



Revista Brasileira de Ciências Agrárias
ISSN: 1981-1160
editorgeral@agraria.pro.br
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Brasil

Dotto, Adriano P.; Lana, Maria do C.; Steiner, Fábio; Frandoloso, Jucenei F.
Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes
níveis de nitrogênio
Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 5, núm. 3, julio-septiembre, 2010, pp. 376-382
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119016971016>

- Como citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.3, p.376-382, jul.-set., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI: 10.5039/agraria.v5i3a898

Protocolo 898 – 03/04/2010 *Aprovado em 04/06/2010

Adriano P. Dotto¹

Maria do C. Lana¹

Fábio Steiner^{2,3}

Jucenei F. Frandoloso¹

Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Herbaspirillum seropedicae* sob diferentes níveis de nitrogênio

RESUMO

A pesquisa sobre bactérias diazotróficas na cultura do milho tem demonstrado a necessidade de associar bactérias eficientes a genótipos promissores, os quais se beneficiariam dessa associação. Assim, conduziu-se um experimento em condições de campo, no município de Marechal Cândido Rondon (PR), com o objetivo de avaliar o comportamento de dois híbridos de milho à inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*, sob diferentes níveis de nitrogênio. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 x 3, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois híbridos (AS 1540 e AS 1560); ausência ou presença de inoculação com *H. seropedicae*, e três níveis de N em cobertura (0, 40 e 80 kg ha⁻¹). Os dados obtidos evidenciaram que a inoculação de *H. seropedicae* não influenciou significativamente a produtividade dos dois híbridos de milho testados; contudo, verifica-se que o híbrido AS 1570 respondeu positivamente à inoculação com aumento de 8,6% na produção de grãos, e o híbrido AS 1540 foi afetado negativamente com uma redução na produtividade de 5,1%, evidenciando que os híbridos de milho testados apresentam resposta diferenciada à inoculação de *H. seropedicae*. As doses de N aplicadas em cobertura influenciaram significativamente a maioria das variáveis analisadas.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada, bactérias diazotróficas, fixação biológica de nitrogênio, promoção de crescimento, *Zea mays*

Maize yield in response to *Herbaspirillum seropedicae* inoculation under different nitrogen levels

ABSTRACT

The research on diazotrophic bacteria in maize has shown the need to associate effective bacteria to promising genotypes, which would benefit from this association. Thus, an experiment was conducted under field conditions in the municipality of Marechal Cândido Rondon-PR, Brazil, aiming at evaluating the performance of two maize hybrids with *Herbaspirillum seropedicae* inoculation under different nitrogen levels. The study was carried out in experimental design of randomized blocks in factorial 2 x 2 x 3 with five replications. The treatments consisted of two hybrids (AS 1540 and AS 1560); presence or absence of inoculation with *H. seropedicae*, and three levels of nitrogen in covering (0, 40 and 80 kg ha⁻¹). The data obtained showed that *H. seropedicae* inoculation did not significantly influenced the productivity of the two tested maize hybrids; however, it is observed that the hybrid AS 1570 responded positively to inoculation with an 8.6% increase in grain production, and hybrid AS 1540 was negatively impacted by a yield reduction of 5.1%, showing that the hybrids tested had different responses to *H. seropedicae* inoculation. The doses of N applied in covering significantly influenced most of the variables.

Key words: Nitrogen fertilization, diazotrophic bacteria, nitrogen biological fixation, plant growth promotion, *Zea mays*

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Agronomia, Rua Pernambuco, 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon-PR, Brasil. Fone: (45) 3284-7932. Fax: (45) 3284-7878. E-mail: apfmdotto@hotmail.com; mclana@unioeste.br; neiff@bol.com.br

² Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Departamento de Produção Vegetal, Rua José Barbosa de Barros, 1780, CEP 18.610-307, Botucatu-SP, Brasil. Fone: (14) 3811-7211. Fax: (14) 3811-7102. E-mail: fsteiner_agro@yahoo.com.br

³ Bolsista CNPq.

INTRODUÇÃO

A aplicação de técnicas adequadas desenvolvidas e recomendadas pela pesquisa, como o emprego de cultivares adequadas para cada região, adubações equilibradas, práticas de conservação do solo e controle fitossanitário, permitiu o aumento da produtividade do milho no Brasil. Atualmente, o país ocupa uma posição de destaque no cenário mundial, sendo o terceiro maior produtor de grãos com uma produção estimada para a safra de 2009/2010 de 51 milhões de toneladas (Conab, 2010), ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China.

O nitrogênio é o elemento mineral mais importante e limitante na produtividade do milho, sendo requerida à sua aplicação em grandes quantidades para suprir a demanda da cultura. Os fertilizantes nitrogenados utilizados constituem um dos mais altos custos da agricultura. Aliado a isso, a uréia, o fertilizante nitrogenado mais utilizado, é derivada do petróleo, um recurso energético não renovável.

Os custos econômicos e ambientais relacionados à fertilização nitrogenada têm estimulado a busca por alternativas que possam diminuir a utilização deste fertilizante sem que haja diminuição da produção. Uma das possibilidades para viabilizar uma produção com menores custos sem prejudicar o ambiente seria a utilização do potencial genético das plantas, aliado aos recursos biológicos do solo, como as bactérias diazotróficas, que são consideradas promotoras de crescimento vegetal por possuírem a capacidade de fixar nitrogênio (N_2) para a planta, e de produzir hormônios de crescimento como auxinas e giberelinas, que estimulam o crescimento vegetal principalmente das raízes, atuando na maior absorção de nutrientes e água (Dobbelaere et al., 2002).

Segundo Graham & Vance (2000) um dos objetivos para a agricultura sustentável é o aproveitamento eficiente do N atmosférico. No Brasil, a eficiência do processo da fixação biológica de nitrogênio (FBN) em plantas de leguminosas é facilmente visualizada na cultura da soja, onde até 94% do N requerido pelas plantas pode ser fornecido pela FBN (Hungria et al., 2006), colocando o país entre os maiores produtores mundiais desta leguminosa.

Já em espécies não-leguminosas, o processo da FBN não é tão eficiente quanto na cultura da soja, embora bactérias capazes de fixar nitrogênio atmosférico, como os gêneros *Herbaspirillum*, *Burkholderia* e *Azospirillum*, tenham sido isoladas em plantas de arroz, trigo, milho, sorgo e cana de açúcar (Elbeltagy et al., 2001; Perin et al., 2006; Rodrigues et al., 2006; Reis Júnior et al., 2000; 2004; 2008) em vários experimentos. Os resultados de inoculação destes isolados não são consistentes, apesar de que efeitos significativos sobre a produção de grãos e absorção de N têm sido relatados (Kennedy et al., 2004; Baldani & Baldani, 2005; Guimarães et al., 2007; Ferreira et al. 2010). Alves (2007) verificou que a inoculação de estirpes dos gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia* contribuiu com até 34% do N absorvido em plantas de milho.

A maioria dos estudos brasileiros referentes ao assunto aborda apenas o isolamento destas espécies de bactérias em

plantas de milho e os estudos bioquímicos destas em laboratório, faltando assim estudos mais abrangentes em condições de campo que demonstrem a interação planta-microorganismo-ambiente de forma aprofundada, de acordo com o desenvolvimento da cultura. Portanto, a busca por genótipos de milho que formem associações mais eficientes com bactérias diazotróficas, em condições de campo, é uma estratégia importante.

Em função do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar em condições de campo o comportamento de dois híbridos de milho à inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*, sob diferentes níveis de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo em sistema de plantio direto vigente há sete anos, na Estação Experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná –UNIOESTE –, Campus de Marechal Cândido Rondon/PR. As coordenadas geográficas são 54° 01'45" W e 24° 31'42" S, com altitude média de 420 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, Subtropical úmido mesotérmico, verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22 °C), invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18 °C), sem estação definida e precipitação pluviométrica anual em torno de 1500 mm.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico (LVef), de textura argilosa (Embrapa, 2006). As principais características químicas do solo são apresentadas na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos foram dispostos em um arranjo fatorial 2 x 2 x 3, ou seja, dois híbridos (AS1540 e AS 1560); ausência e presença de inoculação com *Herbaspirillum seropedicae*; e três doses de nitrogênio em cobertura, (0; 40 e 80 kg ha⁻¹), perfazendo um total de 60 parcelas experimentais.

A inoculação com a bactéria *Herbaspirillum seropedicae* foi realizada antes da semeadura. Inicialmente, o inoculante foi misturado com polvilho a 10% e, em seguida, misturado com as sementes em uma proporção de 250 g do inoculante turfoso para 10 kg de sementes, conforme especificações de Sabino et al. (2000).

Na semeadura, a adubação de base foi realizada aplicando-se 300 kg ha⁻¹ da formulação 0-20-20 para o suprimento de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O. A semeadura foi realizada manualmente, com o auxílio de “matraca”, colocando-se duas sementes por cova que, após desbaste, foram obtidas 6 plantas por metro linear. Cada unidade experimental foi composta de quatro linhas de 6 metros de comprimento com espaçamento de 0,90 m entre linhas. Foram eliminadas as duas linhas laterais e 0,5 m de cada extremidade da parcela, avaliando os 5 m de cada uma das duas linhas centrais.

A aplicação de N em cobertura, na forma de uréia (46% de N), foi realizada quando as plantas de milho apresentavam de

Tabela 1. Características químicas do Latossolo Vermelho eutrófico, nas camadas de 0-10 e 0-20 cm de profundidade antes da implantação do experimento**Table 1.** Chemical characteristics of the Oxisol, at 0-10 and 0-20 cm depth before the establishment of the experiment

Profundidade	pH	P	MO	H + Al	K	Ca	Mg	CTC	V
(cm)	CaCl ₂	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³					%
0-10	5,4	26	32,1	58	5,6	41	24	128	55
10-20	5,3	20	30,8	55	4,3	43	25	127	56
Micronutrientes									
Profundidade	Cu	Zn		Fe		Mn			
(cm)	mg dm ⁻³								
0-10	3,9	1,5		22,2		131,0			
10-20	4,5	1,7		26,4		162,0			

pH em CaCl₂, 0,01 mol L⁻¹. Extrator de P, K e Micronutrientes Mehlich-1

4 a 6 folhas totalmente expandidas, sendo esta realizada a lanço na área total da parcela.

Durante a condução do experimento, houve a necessidade de aplicação de inseticidas para o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Foram realizadas quatro aplicações do produto comercial Match®, com uma dose de 300 mL ha⁻¹.

No período de florescimento (aparecimento da inflorescência feminina “cabelo”) do milho, foram efetuadas amostragens foliares conforme metodologia proposta por Malavolta et al. (1997), a fim de determinar o teor de N no tecido foliar do milho. Coletou-se o terço médio com nervura da folha oposta e abaixo da inserção da espiga principal, num total de 10 folhas por unidade experimental.

As folhas coletadas foram lavadas em água corrente e água destilada para retirar possíveis contaminantes presentes nelas. Após, foram armazenadas em sacos de papel para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 55 °C ± 2 °C por 72 h, e posteriormente moídas. Em seguida, as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e posteriormente à destilação por arraste de vapores em aparelho semi-micro Kjeldah de acordo com Tedesco et al. (1995), determinando desta forma o teor foliar de N.

A colheita do milho foi realizada manualmente, no dia 28/02/07, coletando-se todas as espigas da parcela útil, que corresponde a 5 m das duas linhas centrais, totalizando 9,0 m² de área útil. Para a determinação dos componentes de produção amostrou-se 10 espigas representativas por parcela. Os parâmetros avaliados foram: massa de espiga; massa do sabugo; comprimento de espiga, número de fileiras de grãos por espiga; massa de 1000 grãos e teor de nitrogênio no grão. Na planta também foi avaliado o diâmetro de colmo e a altura de inserção de espiga.

Para determinar a produtividade de grãos, as espigas foram debulhadas com o auxílio de uma máquina manual, e pesadas. Os resultados obtidos foram transformados para kg ha⁻¹, corrigindo-se a umidade para 13 % em base úmida.

Os dados experimentais foram submetidos à análise da variância sendo os efeitos dos tratamentos e interações

avaliados pelo teste F, enquanto as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico SAEG versão 8.0 (UFV, 1999) para processamento dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados não evidenciaram efeitos significativos da interação entre níveis de nitrogênio (N), híbrido (H) e inoculação (I) para as variáveis estudadas. Portanto, os resultados são apresentados independentemente para cada híbrido, inoculação e N em cobertura (Tabelas 2 e 3).

Os híbridos de milho apresentaram diferença significativa para a maioria das variáveis analisadas (Tabelas 2 e 3). Para massa de espiga e produtividade, o híbrido AS 1570 mostrou-se estatisticamente superior ao híbrido AS 1540. Resultados inversos foram encontrados para as demais variáveis. O teor de N nas folhas e no grão encontrado no híbrido AS 1540 foi estatisticamente superior ao híbrido AS1570, demonstrando que o híbrido AS 1540 é mais eficiente na absorção de N do solo e da translocação deste para os grãos (Tabela 3). Fernandes et al. (2005), trabalhando com seis cultivares de milho, também evidenciaram diferenças significativas na eficiência de utilização de N pelas plantas. Tal diferença entre híbridos de milho quanto à eficiência de utilização de N, se deve em decorrência das variações genéticas que se tem entre os genótipos de milho (Alfoldi et al., 1992).

A inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* não promoveu efeitos significativos sobre as variáveis analisadas (Tabelas 2 e 3). Resultados estes contrários aos obtidos por Alves (2007) e Zilli et al. (2008), os quais evidenciaram que a inoculação de sementes de milho com *H. seropedicae* proporcionou efeitos significativos e positivos sobre o desenvolvimento da cultura.

Reis et al. (2000) relataram que em muitos casos, a ausência de resposta à inoculação de bactérias diazotróficas em gramíneas tem sido atribuída ao uso de linhagens inadequadas. Contudo, há consenso de que o genótipo da

Tabela 2. Diâmetro de colmo, altura de inserção da espiga, massa de espiga, massa de sabugo, comprimento de espiga de milho, em função do híbrido, ausência ou presença de inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* e da aplicação de N em cobertura. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007/08

Table 2. Stem diameter, ear insertion height, ear mass, cob mass, maize ear length, depending on the hybrid, presence or absence of inoculation with *Herbaspirillum seropedicae* and N application. Marechal Cândido Rondon/PR, Brazil. 2007/08

Fonte de variação	Diâmetro de colmo (mm)	Alt. inserção de espiga (cm)	Massa de espiga (g)	Massa de sabugo	Comprimento de espiga (cm)
Híbrido					
AS 1570	25,0 b	107,4 b	310,2 a	68,5 a	16,4 b
AS 1540	26,1 a	112,9 a	272,7 b	63,4 a	17,8 a
Inoculação					
Sem	25,6 a	110,4 a	289,3 a	65,7 a	17,1 a
Com	25,5 a	109,9 a	293,7 a	66,2 a	17,1 a
N em cobertura (kg ha⁻¹)					
0	25,3 a	110,2 a	169,7 b	62,1 a	16,9 a
40	25,8 a	110,5 a	294,9 ab	65,7 a	17,1 a
80	25,6 a	109,8 a	309,9 a	69,9 a	17,2 a
CV (%)	5,06	5,91	11,54	15,95	4,96

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

planta é o fator-chave para a obtenção dos benefícios oriundos da FBN, aliado à seleção de estirpes eficientes. Portanto, mais estudos em condições de campo com a cultura do milho envolvendo esta espécie de bactéria devem ser realizados para verificar o potencial de FBN.

O teor de N nas plantas, tanto nas folhas quanto nos grãos, não foi influenciado significativamente pela inoculação com *H. seropedicae* (Tabela 3). O teor de N nas folhas do milho obtido encontra-se pouco abaixo da faixa de suficiência (28 a 35 g kg⁻¹ de N), considerada como adequada para o desenvolvimento da cultura do milho, conforme apresentado por Malavolta et al. (1997). Estes resultados podem indicar que tanto o manejo do solo, como a época de plantio e as condições experimentais, influenciaram o comportamento e a sobrevivência da população bacteriana no solo.

Resultados diferentes foram evidenciados por Alves (2007), o qual verificou que a inoculação *Herbaspirillum* spp. contribuiu com até 28% do N absorvido em plantas de milho. Dados semelhantes foram obtidos por Dobbelaere et al. (2001), ao trabalharem com bactérias do gênero *Azospirillum*. Estes autores relatam que este maior teor de N nas plantas inoculadas é resultado tanto da FBN, quanto dos mecanismos de promoção do crescimento, que podem incrementar a capacidade das plantas em absorver este nutriente.

A aplicação de N em cobertura influenciou significativamente a massa de espiga, massa de 1000 grãos, produtividade de grãos e teor de N nos grãos (Tabelas 2 e 3). A produtividade e o total de N acumulado nos grãos aumentaram com o aumento das doses de N aplicadas. Tal evidência indica que a disponibilidade de N foi limitada na ausência de N. Os incrementos na produção de grãos para a aplicação de N em cobertura em relação à testemunha

foram de 11,6 e 17,1 sacas por hectare, respectivamente, com a aplicação de 40 e 80 kg ha⁻¹ de N, ou seja, incrementos em ordem percentual de 10,2% e 15,1%. Para a massa de 1000 grãos a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N proporcionou grãos mais pesados diferenciando-se da testemunha (sem aplicação de N) e da aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N.

Não houve interação positiva entre inoculação de *H. seropedicae* e níveis de N em cobertura para as variáveis analisadas. Contudo, comumente é verificada uma maior contribuição da inoculação associada à adubação nitrogenada. Trabalhando com as culturas de milho e trigo, em condições de casa de vegetação, Riggs et al. (2001) verificaram que a inoculação de *H. seropedicae* promoveu acréscimos de produção de matéria seca de 49 a 82% quando aplicada juntamente com fertilizante nitrogenado, em comparação com 16% de aumento quando as plantas foram apenas inoculadas e não adubadas.

De modo similar, Dobbelaere et al. (2002) verificaram que o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* estirpe Sp 245 e *A. irakense* estirpe KBC1 foi maior quando associado às doses de N. Segundo Baldani et al. (1996), a inoculação de *Herbaspirillum* na presença de pequenas doses de N mostrou maior eficiência para o sistema planta/bactéria quando comparada com o uso isolado da bactéria. A produção de grãos de trigo inoculados com a estirpe JA04 de *A. brasilense* na presença de 15 kg ha⁻¹ de N foi estatisticamente igual ao tratamento controle que recebeu a adubação equivalente a 45 kg ha⁻¹ de N em cobertura (Didonet et al., 1996).

Para as variáveis massa de espiga e produção de grãos houve interação significativa entre híbrido e inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* (Tabelas 4 e 5, respectivamente).

Tabela 3. Produtividade e massa de 1000 grãos, teor de nitrogênio no tecido foliar e nos grãos de milho, em função do híbrido, ausência ou presença de inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* e da aplicação de N em cobertura. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007/08**Table 3.** 1000 grain weight and yield, nitrogen content in the leaves and grains of maize, depending on the hybrid, presence or absence of inoculation with *Herbaspirillum seropedicae* and application of nitrogen. Marechal Cândido Rondon/PR, Brazil. 2007/08

Fonte de variação	Produtividade	Massa de 1000 grãos	N foliar	N grão
	(kg ha ⁻¹)	(g)	————— (g kg ⁻¹) —————	
Híbrido				
AS 1570	7905 a	345,2 b	25,5 b	13,8 b
AS 1540	6884 b	393,4 a	28,1 a	14,5 a
Inoculação				
Sem	7322 a	368,0 a	26,5 a	14,2 a
Com	7466 a	370,6 a	27,1 a	14,1 a
N em cobertura (kg ha ⁻¹)				
0	6820 b	362,2 b	26,4 a	13,7 b
40	7514 ab	363,2 b	26,5 a	14,1 ab
80	7848 a	382,6 a	27,5 a	14,5 a
CV (%)	12,84	5,12	7,32	6,73

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Verifica-se que as duas variáveis apresentaram o mesmo comportamento, de modo que a maior produtividade de grãos foi obtida quando se teve uma espiga de maior massa.

Apesar da inoculação não influenciar significativamente a produção de grãos dos dois híbridos testados (Tabela 3), verifica-se na Tabela 4 que para o híbrido AS 1570 a inoculação de *H. seropedicae* proporcionou um incremento de 8,6% (649 kg ha⁻¹) na produtividade, enquanto para o híbrido AS 1540 houve redução de 5,1% (360 kg ha⁻¹), demonstrando que os híbridos de milho apresentam comportamento diferenciado quando inoculados com *H. seropedicae*. Resultados semelhantes foram evidenciados por Alves (2007), o qual verificou que não houve resposta da inoculação do híbrido de milho BRS4157 em condições de campo, ao passo que para o híbrido BR1030 ocorreu aumento de até 30% no rendimento de grão pela inoculação.

Zilli et al. (2008) não observaram incremento de produtividade de grãos de milho em função da inoculação seguida de adubação nitrogenada, seja no plantio ou em cobertura para o híbrido BRS4157. Resultado contrário foi encontrado para o híbrido BRS1010, sendo que a inoculação proporcionou um incremento na produtividade de grãos na ordem de 21% em relação à testemunha. Os autores ainda relatam que a inoculação do híbrido BRS1010 com *H. seropedicae* proporcionou rendimento de grãos igual ao tratamento quando se aplicaram 80 kg ha⁻¹ de N.

Resultados semelhantes também são encontrados quando a inoculação é realizada com bactérias do gênero *Azospirillum*. Okon (1997) e Campos et al. (1999), na cultura do milho, obtiveram diferentes respostas quanto ao benefício da interação planta – *Azospirillum* – as quais variaram em

Tabela 4. Massa de espiga de milho em função da interação híbrido e inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007/08**Table 4.** Mass of maize ear in function of the hybrid interaction and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation. Marechal Cândido Rondon/PR, Brazil. 2007/08

Híbrido	Sem inoculação	Com inoculação	Média
	————— (kg ha ⁻¹) —————		
AS 1570	298,0 Aa	322,4 Aa	310,2
AS 1540	280,5 Aa	265,0 Ab	272,7
Média	289,3	293,7	

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 5. Produtividade de grãos de milho em função da interação híbrido e inoculação de *Herbaspirillum seropedicae*. Marechal Cândido Rondon/PR. 2007/08**Table 5.** Maize grain yield in function of hybrid interaction and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation. Marechal Cândido Rondon/PR, Brazil. 2007/08

Híbrido	Sem inoculação	Com inoculação	Média
	————— (kg ha ⁻¹) —————		
AS 1570	7580 Aa	8229 Aa	7904
AS 1540	7064 Aa	6704 Ab	6884
Média	7322	7466	

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

diferentes condições de solo e de híbrido, demonstrando assim as especificidades das espécies deste gênero. De acordo com Bashand & Levanony (1990) aumentos moderados, em torno de 20%, atribuídos à presença de bactérias diazotróficas endofíticas, seriam considerados comercialmente significativos na agricultura moderna.

De fato, as razões para a variabilidade de resposta da FBN em milho ainda não foram completamente elucidadas. Tem sido sugerido que a interação genótipo da planta e ambiente exerça papel decisivo sobre a eficiência do diazotrófico (Gyaneshwar et al., 2002).

CONCLUSÕES

Os híbridos de milho apresentam comportamento diferenciado quanto à maioria das variáveis analisadas.

A inoculação de *Herbaspirillum seropedicae* não influenciou as variáveis analisadas; contudo, cada híbrido quando inoculado apresenta comportamentos distintos sobre a massa de espiga e a produtividade de grãos.

A aplicação de N em cobertura influencia significativamente a massa de espiga, massa de 1000 grãos, produtividade e teor de N nos grãos de milho.

LITERATURA CITADA

- Alves, G. C. Efeito da inoculação de bactérias dos gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia* na cultura do milho. Seropédica/RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007. 63p. Dissertação Mestrado.
- Baldani, J. I.; Baldani, V. L. D. History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: special emphasis on the Brazilian experience. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 77, n. 3, p. 549-579, 2005.
- Baldani, J. I.; Pot, B.; Kirchhof, G.; Falsen, E.; Baldani, V. L. D.; Olivares, F. L.; Hoste, B.; Kersters, K.; Hartmann, A.; Gillis, M.; Döbereiner, J. Emended description of *Herbaspirillum*, inclusion of "*Pseudomonas*" *rubrisubalbicans*, a mild plant pathogen as *Herbaspirillum rubrisubalbicans* comb. nov. and classification of a group of clinical isolates (EF group 1) as *Herbaspirillum* species 3. *International Journal of Systematic Bacteriology*, v. 46, n.3, p. 802-810, 1996.
- Bashand, Y.; Levanony, H. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. *Canadian Journal Microbiology*, v. 36, n.9, p. 591-608, 1990.
- Campos, B. H.; Theisen, S.; Gnatta, V. Inoculante Graminante nas culturas de trigo e aveia. *Ciência Rural*, v. 29, n. 3, p. 401-407, 1999.
- Companhia Nacional de Abastecimento - Conab. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sexto levantamento, março/2010. Brasília: CONAB, 2010. 42p.
- Didonet, A. D.; Rodrigues, O.; Kenner, M. H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 31, n.9, p. 645-651, 1996.
- Dobbelaere, S.; Croonenborghs, A.; Thys, A.; Ptacek, D.; Vanderleyden, J.; Dutto, P.; Labandera-Gonzalez, C.; Caballero-Mellado, J.; Aguirre, J.F.; Kapulnik, Y.; Brenner, S.; Burdman, S.; Kadouri, D.; Sarig, S.; Okon, Y. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. *Australian Journal Plant and Physiology*, v. 28, n.9, p. 871-879, 2001.
- Dobbelaere, S.; Croonenborghs, A.; Trys, A.; Ptacek, D.; Okon, Y.; Vanderleyden, J. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. *Biology and Fertility of Soils*, v. 36, n.4, p. 284-297, 2002.
- Elbeltagy, A.; Nishioka, K.; Sato, T.; Suzuki, H.; Ye, B.; Hamada, T.; Isawa, T.; Mitsui, H.; Minamisawa, K. Endophytic colonization and in planta nitrogen fixation by a *Herbaspirillum* sp. isolated from wild rice species. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 67, n. 11, p. 5285-5293, 2001.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Brasileira - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistemas brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa/DPI, 2006. 306p.
- 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*, v. 32, n. 1, p. 179-185, 2010.
- Fernandes, F. C. S.; Buzetti, S.; Arf, O.; Andrade, J. A. C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.
- Graham, P. H.; Vance C. P. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crops Res*, v. 65, n. 2-3, p. 93-106, 2000.
- Guimarães, S. L.; Baldani, J. I.; Baldani, V. L. D.; Jacob-Neto, J. 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.
- Gyaneshwar, P.; James, E. K. Reddy, P. M.; Ladha, J. *Herbaspirillum* colonization increases growth and nitrogen accumulation in aluminium-tolerant rice varieties. *New Phytologist*, v. 154, n. 1, p. 131-145, 2002.
- Hungria, M.; Campo, R. J.; Mendes, I. C.; Graham, P. H. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in South America. In: Singh, R. P.; Shankar, N.; Jaiwal, P. K. (Ed.). *Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity*. Houston: Studium Press, LLC, 2006. p. 43-93.
- Kennedy, I. R.; Choudhury, A. T. M. A.; Kecskés, M. L. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 36, n.8, p. 1229-1244, 2004.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- Okon, Y. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. *ASM News*, v. 63, n. 7, p. 366-370, 1997.

- Perin, L.; Martinez-Aguilar, L.; Paredes-Valdez, G.; Baldani, J. I.; Estrada-De Los Santos, P.; Reis, V. M.; Caballero-Mellado, J. *Burkholderia silvatlantica* sp. nov., a diazotrophic bacterium associated with sugar cane and maize. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 56, n. 8, p. 1931-1937, 2006.
- Reis Júnior, F. B.; Silva, L. G.; Reis, V. M.; Döbereiner, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas em diferentes genótipos de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 5, p. 985-994, 2000.
- Reis Júnior, F. B.; Silva, M. F.; Teixeira, K. R. S.; Urquiaga, S.; Reis, V. M. Identificação de isolados de *Azospirillum amazonense* associados à *Brachiaria* spp. em diferentes épocas e condições de cultivo e produção de fitorrhômio pela bactéria. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, n. 1, p. 103-113, 2004.
- Reis Júnior, 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*, v. 32, n.3, p. 1139-1146, 2008.
- Reis, V. M.; Baldani, J. I.; Baldani, V. L.; Döbereiner, J. Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. *Critical Reviews in Plant Sciences*, v. 19, n.3, p. 227-247. 2000.
- Riggs, P. J.; Chelius, M. K.; Iniguez, A. L.; Kaeppler, S. M.; Triplett, E. W. Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. *Australian Journal of Plant Physiology*, v. 28, n.9, p. 829-836, 2001.
- Rodrigues, L. S.; Baldani, V. L. D.; Reis, V. M.; Baldani, J. I. Diversidade de bactérias diazotróficas endofíticas dos gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia* na cultura do arroz inundado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 2, p. 275-284, 2006.
- Sabino, D.C.C.; Ferreira, J.S.; Guimarães, S.L.; Baldani, V.L.D., Baldani, J.I. Avaliação da capacidade das bactérias *Burkholderia brasiliensis* e *Herbaspirillum seropedicae* em promover o crescimento de plântulas de arroz. Goiânia: Embrapa-Agrobiologia. 2000. 4p. (Comunicado Técnico 45)
- Tedesco, M. J., Gianello, C., Bissani, C. A., Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).
- Universidade Federal de Viçosa - UFV. SAEG: Sistema para análise estatística. Versão 8.0, Universidade Federal de Viçosa, UFV, 1999.
- Zilli, J. E.; Perin, L.; Marson, B. F.; Alves, G. C.; Reis, V. M.; Baldani, V. L. D. Rendimento de grãos da cultura do milho inoculado com *Herbaspirillum seropedicae* no cerrado de Roraima. In: FERTBIO 2008, Londrina. Anais. Londrina: SBCS, 2008. CD Rom.