilidade na inoculação de gramíneas com o *Azospirillum*.

### Conclusões

A cultivar Epagri 106 apresentou mais respostas positivas à inoculação com *Azospirillum brasilense*.

O método de aplicação de *Azospirillum brasilense* via sulco de semeadura foi o mais indicado para inoculação em arroz.

### Referências

- BALDANI, J. I.; CARUSO, L.; BALDANI, V. L. D.; GOI, S. R.; DÖBEREINER, J. Recent advances in BNF with nonlegume plants. **Soil Biology Biochemical**, v. 29, p. 911-922, 1997.
- BÁRBARO, I. M.; BRANCALÃO, S. R.; TICELLI, M. Muito conhecida na soja, a fixação biológica do nitrogênio é possível também no milho. **Revista Attalea Agronegócios**, Franca, n.15, 2007.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G. *Azospirillum* – plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 43, p. 103-121, 1997.
- BASI, S.; LOPES, E.C.P.; KAMINSKI, T.H.; PIVATTO, R.A.D.; CHENG, N.C.; SANDINI, I.E. *Azospirillum brasilense* nas sementes e no sulco de semeadura da cultura do milho. In.: Semana de Integração, Ensino, Pesquisa e Extensão, 2. Resumos... Guarapuava: Anais da II SIEPE, 2011. 4p.
- BIANCHET, P.; SANGOI, L.; KLAUBERG FILHO, O.; MIQUELLUTI, D. J.; ALVES FERREIRA, MARIANA.; VIEIRA, J. Formulações simples e mista de inoculantes com bactérias diazotróficas, sob diferentes doses de nitrogênio na cultura do arroz irrigado. **Semina**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2555-2566, 2013.
- BODDEY, R. M.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. Effect of inoculation of *Azospirillum* spp. on nitrogen accumulation by field-grown wheat. **Plant Soil**, v. 95, p. 109-121, 1986.

BOTTINI, R.; FULCHIERI, M.; PEARCE, D.; PHARIS, R. P. Identification of gibberellins A1, A3 and iso-A3 in cultures of *Azospirillum lipoferum*. **Plant Physiology**, v. 90, p. 45-47, 1989

CACCIARI, I.; LIPPI, D.; PIETROSANTI, T.; PIETROSANTI, W. Phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of *Azospirillum* and *Arthrobacter*. **Plant and Soil**, v. 115, p. 151-153, 1989

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

CROZIER, A.; ARRUDA, P.; JASMIM, J. M.; MONTEIRO, A. M.; SANDBERG, G. Analysis of indole-3-acetic acid and related indóis in culture medium from *Azospirillum lipoferum* and *Azospirillum brasilense*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 54, p. 2833-2837, 1988.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D. SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1023–1029, 2013.

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* Sp24. Comunicado Técnico EMBRAPA, n. 69, dez. 2003.

DÖBEREINER, J.; MARRIEL, I. E.; NERY, M. Ecological distribution of *Spirillum lipoferum* Beijerinck. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 22, p. 1464-1473. 1976.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Sistemas de produção. Arroz de Terras Altas. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>> 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção. Arroz de Terras Altas. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/cultivares.htm>> Acesso em 20 de Julho de 2016.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Cultivares de Arroz. Disponível em: <[http://www.epagri.sc.gov.br/?page\\_id=1779](http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=1779)>. Acesso em 20 de Julho de 2016.

FAGERIA, N. K.; FERREIRA, E.; PRABHU, A. S.; BARBOSA FILHO, M. P.; FILIPPI, M. C. Seja o doutor do seu arroz. Arquivo do agrônomo n° 9. Potafós. 1995.

FIORI, C. C. L.; BARTCHECHEN, A.; WATANABI, S. H.; GUARIDO, R. C. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Campo Digit@l**, Campo Mourão, v.5, n.1, p. 56-59, 2010.

GITTI, D. C.; ARF, O.; PORTUGAL, J. R.; CORSINI, D. C. D. C.; RODRIGUES, R. A. F.; KANEKO, F. H. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* em arroz de terras altas no sistema plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 71, n. 4, p. 509-517, 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**, Mossoró, 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**, Amsterdam, v. 331. P. 413-425, 2010.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasiliense*, inovação em rendimento a baixo custo. Embrapa Soja. Londrina, PR. 2011.

INIGUEZ, A. L.; DONG, Y.; TRIPLETT, E. W. Nitrogen fixation in wheat provided by *Klebsiella pneumoniae* 342. *Molec. Plant Microbiology Interact*, v. 17, p. 1078-1085, 2004.  
JAMES, E. K.; BALDANI, J. I. The role of biological nitrogen fixation by non-legumes in the sustainable production of food and biofuels. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 356, n.1, p. 1 - 3, 2012.

LEMOS, J. M. Resposta de cultivares de trigo à inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, e à adubação nitrogenada em cobertura. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.189–198, 2013.

MENDES, M. C.; ROSÁRIO, J. G.; FARIA, M. V.; ZOCHE, J. C.; WALTER, L. B. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n.3, p.95-110, 2011.

MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A.; CARVALHO, F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 2, p. 74-99, 2010.

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

REIS, V. M.; BALDANI, J. I.; BALDANI, V. L.; DÖBEREINER, J. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Pearl River, v. 19, p. 227-247, 2000.

REIS JUNIOR, F. B.; MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; SODEK, L. Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 1139-1146, 2008.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G. BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de

plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.3, p. 214-226, 2013.

SALA, V. M. R.; CARDOSO, E. J. B. N.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. D. Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 833-842, 2007.

SALA, V. M.; CARDOSO, E. J.; FREITAS, J. G.; SILVEIRA, A. P. Novas bactérias diazotróficas endofíticas na cultura do trigo em interação com a adubação nitrogenada no campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 1099-1106, 2008

ZAIED, K. A.; EL-HADY, A. H.; AFIFY, A. H. & NASSEF, M. A. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Murree, v. 4, p. 344-358, 2003.