



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

## PRODUTIVIDADE DO MILHO EM RESPOSTA A DOSES DE *AZOSPIRILLUM* BRASILENSE APLICADO NA CAIXA DE SEMEADURA

Lucas Caiubi Pereira<sup>1</sup>, Danilo Cesar Volpato Martelli<sup>2</sup>, Alessandro Lucca Braccini<sup>3</sup>; Thaisa Cavalieri Matera<sup>4</sup>, Andreia Kazumi Suzukawa<sup>5</sup>, Lorena Moreira Lara<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. lucascuiubi@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. danilomartelli@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. albraccini@uem.br

<sup>4</sup> Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. thaisamatera@hotmail.com

<sup>5</sup> Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. kazumi.s@gmail.com

<sup>6</sup> Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. Imoreiralara@gmail.com

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica de diferentes doses do inoculante em pó à base de *Azospirillum brasilense*) aplicado na caixa de semeadura, sobre os componentes da produtividade da cultura do milho. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições. Os tratamentos consistiram em uma testemunha absoluta; dose total de N recomendada para a cultura; 1/2 dose de N recomendada para a cultura; 1/2 dose de N + inoculação com *A. brasilense* na formulação líquida; 1/2 dose de N + inoculante em pó aplicado diretamente na caixa de distribuição de sementes, em quatro doses (1, 2, 4 e 8 g kg<sup>-1</sup> de sementes). Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: produtividade de grãos e massa de mil grãos. Todos os tratamentos cujas sementes foram submetidas à inoculação com a bactéria (1/2 dose de N + inoculante em pó) demonstraram resultados de rendimento superiores ao tratamento em que a dose total de N foi aplicada, independentemente da dose de *A. brasilense* aplicada na caixa de semeadura. No entanto, resultados superiores foram obtidos para o tratamento em que se associou 1/2 dose de N com o inoculante em pó na porção de 2 g kg<sup>-1</sup> de semente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays*; Fixação biológica; Inoculante em pó.

### 1 INTRODUÇÃO

O N é o nutriente consumido em maior quantidade pela planta de milho (JAKELAITIS et al., 2005). Fato que torna a aplicação de adubos nitrogenados indispensável para se atingir elevadas produtividades. No entanto, segundo Moreira e Siqueira (2002), menos da metade do N aplicado no solo é absorvido pelas plantas, o restante pode ser imobilizado ou perdido por volatilização ou lixiviação.

Neste cenário, tem sido estimulada a busca de alternativas que possam maximizar a disponibilidade desse nutriente às plantas, principalmente no que diz respeito à inoculação com *Azospirillum* spp., bactérias diazotróficas de vida livre capazes de suprir parcialmente a necessidade de nitrogênio na cultura (DOBBELAERE et al., 1996). A este respeito, trabalhos como os de Reis Júnior et al. (2008) e Braccini et al. (2012) permitem afirmar que a aplicação de N fertilizante associada à inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. em formulação líquida é prática consolidada e consagrada no manejo da cultura do milho. Todavia, as informações na literatura especializada a respeito da utilização de diferentes formulações e/ou modos de aplicação do inoculante, que não seja por intermédio do tratamento de sementes, são relativamente escassas e merecem ser estudadas de maneira mais aprofundada.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a resposta agrônômica da cultura do milho cultivada com diferentes doses de inoculante em pó à base de *A. brasilense*, aplicado diretamente na caixa de semeadura, em comparação com a inoculação padrão (formulação líquida aplicada via tratamento de sementes).



## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área experimental localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, situada a uma latitude de 23°02' sul e longitude de 52°04' a oeste de Greenwich, com altitude média de 509 m.

Além da inoculação padrão (tratamento de sementes com formulação líquida) os tratamentos consistiram na utilização de três níveis de adubação nitrogenada (0%, 50% e 100%), em associação a quatro doses de produto em pó à base de *A. brasilense* (1, 2, 4 e 8 g kg<sup>-1</sup> de semente) aplicado nas sementes na caixa de distribuição, no momento da semeadura. O esquema detalhado dos tratamentos encontra-se apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Esquema detalhado dos tratamentos com diferentes doses de inoculante em pó à base de *A. brasilense*, associados a níveis de adubação com N e inoculação padrão com a formulação líquida

Tratamento	Adubação Nitrogenada	Dose do inoculante	Formulação do Inoculante	Forma de inoculação
1	-	-	-	-
2	100% <sup>1</sup>	-	-	-
3	50%	-	-	-
4	50%	100 mL ha <sup>-1</sup>	Líquida	Tratamento de sementes
5	50%	1 g kg <sup>-1</sup>	Pó	Caixa de distribuição <sup>2</sup>
6	50%	2 g kg <sup>-1</sup>	Pó	
7	50%	4 g kg <sup>-1</sup>	Pó	
8	50%	8 g kg <sup>-1</sup>	Pó	

<sup>1</sup> Adubação nitrogenada recomendada com base na expectativa de produtividade de 10.000 kg ha<sup>-1</sup>.

<sup>2</sup> Aplicação realizada na caixa da semeadora e homogeneizado na massa de sementes.

Tendo por base a análise físico-química do solo e considerando uma expectativa de produtividade de, aproximadamente, 10.000 kg ha<sup>-1</sup>, a instalação e a condução da lavoura experimental foram realizadas de acordo com os pressupostos da Embrapa (2015). O sistema de semeadura adotado foi o direto e a semeadura foi realizada em 28 de outubro de 2016, utilizando-se o híbrido simples de milho AS 1596 VT PRO3. A densidade de semeadura foi de, aproximadamente 8 plantas viáveis por metro linear, no espaçamento de 0,90 m entrelinhas. Do total de N recomendado em cada tratamento, 1/3 foi aplicado no plantio e 2/3 em cobertura, aos 45 dias após a semeadura.

No estágio fisiológico de maturidade completa, caracterizado por 95% das sementes apresentando formação da camada preta (DAYNARD; DUNCAN, 1969), a área útil das parcelas foi manualmente colhida; as espigas obtidas foram debulhadas em máquina debulhadora estacionária, obtendo-se, desta forma, uma massa de sementes que foi limpa com o auxílio de peneiras manuais e selecionador de impurezas digital e acondicionada em sacos de papel tipo kraft multifoliado. A partir da massa limpa de grãos, a produtividade foi obtida por meio de pesagem em balança analítica. O peso dos grãos foi corrigido para 13% de umidade, calculando-se posteriormente o rendimento de grãos em kg ha<sup>-1</sup>.

O peso de mil grãos foi determinado pela pesagem de 8 subamostras de 100 grãos para cada repetição de campo, com auxílio de balança analítica com precisão de um miligrama. Em seguida, obedecendo ao critério do coeficiente de variação inferior a quatro, os resultados foram multiplicados por 10, de acordo com BRASIL (2009).

O delineamento experimental adotado foi em blocos completos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições de campo. Atendidas as pressuposições básicas para a análise de





variância, os dados foram submetidos à Anova pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Quando o teste "F" foi significativo, a 5% de probabilidade, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste t (LSD), por meio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 2 que a utilização de  $\frac{1}{2}$  da dose de N associada à utilização do inoculante em pó, independentemente da dose, proporcionou acréscimo na produtividade do milho, comparativamente ao tratamento em que 100% de N foi empregado (tratamento 2) ou àquele em que se utilizou  $\frac{1}{2}$  da dose de N + inoculante padrão na forma líquida (tratamento 4). Esses resultados comprovam a hipótese de que as bactérias diazotróficas podem ser eficazes na fixação biológica do N atmosférico na cultura do milho

Em relação à variável resposta produtividade de grãos (Tabela 2), novamente os tratamentos em que foi realizada a inoculação (independentemente da formulação ou da dose do produto empregado) demonstraram-se superiores ao tratamento 2 (dose total de N). Tais resultados tornam-se relevantes, uma vez que, a inoculação com *A. brasilense* via sementes, na forma líquida ou em pó, possibilita ao agricultor otimizar sua lucratividade, sobretudo em razão do menor custo do inoculante, comparativamente aos fertilizantes nitrogenados. Tais resultados corroboram com os resultados obtidos por Hungria et al. (2010) e Braccini et al. (2012), os quais, trabalhando com as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 de *A. brasilense*, em veículo líquido, obtiveram aumentos de até de 26% na produtividade do milho.

**Tabela 2:** Resultados médios da massa de mil grãos (M.M.G.) e produtividade (PROD.) de grãos do híbrido AS 1596 VT PRO3, em resposta as diferentes doses de inoculante em pó AZP, associadas à metade de adubação nitrogenada recomendada para a cultura do milho (Maringá – PR, 2016/2017)

Tratamento	M.M.G. (g)	PROD. (kg ha <sup>-1</sup> )
1	235,78 G	5.968,75 H
2	261,45 E	8.711,81 F
3	252,54 F	7.572,92 G
4	284,78 C	10.989,58 D
5	302,83 B	13.795,14 B
6	314,61 A	15.968,75 A
7	295,95 B	12.432,29 C
8	272,83 D	9.858,83 E
Média	277,59	10.662,25
C.V (%)	2,01	3,96

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).

Segundo Didonet (1993), os efeitos benéficos atribuídos à inoculação de gramíneas com *Azospirillum* spp. resultam da combinação de diferentes mecanismos que em conjunto desencadeiam vários fenômenos. Tais efeitos podem ser diretos e indiretos; de maneira que os primeiros são atribuídos o processo de fixação biológica, produção de fitormônios e solubilização de fosfato inorgânico. Cavallet et al. (2000) relatam que os fitormônios produzidos pela associação bactéria-planta interferem no crescimento vegetal, alterando a morfologia das raízes. Tais alterações



Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

morfológicas incluiriam a alongação do sistema radicular, de modo a possibilitar a exploração de um volume maior de solo.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que a inoculação das sementes com *A. brasilense* associada a  $\frac{1}{2}$  dose de N pode assegurar resultados de produtividade na cultura do milho superiores, inclusive, ao sistema de produção em que o aporte de N se dá exclusivamente via fertilização mineral.

Para ambas as variáveis analisadas, o tratamento 6 ( $\frac{1}{2}$  dose de N em combinação com o inoculante em pó na proporção de  $2 \text{ g kg}^{-1}$  de sementes apresentou resultados significativamente superiores aos demais.

#### REFERÊNCIAS

BRACCINI, A.L.; DAN, L.G.M.; PICCININ, G.G.; ALBRECHT, L.P.; BARBOSA, M.C.; ORTIZ, A.H.T. Seed inoculation with *Azospirillum brasilense* associated with the use of bioregulators in maize. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 58-64, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Mapa/ACS, Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

CAVALETT, L.E.; PESSOA, A.C.S.; 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**, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

DAYNARD, T.B.; DUNCAN, W.G. The black layer and grain maturity in com. **Crop Science**, v. 9, n. 4, p. 473-476, 1969.

DIDONET, A.D. **Aspectos do mecanismo de ação fisiológica associada à promoção do crescimento radicular de trigo (*Triticum aestivum* L.) por bactérias do gênero *Azospirillum***. 1993. 80f. Tese (Doutorado Pós-Graduação Instituto de Biologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

DOBBELAERE, S.; CROONRNBOGHES, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLERO-MELLADO, J.; AGUIRRE, J.F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. Responses of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, p. 871-879, 2001.

EMBRAPA. **Cultivo do Milho**. Sistema de Produção 1, 9. ed. 2015. Disponível em:

<[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicId=8658](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicId=8658)>



**X**  
**EPCC**

Encontro Internacional  
de Produção Científica  
24 a 26 de outubro de 2017

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. S.; PEDROSA, F. O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1/2, p. 413-425, 2010.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, p. 39-46, 2005.

MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. (2002). **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002, 625p.

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.