

# Desempenho de genótipos de milho na presença ou ausência de inoculação com *Azospirillum brasilense* e adubação nitrogenada de cobertura

Gilcimar Adriano Vogt<sup>1</sup>, Alvadi Antonio Balbinot Junior<sup>2</sup>, Gilson José Marcinichen Gallotti<sup>3</sup>,  
Carla Maria Pandolfo<sup>4</sup> e Sérgio Roberto Zoldan<sup>5</sup>

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo de genótipos de milho com bases genéticas distintas na presença ou ausência de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e de adubação nitrogenada de cobertura. Os experimentos foram conduzidos em Papanduva e Campos Novos, SC, nos anos agrícolas 2011/12 e 2012/13, utilizando-se delineamento experimental de blocos completos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 8 x 2 x 2. Foram avaliados oito genótipos de milho com ou sem inoculação de *A. brasilense* e em duas doses de N em cobertura: 0 e 100kg.ha<sup>-1</sup>. Para produtividade de grãos nenhuma interação foi detectada entre inoculação e genótipos nem entre inoculação e adubação nitrogenada. Nos quatro experimentos, a inoculação não proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos, em diferentes genótipos, com e sem adubação nitrogenada de cobertura.

**Termos para indexação:** *Zea mays*; bactéria diazotrófica; crescimento vegetal; produtividade de grãos.

## Performance of maize genotypes in presence or absence of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization

**Abstract** – The objective of this research was to evaluate the performance of maize genotypes in presence or absence of seed inoculation with *A. brasilense* and nitrogen fertilization. The experiments were carried out in Papanduva and Campos Novos, Santa Catarina State, Brazil, during 2011/12 and 2012/13 cropping seasons. The experimental design was a complete blocks with three replications in a 8x2x2 factorial scheme. Eight genotypes with different genetic bases were submitted to presence or absence of seed inoculation and two N topdressing rates (0 and 100 kg/ha). For grain yield, no interaction was detected between seed inoculation with *A. brasilense* and genotypes as well as between inoculation and nitrogen fertilization. The seed inoculation with *A. brasilense* did not provide significant increases in grain yield in different genotypes, with and without nitrogen fertilization.

**Index terms:** *Zea mays*; diazotrophic bacteria; vegetable growth; grains yield.

## Introdução

É crescente a necessidade de aumento da produtividade de culturas agrícolas associada à redução de uso de insumos externos às propriedades, os quais demandam energia para ser sintetizados e podem causar impacto ambiental negativo, além de aumentarem os custos de produção (Bulla & Balbinot, 2012). Uma das alternativas para a manutenção da produtividade do milho com redução no consumo de fertilizantes nitrogenados é

a inoculação de sementes com bactérias diazotróficas, ou seja, que possuem a capacidade de fixação de N atmosférico no solo. Nas últimas décadas, várias espécies de bactérias diazotróficas têm sido isoladas em espécies poáceas, entre as quais se destacam: *Azospirillum lipoferum*, *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* (Riggs et al., 2001).

No Brasil, *Azospirillum brasilense* é a principal espécie de bactéria que vem sendo pesquisada para a cultura do milho (Hungria, 2011). O N fixado pela bactéria torna-se disponível para

a planta pela excreção direta ou via mineralização de bactérias mortas, não existindo relação de simbiose. Adicionalmente, as bactérias podem estimular a produção de hormônios nas plantas, como a auxina, que promove o crescimento de raízes, podendo refletir-se em maior capacidade de utilização de água e nutrientes (Tien et al., 1979; Lin et al., 1983; Barbieri et al., 1986; Fallik et al., 1989). Em condições de campo, a utilização de inoculantes com estirpes de *A. brasilense* aumentou a fitomassa seca da parte aérea e a produtividade de grãos de milho em ►

Recebido em 14/10/13. Aceito para publicação em 14/3/14.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, BR-280, 1101, Campo da Água Verde, 89460-000 Canoinhas, SC, fone: (47) 3627-4199, e-mail: gilcimar@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Embrapa Soja, C.P. 231, 86001-970 Londrina, PR, fone: (43) 3371-6058, e-mail: alvadi.balbinot@embrapa.br.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Canoinhas, e-mail: gallotti@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Engenheira-agrônoma, Dra., Epagri/Estação Experimental de Campos Novos, C.P. 116, BR-282, Km 342, Trevo, Campos Novos, SC, fone: (47) 3541-0748, e-mail: pandolfo@epagri.sc.gov.br.

<sup>5</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc., Epagri/Estação Experimental de Campos Novos, e-mail: szoldan@epagri.sc.gov.br.

cultivos na Argentina e no Brasil (Reis et al., 2000).

Os fertilizantes representam até 40% dos custos de produção do milho (Majerowicz et al., 2002). Por sua vez, os fertilizantes nitrogenados representam mais de 70% do custo de adubação do milho, o que influencia expressivamente a viabilidade econômica da cultura (Machado et al., 1998). O uso de genótipos de milho adaptados a ambientes com restrição na disponibilidade de N e capazes de se associar a bactérias diazotróficas pode representar alternativa para a produção de milho em sistemas de baixo aporte de fertilizantes. No entanto, o melhoramento genético do milho usualmente é conduzido com a aplicação de quantidades altas de fertilizantes nitrogenados (Roesch et al., 2005).

Enfatiza-se que a resposta à inoculação pode ser influenciada pelas características genéticas das plantas, bem como pelas condições de ambiente (Gyaneshwar et al., 2002; Hungria, 2011), e que há necessidade de elucidar a interação entre a inoculação de

sementes de milho com *A. brasilense* e genótipos de milho com diferentes bases genéticas.

Com a hipótese de que as características genéticas do milho possam influenciar a interação da cultura com *A. brasilense*, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico de genótipos de milho com bases genéticas distintas na presença ou ausência de inoculação de sementes com *A. brasilense* e de adubação nitrogenadas de cobertura.

## Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas 2011/12 e 2012/13. Em cada ano agrícola foram conduzidos dois experimentos: um no município de Papanduva, SC (longitude 50°16'37" W, latitude 26°22'15" S, e altitude de 800m), e outro em Campos Novos, SC (longitude 51°24'55" W, latitude 27°29'10" S, e altitude de 820m). O solo, em ambos os locais, foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico. Em Papanduva, na camada 0 a 10cm, o

solo apresentava os seguintes atributos no momento da implantação dos experimentos: argila = 34%; pH água = 5,3; matéria orgânica = 5,1%; P = 10mg.dm<sup>-3</sup>; K = 184mg.dm<sup>-3</sup>; Ca = 6,1cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; e Mg = 3,5cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> no ano agrícola 2011/12 e argila = 29%; pH água = 5,3; matéria orgânica = 4,5%; P = 2,8mg.dm<sup>-3</sup>; K = 160mg.dm<sup>-3</sup>; Ca = 3,4cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; e Mg = 2,1 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> no ano agrícola 2012/13. Em Campos Novos, na camada 0 a 10cm, no ano agrícola 2011/12, o solo apresentava os seguintes atributos: argila = 61%; pH água = 5,7; matéria orgânica = 4,5%; P = 15mg.dm<sup>-3</sup>; K = 201,6mg.dm<sup>-3</sup>; Ca = 6,4cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; e Mg = 3,2cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; e no ano agrícola 2012/13: argila = 65%; pH água = 5,7; matéria orgânica = 4,1%; P = 13mg.dm<sup>-3</sup>; K = 201,6mg.dm<sup>-3</sup>; Ca = 6,4cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; e Mg = 3,2cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>. Os dados de precipitação pluvial, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima do ar durante o ciclo de desenvolvimento do milho são apresentados na Figura 1.

O milho foi implantado em sucessão

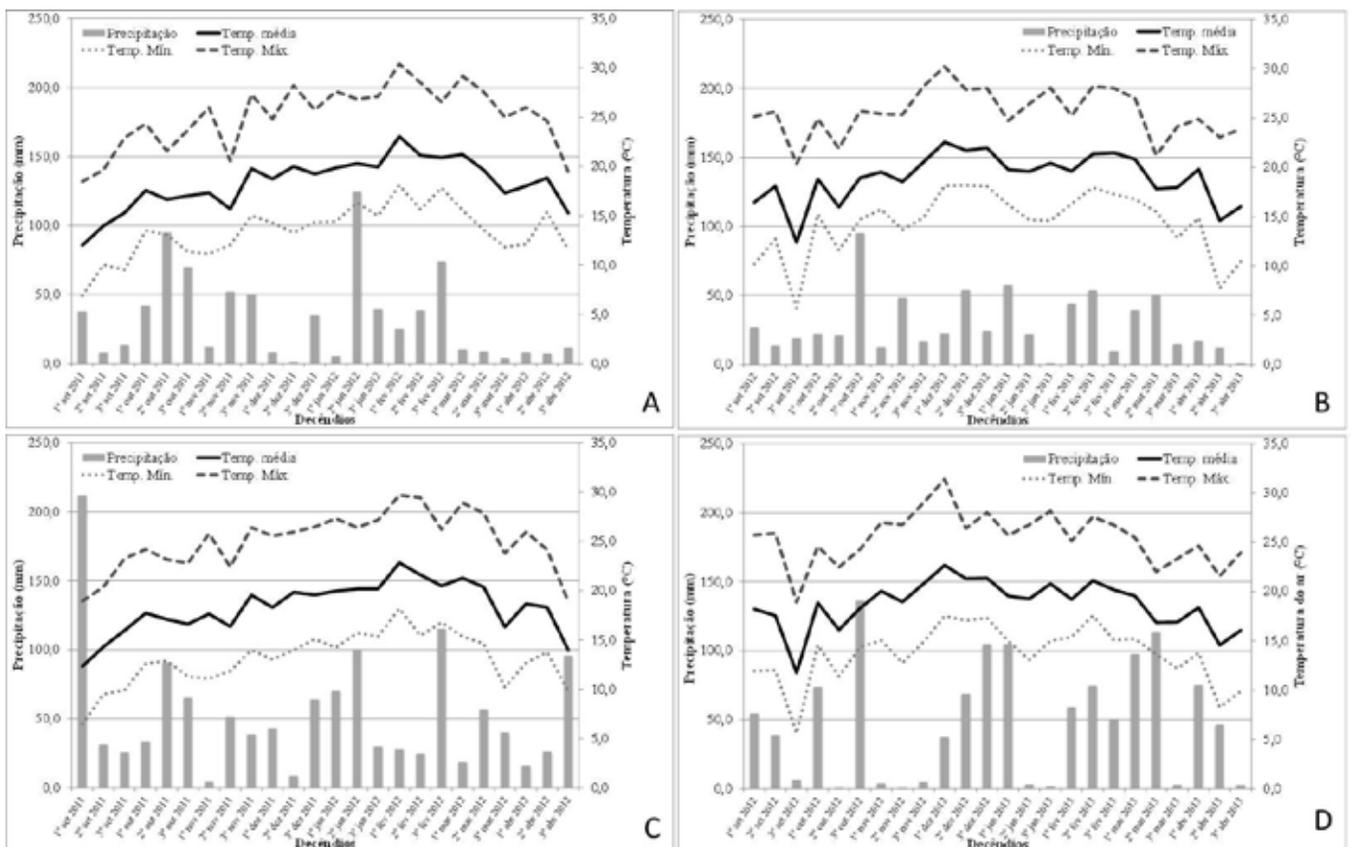


Figura 1. Dados de precipitação pluvial e temperatura máxima, média e mínima por decêndio durante o ciclo de desenvolvimento do milho: (A) Papanduva, ano agrícola 2011/12; (B) Papanduva, ano agrícola 2012/13; (C) Campos Novos, ano agrícola 2011/12; (D) Campos Novos, ano agrícola 2012/13. Fonte: Epagri

à aveia-preta nos dias 17/10/2011 e 31/10/2012 em Papanduva, e nos dias 10/11/2011 e 5/11/2012 em Campos Novos. A dessecação da cobertura vegetal foi efetuada de 20 a 30 dias antes da semeadura do milho, com uso de glyphosate (720g i.a..ha<sup>-1</sup>).

Nos quatro experimentos foi usado o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 8 x 2 x 2. Foram avaliados oito genótipos com bases genéticas distintas – 2 variedades de polinização aberta (VPA), 2 híbridos simples (HS), 2 híbridos duplos (HD) e 2 híbridos triplos (HT). O segundo fator correspondeu à presença ou ausência de inoculação das sementes com *A. brasilense*, utilizando-se inoculante líquido Azototal®, que possuía as estirpes Ab-V5 e Ab-V6. A dose utilizada de inoculante foi a recomendada: 100ml para 60 mil sementes. A inoculação foi realizada no dia da semeadura da cultura. O terceiro fator foi constituído pela presença ou ausência de adubação nitrogenada de cobertura, 100kg.ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, aplicada a lanço quando as

plantas de milho apresentavam quatro folhas expandidas.

As unidades experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros, espaçadas em 0,8 metro. Como área útil, utilizaram-se as duas linhas centrais (8m<sup>2</sup>). Os genótipos utilizados nos experimentos do ano agrícola 2011/12 foram as VPAs SCS155 Catarina e SCS156 Colorado, os HSs P30F53 e DKB215, os HDs PRE22D11 e PRE32D10 e os HTs PRE22T10 e AG5011. No ano agrícola 2012/13, os genótipos utilizados foram as VPAs SCS155 Catarina e SCS156 Colorado, os HSs P30F53 e PRE22S11, os HDs PRE22D11 e PRE32D10 e os HTs PRE22T10 e PRE22T11. A densidade foi de aproximadamente 50 mil plantas por hectare. Em ambos os locais, foi realizada adubação de base com 300kg.ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 9-33-12. As sementes receberam tratamento industrial com Fludioxonil + Metalaxil-M (1L.t<sup>-1</sup>) e Deltametrina (0,02L.t<sup>-1</sup>). O controle de plantas daninhas foi realizado em pós-emergência com atrazina + simazina (1.250 + 1.250g i.a..ha<sup>-1</sup>). Foram realizadas de duas a três aplicações de inseti-

cidas para controle da lagarta-do-cartucho. Não houve aplicação de fungicidas.

A produtividade de grãos foi estimada pela colheita das espigas presentes na área útil, as quais foram trilhadas e os grãos pesados, sendo a umidade corrigida para 13%.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro. Quando constatados efeitos significativos dos tratamentos, realizou-se o agrupamento pelo teste de Scott-Knott.

## Resultados e discussão

No ano agrícola 2011/12, a produtividade média de grãos foi de 4.907kg.ha<sup>-1</sup> em Campos Novos (Tabela 1) e 9.171kg.ha<sup>-1</sup> em Papanduva (Tabela 2). Em ambos os locais, houve efeito significativo de genótipos para a variável produtividade de grãos (Tabelas 1 e 2). O HSP30F53 foi o genótipo mais produtivo. No ano agrícola 2011/12 não houve efeito da adubação nitrogenada de cobertura, da inoculação das sementes com *A. brasilense* nem das interações

Tabela 1. Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) de grãos de milho em diferentes genótipos em função da ausência ou presença de inoculação das sementes com *A. brasilense* e duas doses de nitrogênio em cobertura. Epagri, Campos Novos, ano agrícola 2011/12

Genótipo	Sem inoculação			Com inoculação			Média <sup>(1)</sup>
	0kg.ha <sup>-1</sup> N	100kg.ha <sup>-1</sup> N	Média	0kg.ha <sup>-1</sup> N	100kg.ha <sup>-1</sup> N	Média	
AG5011	3.774	4.232	4.003	6.500	5.008	5.754	4.878 c
SCS155 Catarina	5.650	4.495	5.073	5.184	4.732	4.958	5.015 c
SCS156 Colorado	4.689	4.279	4.484	4.745	5.760	5.253	4.868 c
DKB215	5.076	5.930	5.503	5.408	5.555	5.482	5.492 b
P30F53	6.153	6.561	6.357	6.413	6.196	6.304	6.331 a
PRE22D11	4.796	3.885	4.341	5.018	3.812	4.415	4.378 d
PRE22T10	6.006	3.002	4.504	4.349	4.181	4.265	4.385 d
PRE32D10	4.067	4.653	4.360	3.292	3.638	3.465	3.913 d
<b>Média</b>	<b>5.026</b>	<b>4.629</b>	<b>4.828</b>	<b>5.114</b>	<b>4.860</b>	<b>4.987</b>	<b>4.907</b>
C.V. (%)	18,1						
F Azospirillum (A)	0,770 <sup>ns</sup>						
F Genótipos (B)	8,537 <sup>*</sup>						
F Adubação N (C)	3,218 <sup>ns</sup>						
F Interação A x B	2,358 <sup>ns</sup>						
F Interação A x C	0,157 <sup>ns</sup>						
F Interação B x C	2,323 <sup>ns</sup>						
F Interação A x B x C	2,072 <sup>ns</sup>						

(1) Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade do erro.

ns = não significativo a 5% de probabilidade.

\* = significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) de grãos de milho em diferentes genótipos em função da ausência ou presença de inoculação das sementes com *A. brasilense* em duas doses de nitrogênio em cobertura. Epagri, Papanduva, ano agrícola 2011/12

Genótipo	Sem inoculação			Com inoculação			Média <sup>(1)</sup>
	0kg.ha <sup>-1</sup> N	100kg.ha <sup>-1</sup> N	Média	0kg.ha <sup>-1</sup> N	100kg.ha <sup>-1</sup> N	Média	
AG5011	8.939	8.963	8.951	9.780	9.456	9.618	9.285 b <sup>1</sup>
SCS155 Catarina	9.296	8.471	8.884	8.647	8.962	8.804	8.844 c
SCS 156 Colorado	8.824	8.098	8.461	8.266	8.829	8.548	8.504 c
DKB215	8.829	9.235	9.032	9.569	9.708	9.638	9.335 b
P30F53	10.183	10.105	10.144	10.009	10.773	10.391	10.267 a
PRE22D11	8.543	8.818	8.681	9.126	8.888	9.007	8.844 c
PRE22T10	9.873	9.527	9.700	9.841	8.941	9.391	9.546 b
PRE32D10	8.762	8.835	8.799	8.823	8.542	8.682	8.740 c
<b>Média</b>	<b>9.156</b>	<b>9.006</b>	<b>9.081</b>	<b>9.257</b>	<b>9.262</b>	<b>9.260</b>	<b>9.171</b>
C.V. (%)	10,0						
F Azospirillum (A)	0,908 ns						
F Genótipos (B)	4,529 *						
F Adubação N (C)	0,149 ns						
F Interação A x B	0,431 ns						
F Interação A x C	0,170 ns						
F Interação B x C	0,328 ns						
F Interação A x B x C	0,553 ns						

(1) Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade do erro.

ns = não significativo a 5% de probabilidade.

\* = significativo a 5% de probabilidade.

entre os fatores experimentais sobre a produtividade de grãos (Tabelas 1 e 2).

No ano agrícola 2012/13 houve efeito significativo para genótipos e adubação de cobertura com N para a produtividade de grãos em Campos Novos e Papanduva (Tabelas 3 e 4). Assim como observado no ano agrícola 2011/12, no ano agrícola 2012/13, nos dois locais, não foi detectado efeito da inoculação com *A. brasilense* e das interações entre os fatores experimentais para a produtividade de grãos. Em Campos Novos, a produtividade de grãos foi baixa em decorrência do déficit hídrico ocorrido durante o desenvolvimento do milho, especialmente nos meses de novembro e janeiro (Figura 1). Em Papanduva ocorreram condições mais favoráveis à cultura, e a produtividade média de grãos foi superior à de Campos Novos (Tabela 4). Nesse ano agrícola, o híbrido simples P30F53 foi o genótipo mais produtivo em Campos Novos. Em Papanduva, o híbrido duplo PRE22D11

não diferiu do híbrido simples P30F53, pertencendo também ao grupo mais produtivo.

A presente pesquisa, desenvolvida em diferentes condições de ambientes de produção e genótipos – produtividades variando de menos de 2t.ha<sup>-1</sup> (Campos Novos, ano agrícola 2012/13) até mais de 10t.ha<sup>-1</sup> (Papanduva, ano agrícola 2011/12) – não constatou efeito significativo da inoculação de sementes de milho com *A. brasilense*. Hungria (2011) ressalta que os efeitos da inoculação de sementes de milho sobre a produtividade de grãos é dependente das características genéticas das plantas e das estirpes, bem como das condições de ambiente, sendo os resultados mais promissores em situações de baixo e médio investimento na lavoura, em que a produtividade média não é muito alta. Em trabalho desenvolvido no Oeste de Santa Catarina, Bulla e Balbinot Jr. (2012) verificaram aumento de 4,5% na produtividade de grãos de milho em função da inoculação, na média

de cinco doses de N em cobertura, sendo a produtividade média do ensaio elevada (acima de 12.500kg.ha<sup>-1</sup>). No referido trabalho, também não foi verificada interação significativa entre inoculação com *A. brasilense* e doses de N, indicando que possíveis efeitos benéficos da inoculação com *A. brasilense* na produtividade de grãos de milho podem ser decorrentes de hormônios produzidos pelas bactérias, como discutido por Fallik et al. (1989) e Dobbelaere et al. (1999) e não pela fixação de nitrogênio. Por outro lado, em levantamento de experimentos realizados em 20 anos, Okon & Labandera-Gonzales (1994) constataram que em 30% a 40% dos casos não ocorreram incrementos de produtividade em função da inoculação com *A. brasilense*.

No ano agrícola 2012/13, em Campos Novos e Papanduva, a produtividade média dos genótipos foi superior quando foram aplicados 100kg.ha<sup>-1</sup> de N em cobertura em comparação

Tabela 3. Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) de grãos em genótipos de milho em função da ausência (SI) ou presença de inoculação (CI) das sementes com *A. brasilense* e duas doses de nitrogênio em cobertura. Epagri, Campos Novos, ano agrícola 2012/13

Genótipo	0kg.ha <sup>-1</sup> de nitrogênio			100kg.ha <sup>-1</sup> de nitrogênio			Média
	CI <sup>(1)</sup>	SI <sup>(1)</sup>	Média	CI	SI	Média	
SCS155 Catarina	1.605	2.111	1.858	2.852	3.113	2.983	2.420 c <sup>(2)</sup>
SCS156 Colorado	2.288	2.038	2.163	3.853	3.850	3.851	3.007 b
P30F53	3.419	3.408	3.414	4.701	4.729	4.715	4.064 a
PRE22D11	2.618	3.595	3.106	3.624	3.632	3.628	3.367 b
PRE22S11	1.531	1.869	1.700	2.293	2.210	2.252	1.976 c
PRE22T10	2.268	2.827	2.548	3.571	3.012	3.291	2.919 b
PRE22T11	3.091	2.525	2.808	3.597	3.202	3.400	3.104 b
PRE32D10	1.615	1.864	1.740	2.246	2.210	2.228	1.984 c
<b>Média</b>	<b>2.304</b>	<b>2.530</b>	<b>2.417 B<sup>(3)</sup></b>	<b>3.342</b>	<b>3.245</b>	<b>3.293 A</b>	<b>2.855</b>
C.V. (%)				22,0			
F Azospirillum (A)				0,248 <sup>ns</sup>			
F Genótipos (B)				15,344 <sup>*</sup>			
F Adubação N (C)				46,143 <sup>*</sup>			
F Interação A x B				0,685 <sup>ns</sup>			
F Interação A x C				1,684 <sup>ns</sup>			
F Interação B x C				1,387 <sup>ns</sup>			
F Interação A x B x C				0,443 <sup>ns</sup>			

<sup>(1)</sup> CI = com inoculação; SI = sem inoculação.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade do erro.

<sup>(3)</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de t (Student) a 5% de probabilidade do erro.

ns = não significativo a 5% de probabilidade.

\* = significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Produtividade (kg.ha<sup>-1</sup>) de grãos em genótipos de milho em função da ausência (SI) ou presença (CI) de inoculação das sementes com *A. brasilense* em duas doses de nitrogênio em cobertura. Epagri, Papanduva, ano agrícola 2012/13

Genótipo	0kg.ha <sup>-1</sup> de nitrogênio			100kg.ha <sup>-1</sup> de nitrogênio			Média
	CI <sup>(1)</sup>	SI <sup>(1)</sup>	Média	CI	SI	Média	
SCS155 Catarina	5.109	4.886	4.998	8.327	6.791	7.559	6.279 b <sup>(2)</sup>
SCS156 Colorado	5.672	4.848	5.260	7.185	7.168	7.177	6.218 b
P30F53	8.162	7.050	7.606	7.533	8.894	8.213	7.910 a
PRE22D11	5.976	5.821	5.899	8.298	8.290	8.294	7.096 a
PRE22S11	5.525	6.022	5.773	6.638	6.798	6.718	6.246 b
PRE22T10	5.428	5.927	5.677	7.503	6.719	7.111	6.394 b
PRE22T11	5.287	5.915	5.601	7.293	5.864	6.579	6.090 b
PRE32D10	5.966	5.785	5.875	6.921	6.805	6.863	6.369 b
<b>Média</b>	<b>5.891</b>	<b>5.782</b>	<b>5.836 B<sup>(3)</sup></b>	<b>7.462</b>	<b>7.166</b>	<b>7.314 A</b>	<b>6.575</b>
C.V. (%)				15,7			
F Azospirillum (A)				0,923 <sup>ns</sup>			
F Genótipos (B)				4,322 <sup>*</sup>			
F Adubação N (C)				49,188 <sup>*</sup>			
F Interação A x B				0,384 <sup>ns</sup>			
F Interação A x C				0,198 <sup>ns</sup>			
F Interação B x C				1,505 <sup>ns</sup>			
F Interação A x B x C				1,431 <sup>ns</sup>			

<sup>(1)</sup> CI = com inoculação e SI = sem inoculação.

<sup>(2)</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade do erro.

<sup>(3)</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste de t (Student) a 5% de probabilidade do erro.

ns = não significativo a 5% de probabilidade.

\* = significativo a 5% de probabilidade.

às parcelas sem aplicação de N (Tabelas 3 e 4).

Nesse sentido, constata-se que as respostas da cultura do milho à ureia aplicada em cobertura, em solos com altos teores de matéria orgânica e manejados há mais de uma década em sistema de plantio direto, como é o caso da presente pesquisa, são dependentes das condições ambientais de cultivo (Lovato et al., 2004). As maiores repostas ao N, nos dois locais, ocorreram no ano agrícola com menor disponibilidade hídrica, 2012/13.

Outra constatação é a ausência de interação entre genótipos e doses de nitrogênio, embora tenham sido utilizados desde variedades de polinização aberta até híbridos simples com alto potencial de rendimento. Por outro lado, Majerowicz et al. (2002) verificaram que existem diferenças na eficiência de uso do nitrogênio em genótipos de milho com diferentes bases genéticas.

Embora a inoculação com *A. brasilense* seja uma tecnologia de baixo custo e baixo impacto ambiental, sua indicação técnica precisa ser aprimorada, considerando, principalmente, os genótipos usados e o nível de investimento utilizado na lavoura. É necessário estudar novas estirpes e formulações de inoculantes para aumentar a eficiência da inoculação a fim de reduzir a dose de fertilizantes nitrogenados ou aumentar a produtividade de grãos da cultura.

## Conclusão

A inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* não proporcionou incrementos significativos na produtividade de grãos em genótipos com bases genéticas distintas com ou sem adubação nitrogenada de cobertura.

## Referências

1. BARBIERI, P.; ZANELLI, E.; GALLI, E. et al. Wheat inoculation with *Azospirillum brasilense* Sp6 and some mutants altered in nitrogen fixation and indole-3-acetic acid production. **FEMS Microbiology Letters**, v.36, n.1, p.87-90, 1986.
2. BULLA, D.; BALBINOT JR., A.A. Inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* em diferentes doses de nitrogênio. **Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 2, p. 61-63, jul. 2012.
3. DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A. et al. Phytostimulatory effect of *Azospirillum brasilense* wild type and mutant strains altered in IAA production on wheat. **Plant and Soil**, v.212, n.1, p.155-164, 1999.
4. FALLIK, E.; OKON, Y.; EPSTEIN, E. et al. Identification and quantification of IAA and IBA in *Azospirillum brasilense*-inoculated maize roots. **Soil Biology and Biochemistry**, v.21, n.1, p.147-153, 1989.
5. GYANESHWAR, P.; JAMES, E.K.; REDDY, P.M. et al. *Herbaspirillum* colonization increases growth and nitrogen accumulation in aluminum-tolerant rice varieties. **New Phytologist**, New York, v.154, n.2, p.131-145, 2002.
6. HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p.
7. LIN, W.; OKON, Y.; HARDY, R.F. Enhanced mineral uptake by *Zea mays* and *Sorghum bicolor* roots inoculated with *Azospirillum brasilense*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.45, n.6, p.1775-1779, 1983.
8. LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. et al. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.1, p.175-187, 2004.
9. MACHADO, A.T.; SODEK, L.; DÖBEREINER, J. et al. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.6, p.961-970, 1998.
10. MAJEROWICZ, N.; PEREIRA, J.M.S.; MEDICI, L.O. et al. Estudo da eficiência de uso do nitrogênio em variedades locais e melhoradas de milho. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.2, p.129-136, 2002.
11. OKON, Y.; LABANDERA-GONZALEZ, C.A. Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v.26, n.12, p.1591-1601, 1994.
12. REIS, V.M.; BALDANI, J.I.; BALDANI, V.L.D. et al. Biological nitrogen fixation in gramineae and plant trees. **Critical Reviews in Plant Science**, London, v.19, n.3, p.227-247, 2000.
13. RIGG S, P.J.; CHELIUS, M.K.; INIGUEZ, A.L. et al. Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria. **Australian Journal of Plant Physiology**, Sydney, v.28, n.9, p.829-836, 2001.
14. ROESCH, L. F.; CAMARGO, F.; SELBACH, P. et al. Identificação de cultivares de milho eficientes na absorção de nitrogênio e na associação com bactérias diazotróficas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.924-927, 2005.
15. TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.37, p.1016-1024, 1979. ■