

### **Nitrogênio e *Azospirillum brasilense* na Cultura do Milho**

**Marco Antônio Moreira Pereira<sup>1</sup>, Luciano Vaz Pereira<sup>2</sup>, José Augusto Rodrigues Guimarães<sup>3</sup>, Renan Cesar Dias da Silva<sup>4</sup>, Monique Caroline Silva Ribeiro<sup>5</sup>, Thiago Prudente Siqueira<sup>6</sup>, Vitor Corrêa de Mattos Barreto<sup>7</sup>, Adilson Pelá<sup>8</sup> e Claudenir Facincani Franco<sup>9</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmico da Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Ipameri, GO e bolsista CNPq/Pibic. <sup>1</sup>agro.marcopereira@gmail.com. <sup>2,3,4,5,6</sup>Acadêmicos da Universidade Estadual de Goiás. <sup>7,8</sup>Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Ipameri. <sup>7</sup>barreto@ueg.br, <sup>8</sup>adilson.pela@ueg.br. <sup>9</sup>FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP. <sup>9</sup>cfafranco@hotmail.com

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar o rendimento da cultura do milho em função das doses de N e da presença de *Azospirillum brasilense*. O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Goiás, Ipameri-GO, safra 2011/12. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x7, com quatro repetições. O primeiro fator foi a presença ou ausência do inoculante contendo estirpes de *Azospirillum brasilense*; e o segundo, sete doses de nitrogênio em cobertura, de 0, 50, 100, 150, 200, 250 e 300 kg ha<sup>-1</sup>. As parcelas compuseram de 4 linhas de 4 metros cada, perfazendo a área útil os 5,6 m<sup>2</sup> centrais. A semeadura ocorreu, manualmente, visando obter população de 62000 plantas ha<sup>-1</sup> do híbrido simples 30F53H. A adubação de cobertura foi realizada quando as plantas estavam no estágio fenológico V3, usando-se uréia como fonte de N na linha de semeadura. A colheita foi realizada aos 130 dias após emergência avaliou-se a altura de plantas, massa seca de 1000 grãos, produtividade de grãos e a massa seca de planta. Ocorreram interações significativas entre as doses de N e a bactéria *A. brasilense*, obtendo com a inoculação e sem a aplicação de N em cobertura, um incremento de 21% na produtividade.

Palavras-chave: *Zea mays* L., inoculante.

### **Introdução**

A cultura do milho (*Zea mays* L.) possui diversas utilizações na alimentação humana, animal ou como biocombustível assumindo, portanto, um relevante papel sócio econômico (FANCELLI e DOURADO NETO, 2008). De acordo com a CONAB (2012), a produção brasileira de milho esperada para a safra 2011/12 deverá ficar em 65.143,7 mil toneladas, com variação de 13,5% em relação à safra passada, quando foram colhidas 57.406 mil toneladas. Esta estimativa poderá ser afetada por algum fator de produção, porém o clima favorável está indicando uma safra recorde de milho para o ano agrícola 2011/12.

A produtividade desta cultura vem aumentando ano após ano, visto que grandes países produtores, como Estados Unidos e Brasil, atingiram esses ganhos graças ao aumento do uso de fertilizantes minerais nitrogenados e a eficiência na utilização de novas tecnologias (NETO, 2010).

O nitrogênio é um dos nutrientes que apresentam os efeitos mais expressivos no aumento da produção de grãos na cultura do milho. Apresenta grande importância como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucléicos e citocromos, além de ser integrante da molécula de clorofila (GROSS et al., 2006).

Mundstock e Silva (2005) salientam que para cada tonelada de grãos produzidos a planta necessita extrair 27,7 kg de N do solo. Desta forma, verifica-se que tal nutriente é fator limitante no aumento da produtividade desta cultura, além de ser o mais oneroso nos custos com adubação, aproximadamente 40%.

Cavaglieri et al. (2009) e Compant et al. (2010) citam que uma das maneiras de melhorar o desempenho de cereais está na utilização de inoculantes à base de bactérias que induzem efeitos positivos no crescimento das plantas. Desta forma, Hungria et al. (2010) ressaltam a importância do gênero *Azospirillum*, o qual é composto por espécies de bactérias gram negativas de vida livre no solo que colonizam as raízes de muitas plantas cultivadas, principalmente gramíneas. O principal atributo de importância agrônômica está na capacidade deste em fixar nitrogênio atmosférico, com reflexo no crescimento das plantas, ganhos de produtividades de grãos e diminuições dos gastos com fertilizantes nitrogenados em cereais.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência da inoculação com *Azospirillum brasilense* em função da adubação nitrogenada.

### Material e Métodos

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Ipameri-GO, na safra 2011/12, em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, localizada à latitude de 18° 12' 32'' S longitude 48° 14' 51'' N, com altitude de 800 metros. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é classificado como Aw. O volume de precipitação pluvial no ciclo da cultura foi 1.266 mm, sendo satisfatório à cultura.

A análise do solo, na camada de 0-0,2 m, apresentou os seguintes valores: pH = 5,5; P = 2,2 mg dm<sup>-3</sup>; K = 1,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 17 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 43 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 71 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 40%; M.O. = 39 g dm<sup>-3</sup>. Foi realizada a calagem visando elevar a saturação de bases à 60%, com calcário filler (PRNT 75%), 60 dias antes da semeadura, incorporado com grade aradora na camada de 0,2 m.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x7, com quatro repetições. Sendo o primeiro fator: presença ou ausência do inoculante, contendo estirpes de *Azospirillum brasilense*, e o segundo, sete doses de nitrogênio em cobertura, de 0, 50, 100, 150, 200, 250 e 300 kg ha<sup>-1</sup>. As parcelas foram

compostas por 4 linhas de 4 metros de comprimento, espaçadas em 0,9 m, sendo a área útil as duas linhas centrais, excluindo-se 0,5m das extremidades.

A semeadura ocorreu, manualmente, no dia 14/11/2011 visando obter população de 62000 plantas ha<sup>-1</sup> do híbrido simples 30F53H, sendo realizada a inoculação das sementes, na proporção de  $2 \times 10^{10}$  unidades formadoras de colônia ha<sup>-1</sup> das cepas AbV5 e AbV6 da bactéria *Azospirillum brasilense*. A adubação de semeadura foi realizada no sulco, sendo fornecidos 25 kg ha<sup>-1</sup> de N, 125 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

A adubação de cobertura foi realizada no estágio fenológico V3 (três folhas totalmente expandidas), sendo aplicadas as doses dos tratamentos (0; 50; 100; 150; 200; 250 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de N) na linha de plantio a lanço, utilizando-se como fonte a uréia (45% de N). Aplicou-se 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em cobertura, em todos os tratamentos. O controle de plantas daninhas foi realizado com o uso de atrazina e tembrotona em pós-emergência. Já para o controle preventivo de doenças, usou-se o fungicida (azoxystrobin + ciproconazol), em duas aplicações, sendo a primeira com 40 dias após emergência e a segunda com 60 dias após emergência.

A colheita foi realizada manualmente, aos 130 dias após emergência, sendo avaliados os seguintes parâmetros: altura total, cuja média foi obtida a partir de 10 plantas ao acaso; massa seca de 1.000 grãos e a produtividade de grãos, determinada por pesagem dos grãos produzidos em cada parcela, corrigindo-se o teor de água para 14%, e a massa seca de planta, com média de duas plantas por parcela, que foram submetidas à secagem em estufa a 70°C até peso constante.

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão, utilizando-se o “software” SISVAR, a 5% de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

Houve diferenças significativas entre os tratamentos para os parâmetros avaliados, exceto para a altura de plantas.

Os resultados verificados na avaliação da produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) mostraram-se significativos, sendo que as doses de N em cobertura quando associadas ao *A. brasiliense* promoveram diferenças estatísticas, onde a inoculação e ausência de aplicação de N em cobertura propiciou um incremento de 21% (Tabela 1).

Tal resultado confirma o fato de que a fixação biológica de nitrogênio é reduzida quando há o fornecimento de N mineral. Além disso, Sala et al. (2007) ressaltam que existem

relatos de respostas positivas à inoculação de vários gêneros e espécies de bactérias endofíticas, como também ausência de resposta de planta à inoculação e até mesmo de efeitos negativos, dependendo da espécie vegetal, do genótipo, das condições nutricionais, assim como de fatores abióticos do meio ambiente.

Quanto à produtividade de matéria seca de plantas, não observou-se interações significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

Para a massa seca de 1000 grãos verificaram-se resposta significativa no desdobramento da inoculação sob as doses de N aplicados em cobertura, onde a dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N propiciou um incremento de 8,2%, quando realizada a inoculação, na massa seca de 1000 grãos (Tabela 3).

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio e por isso requer o uso de adubação nitrogenada intensiva quando se almeja alcançar produtividades elevadas (BARROS NETO, 2008). Portanto, verifica-se que para a obtenção de elevadas produtividades, este parâmetro é de suma importância, uma vez que o mesmo é o de maior efeito no rendimento total de grãos.

Já para altura de plantas não se observaram interações significativas entre os tratamentos, uma vez que mesmo as doses de N não influenciaram neste parâmetro (Tabela 4). Resultado semelhante foi obtido por Campos et al. (2000) em experimentos conduzidos no município de Cruz Alta no RS.

As condições ambientais decorrentes durante a condução do experimento, como o fato do volume de precipitação pluvial elevado e o possível suprimento de N, naturalmente pelo solo, podem ter promovido menores interações sob os parâmetros de rendimento da cultura do milho, entretanto tal prática vem se apresentado economicamente viável em lavouras comerciais. Okon e Vanderleyden (1997) salientam que apesar de alguns resultados contraditórios, as inoculações com *Azospirillum*, na maioria dos casos, resultam em maiores acúmulos de matéria seca, e conseqüentemente, na produtividade de grãos, principalmente quando submetidos a genótipos pouco melhorados e condições de baixa disponibilidade de N.

Portanto, os resultados apresentados justificam a continuidade de trabalhos que visem obter respostas da inoculação de bactérias do gênero *Azospirillum* em espécies de gramíneas, principalmente sob condições abióticas adversas.

### **Literatura Citada**

BARROS NETO, C. R. Efeito do nitrogênio e da inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* no rendimento de grãos de milho. 2008. 29 p. Trabalho de Conclusão de Curso

(Graduação em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná.

CAMPOS, B.H.C.; THEISEN, S.; GNATTA, V. Avaliação do inoculante “graminante” na cultura de milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.4, p.713-715, 2000.

CAVAGLIERI, L., ORLANDO, J., ETCHEVERRY, M. Rhizosphere microbial community structure at different maize plant growth stages and root locations. *Microbiol. Resear.*, 164:391-399, 2009.

COMPANT, S., CLÉMENT, C., SESSITSCH, A. Plant growth promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: Their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biol. Biochem.*, 42:669-678, 2010.

CONAB- Campanha Nacional de Abastecimento: Acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_04\\_11\\_15\\_04\\_18\\_boletim\\_abril\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_04_11_15_04_18_boletim_abril_2012.pdf)> Acesso em: 01 de maio de 2012.

FANCELLI, L.A.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Livrocere: Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 2<sup>o</sup> Edição, 2008, 360p.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

HUNGRIA, M., CAMPO, R., SOUZA, E., PEDROSA, F. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant Soil*, 331:413-425, 2010.

MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, Paulo Regis. Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos. Departamento de plantas de lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf. Porto Alegre-RS, 2005.

NETO, C. R. Efeito do nitrogênio e da inoculação de sementes com *Azospirillum brasiliense* no rendimento de grãos de milho. Disponível em: <<http://www.uepg.br/colégiados/colagro/monografias/ClaudioRobertoDeBarrosNeto.pdf>> acesso em: 10/03/2010.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root associated *Azospirillum* species can stimulate plants. *ASM News*, v. 63, p. 364-370, 1997.

SALA, V. M. R.; SILVEIRA, A. P. D. da; CARDOSO, E. J. B. N. Bactérias Diazotróficas Associadas a Plantas Não-leguminosas. In: SILVEIRA, A. P. D. da; FREITAS, S. dos S. Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental. Campinas. Instituto Agrônomo, 2007. Cap. 6, p. 97-115.

**Tabela 1.** Produtividade de grãos de milho em função das doses de N em cobertura e *Azospirillum brasiliense*, no município de Ipameri-GO, safra 2011/12.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade		
	A	B	[(A-B)*100]/A
	Inoculação <i>A. brasiliense</i> (kg ha <sup>-1</sup> )	Sem inoculação (kg ha <sup>-1</sup> )	Diferença %
0	7609,7 a	6007,0 b	21,0
50	7465,4 a	7232,9 a	3,1
100	6915,3 a	7592,0 a	-9,7
150	9020,3 a	7981,5 a	11,5
200	8187,2 a	7813,9 a	4,5
250	8275,5 a	8336,5 a	-0,7
300	8091,7 a	8850,0 a	-9,3
Médias	7937,9 a	7687,7 a	3,1
CV (%)	11,25		

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Massa Seca de 1000 grãos de milho em função das doses de N em cobertura e *Azospirillum brasiliense*, no município de Ipameri-GO, safra 2011/12.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Massa Seca de 1000 grãos		
	A	B	[(A-B)*100]/A
	Inoculação <i>A. brasiliense</i> (kg)	Sem inoculação (kg)	Diferença %
0	0,300 a	0,283 a	6,0
50	0,304 a	0,279 b	8,2
100	0,303 a	0,300 a	0,9
150	0,319 a	0,299 a	6,2
200	0,319 a	0,307 a	3,7
250	0,310 a	0,304 a	1,9
300	0,303 a	0,309 a	-1,9
Médias	0,308 a	0,297 b	3,7
CV (%)	5,7		

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Matéria seca de plantas de milho em função das doses de N em cobertura e *Azospirillum brasiliense*, no município de Ipameri-GO, safra 2011/12.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Matéria Seca de plantas		
	A	B	[(A-B)*100]/A
	Inoculação <i>Azospirillum</i> (kg ha <sup>-1</sup> )	Sem inoculação (kg ha <sup>-1</sup> )	Diferença %
0	13900,7 a	12386,8 a	10,8
50	12726,8 a	14185,2 a	-11,4
100	14617,9 a	14269,3 a	2,3
150	16327,1 a	16521,6 a	-1,1
200	15961,6 a	16260,3 a	-1,8
250	15242,2 a	15745,7 a	-3,3
300	16126,9 a	16263,2 a	-0,8
Médias	14986,2 a	15090,3 a	-0,6
CV (%)	18,29		

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Altura de plantas de milho em função das doses de N em cobertura e *Azospirillum brasilense*, no município de Ipameri-GO, safra 2011/12.

Dose (kg ha <sup>-1</sup> )	Altura de plantas		
	A Inoculação <i>A. brasilense</i> (cm)	B Sem inoculação (cm)	[(A-B)*100]/A Diferença %
0	228 a	230 a	-0,8
50	233 a	235 a	-0,8
100	235 a	236 a	-0,4
150	227 a	235 a	-3,6
200	233 a	230 a	1,2
250	234 a	232 a	0,8
300	226 a	230 a	-1,7
Médias	231 a	233 a	-0,8
CV (%)	2,51		

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.