

Produtividade da cultura do Milho em resposta a inoculação com *Azospirillum brasiliense* na região do Baixo Parnaíba. ⁽¹⁾

Isaiás dos Santos Reis ⁽²⁾; Mariléia Barros Furtado ⁽³⁾; Edvaldo Aguiar de Oliveira Júnior ⁽⁴⁾; Luana Almeida Torres ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos próprios; ⁽²⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão, Campus IV Chapadina, Maranhão – santos.isaias78@gmail.com; ⁽³⁾ Professora Adjunta III do Curso de Agronomia, da Universidade Federal do Maranhão, Campus IV Chapadina, Maranhão – marileiafurtado@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo - ed-valdo-86@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão, Campus IV Chapadina, Maranhão - almeida.luh@hotmail.com;

RESUMO: A planta de milho é bastante exigente em nutrientes, principalmente em nitrogênio, essencial para o desenvolvimento da cultura. A inoculação de milho com bactérias fixadoras de nitrogênio, principalmente com *Azospirillum brasiliense*, apesar de não apresentar nódulos, tem mostrado que esta simbiose é promissora. O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade de milho, inoculado com estirpes de *Azospirillum brasiliense* e associado com diferentes doses de nitrogênio, na região de Chapadina – MA. O ensaio foi desenvolvido em vasos com capacidade de 10 L. Utilizaram-se 30 vasos, cada um contendo uma única planta (parcela). O delineamento foi em DIC, com cinco tratamentos e seis repetições a seguir: T1 = testemunha (sem *Azospirillum* e sem nitrogênio em cobertura); T2 = com *Azospirillum* e sem nitrogênio em cobertura, T3 = sem *Azospirillum* mais 100 kg/ha de N em cobertura (recomendação), T4 = com *Azospirillum* mais 50 kg.ha⁻¹ de N em cobertura e T5 = com *Azospirillum* mais 100 kg.ha⁻¹ de N em cobertura. De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que a inoculação com *Azospirillum brasiliense* não promoveu incremento na produtividade da cultura do milho, sendo o incremento verificado, proveniente da adubação nitrogenada.

Termos de indexação: *Zea mays*, Nitrogênio, Produção de grãos.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado em grande escala no mundo todo e o custo atual de produção é bastante elevado, devido ao alto nível tecnológico a ele empregado. Por se tratar de uma cultura muito exigente em elementos nitrogenados, torna-se interessante a idéia do uso de microrganismos fixadores de nitrogênio (DÖBEREINER et al., 1992).

Neste contexto, o estudo de microrganismos diazotróficos capazes de fixar nitrogênio atmosférico está cada vez mais intensificado, principalmente no campo das gramíneas. Bactérias do gênero *Azospirillum* possuem essa capacidade e vivem de forma livre no solo, por isso, estirpes de bactérias desse gênero estão sendo estudadas para

as possíveis formas de associação com gramíneas (BÁRBARO et al., 2008).

O efeito da bactéria *Azospirillum* spp. no desenvolvimento do milho e em outras gramíneas, tem sido pesquisado, não somente quanto ao rendimento das culturas, mas, também, com relação às causas fisiológicas que, possivelmente, aumentam esse rendimento (BÁRBARO, 2008).

Para a cultura do milho, entre os vários gêneros de bactérias, com potencial de uso para a FBN, as do gênero *Azospirillum* são as mais estudadas. Respostas positivas à inoculação com *Azospirillum* têm sido observadas em plantas, inclusive quando cultivadas com altos níveis de nitrogênio, indicando que as respostas da planta não são apenas devido ao N₂ fixado, mas pela produção de outras substâncias (PAISSOTO, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de milho, inoculado com *Azospirillum brasiliense* e com diferentes doses de nitrogênio, na região de Chapadina – MA, visando buscar alternativas para uma produção mais ecológica e com menor custo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal do Maranhão, Campus de Chapadina, no período compreendido entre janeiro a maio de 2011. O solo utilizado é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (LAd), textura franco-arenosa, segundo Santos et al. (2013). A análise química das amostras apontava pH de 4,94; CTC 5,96 cmolc.dm⁻³; V% 16,43%; Ca 0,72 cmolc.dm⁻³; Mg 0,23 cmolc.dm⁻³; H+Al 4,98 cmolc.dm⁻³; K 0,02 cmolc.dm⁻³ e P de 1,40 mg.dm⁻³.

O solo foi devidamente corrigido e a quantidade de calcário utilizada foi determinada pelo método da saturação de bases.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados (DIC) com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 parcelas (vasos). O ensaio foi desenvolvido em vasos com volume de 10L, os quais foram submetidos a condições normais de temperatura e luminosidade e monitorados durante todo o período



experimental. A semeadura do milho foi realizada no dia 26 de janeiro de 2011, onde foram colocadas três sementes por vaso, desbastando-se posteriormente para uma plântula por vaso.

Os tratamentos avaliados foram: T1 = testemunha (sem *Azospirillum* e sem nitrogênio em cobertura); T2 = com *Azospirillum* + sem nitrogênio em cobertura, T3 = sem *Azospirillum* + 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura (recomendação), T4 = com *Azospirillum* + 50 kg ha⁻¹ de N em cobertura e T5 = com *Azospirillum* + 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura. As doses de nitrogênio mencionadas nos tratamentos foram aplicadas em cobertura quando a planta obteve a quantidade de seis a oito folhas totalmente desenvolvidas.

A adubação de plantio constou de 20 kg ha⁻¹ de N (0,36 g.planta), 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (1,8 g.planta⁻¹) e 70 kg ha⁻¹ de K₂O (1,26 g.planta⁻¹).

Foram utilizadas sementes do híbrido simples 30F35 da Pioneer®, as quais foram tratadas com o uso de inseticidas à base de Fipronil e Tiametoxam.

A inoculação das sementes com o produto comercial Masterfix gramíneas®, concentração de 108 células ml⁻¹ foi realizada de acordo com a recomendação do fabricante, ou seja, na concentração de 67 ml ha⁻¹. Os tratamentos sem o uso do inoculante foram os primeiros a serem plantados de maneira a evitar qualquer tipo de contaminação.

Avaliações fitotécnicas

O diâmetro do colmo foi determinado por meio de um paquímetro de precisão, em milímetros, no primeiro entrenó acima do colo da planta, em cada vaso. A altura da planta foi avaliada aos 75 dias após a emergência. Foi considerada altura da planta a distância entre o nível do solo e o ponto de inserção da folha bandeira.

A altura de inserção da primeira espiga foi determinada pela distância, em metros, entre a superfície do solo e a inserção da primeira espiga. O comprimento da espiga foi determinado por meio de uma régua, em centímetros, em todas as espigas das parcelas, totalizando 30 espigas.

O diâmetro da espiga foi determinado por meio de um paquímetro de precisão, em centímetros, em todas as espigas das parcelas. O número de fileiras por espiga foi determinado em todas as espigas das parcelas, mediante contagem.

O número de grãos por fileira foi determinado em todas as espigas de cada parcela, mediante simples contagem, sendo estas as mesmas espigas utilizadas no item anterior. Massa de 100 grãos, realizou-se a contagem ao acaso de oito repetições de 100 grãos, que tiveram suas massas determinadas e ajustadas para 13% de teor de água.

A produtividade de grãos foi obtida a partir da

massa dos grãos, provenientes das parcelas, ajustadas para 13% de teor de umidade. Peso das raízes, foram retirados dos vasos e submetidos individualmente a jatos d'água de maneira a remover todo o solo deixando apenas o novelo de raízes. O peso das raízes foi determinado através da pesagem em balança de precisão, utilizando-se as raízes em seu estado desidratado.

A colheita do milho foi realizada 14 de maio de 2011, quando os grãos se encontravam no estado farináceo e com baixa umidade.

Análise estatística

Os dados coletados foram avaliados pela análise de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados foram processados com ajuda do software estatístico Assistat 7.6 beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises de variâncias, não houve diferença significativa entre os tratamentos para a altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo e peso de raízes (Tabela 1), o que demonstrou não haver efeito do inoculante utilizado sobre esses parâmetros, corroborando com os resultados encontrados por Cavallet et al. (2000).

Além disso, os resultados evidenciam que a adubação nitrogenada também não promoveu diferenças significativas sobre esses parâmetros, corroborando com Campos et al. (2000), os quais citam que a quantidade de nitrogênio aplicado não modifica o modo de atuação das bactérias.

A altura de plantas também não apresentou resposta ao tratamento com bactérias do gênero *Azospirillum* na cultura do trigo (CAMPOS et al., 1999) e arroz (ALBRECHT, 2008), o que demonstra que mais pesquisas devem ser realizadas para a verificação da atuação dessas bactérias em gramíneas, sobre parâmetros vegetativos.

Quadros (2009), avaliando diferentes cultivares de milho em resposta à aplicação de *Azospirillum*, observou não ter ocorrido efeito da bactéria no teor de nitrogênio e na matéria seca da parte aérea, corroborando os resultados deste experimento.

A inoculação com *Azospirillum* também não promoveu aumentos significativos na massa das raízes da cultivar analisada (Tabela 1). Resultados encontrados por Quadros (2009) mostraram que não houve incremento no volume de raiz pela inoculação por *Azospirillum* na maioria das cultivares de milho estudadas, mas que, apesar disso, das dez cultivares testadas, quatro delas apresentaram-se promissoras para outros testes com inoculação.



Em relação aos componentes de produção (Tabela 1), observa-se pela análise de variância que entre os parâmetros avaliados, somente o diâmetro de espiga, massa de 100 grãos e produtividade de grãos não obtiveram respostas significativas aos tratamentos estudados.

O comprimento de espiga diferiu significativamente entre os tratamentos com aplicação de 50 e 100% do nitrogênio recomendado, ambos com a presença de *Azospirillum*, porém, as maiores espigas foram obtidas onde o nitrogênio foi aplicado em maior quantidade (Tabela 1).

Para o número de fileiras por espiga, os tratamentos inoculados/adubados (T3 e T5), somente adubados (T4) mostraram superioridade sobre o tratamento que recebeu somente *Azospirillum* (T2), constatando que os tratamentos com a presença de nitrogênio mineral, proporcionaram os maiores incrementos, embora o tratamento sem inoculação e sem adubação nitrogenada em cobertura (testemunha) também tenha apresentada maiores médias. O mesmo pode ser observado para o parâmetro número de grãos por fileira.

A produtividade de grãos não foi influenciada pela inoculação com *Azospirillum* nem pela adubação nitrogenada (Tabela 1), o que resultou em produtividade abaixo da média nacional, indicando que não houve eficiência dos tratamentos testados para esse parâmetro.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Campos (2000), Bartchechen et al. (2010) e Janke et al. (2010), os quais também não obtiveram respostas à inoculação com *Azospirillum* na cultura do milho e, Campos et al. (1999), na cultura do trigo.

Apesar de não ter ocorrido efeito significativo do inoculante no peso de raiz e produtividade de grãos, é possível observar que há uma tendência ao aumento no rendimento, porém esse aumento está relacionado ao aumento da dose de nitrogênio aplicado (Figuras 1 e 2).

CONCLUSÕES

A inoculação com o produto Masterfix gramíneas® à base de bactérias *Azospirillum* brasiliense não promove incremento na produtividade da cultura do milho, sendo desnecessária sua utilização;

É necessário que se realize novos trabalhos utilizando estirpes de bactérias mais adaptadas as condições de solo e clima da região, de maneira a obter um material mais eficiente que promova o efeito esperado.

REFERÊNCIA

- ALBRECHT, A. J. P; et al. Avaliação da eficiência da inoculação das sementes de arroz (*Oryza sativa* L) com *Azospirillum*. In: IV MOSTRA DE TRABALHOS CIENTÍFICOS DE AGRONOMIA, 2007, Maringá. **Anais...**Umuarama: Universidade Estadual de Maringá, 2008. p. 48-50.
- BÁRBARO, I. M.; BRANCALIÃO, S. R.; TICELLI, M. **É Possível a Fixação Biológica de Nitrogênio no Milho?**. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/fixacao/index.htm>. Acesso em: 05 de out. 2010.
- BARTCHECHEN, A. et al. Efeito da inoculação de *Azospirillum* brasiliense na produtividade da cultura do milho (Zeamays L). **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 5, n. 1, p. 56-59, 2010
- CAMPOS, B. C. de; THEISEN, S; GNATTA, V. Inoculante "graminante" nas culturas do trigo e aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 401-407, 1999.
- CAMPOS, B. C. de; THEISEN, S; GNATTA, V. Inoculante "graminante" na cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 713-715. 2000.
- DÖBEREINER, J. **Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas**. In.: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M., NEVES, M.C.P. Microbiologia do solo. Campinas: SBCS, 1992.
- DÖBEREINER, J.; PAULA, M.A. de, MONTEIRO, E.M.S. A pesquisa em microbiologia do solo no Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 50, p. 841-854, 1992.
- JANKE, A; TRAGNAGO, J. L; et al. Produtividade de grãos de um híbrido de milho em resposta a inoculação com bactérias *Azospirillum brasiliense*. In: SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, pesquisa e extensão, 2010, Cruz Alta. **Anais...**Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta,2010. p. 1-4.
- QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul. 2009**. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande Sul. Porto Alegre, 2009.
- PARISSOTO, E. A. Produtividade do Milho em Resposta a Aplicação de Nitrogênio e Inoculação com *Azospirillum brasiliense*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. 2009, Guarapuava, PR. **Anais...** Fortaleza, 2009.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

Tabela 1. Análise de variância e teste de Tukey para Altura de Plantas (AP), Altura de Inserção da primeira Espiga (AIE), Diâmetro do Colmo (DC), Peso de Raíz (PR), Número de Fileira por Espiga (NFE), Número de Grãos por Fileira (NGF), Diâmetro de Espiga (DE), Comprimento de Espiga (CE), Massa de 100 Grãos (MMG) e Produtividade de grãos.

| Tratamentos | AP (m) ^{ns} | AIE (m) ^{ns} | DC (mm) ^{ns} | PR (g) ^{ns} | NFE** | NGF** | DE (cm) ^{ns} | CE (cm)** | MCG (g) ^{ns} | Produtividade (kg) ^{ns} |
|----------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|----------------------------------|
| S/A e S/N | 1,59 a | 0,67 a | 18,35 a | 98,30 a | 14,8 a | 14,4 bc | 4,00 a | 11,25 b | 28,0 a | 2.039 a |
| C/A e S/N | 1,46 a | 0,67 a | 17,13 a | 75,12 a | 10,0 c | 9,0 c | 3,69 a | 9,90 b | 29,7 a | 1.852 a |
| C/A + 50% N | 1,52 a | 0,70 a | 17,51 a | 111,16 a | 13,0 b | 10,0 c | 3,70 a | 10,60 b | 30,5 a | 1.944 a |
| S/A + 100% N | 1,51 a | 0,65 a | 17,41 a | 123,36 a | 13,2 ab | 19,0 ab | 3,91 a | 13,50 ab | 30,7 a | 2.647 a |
| C/A + 100% N | 1,61 a | 0,73 a | 18,90 a | 125,26 a | 13,7 ab | 22,7 a | 4,10 a | 15,60 a | 26,8 a | 2.592 a |
| C.V (%) | 12,12 | 13,17 | 9,14 | 43,82 | 7,93 | 25,32 | 15,33 | 19,75 | 8,79 | 27,47 |

**significativo ao nível de 1% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo método de Tukey. CV% (Coeficiente de Variação), NS não significativo. C/A (Com *Azospirillum*), S/A (Sem *Azospirillum*) e S/N (Sem Nitrogênio), as porcentagens de N são referentes à quantidade recomendada.

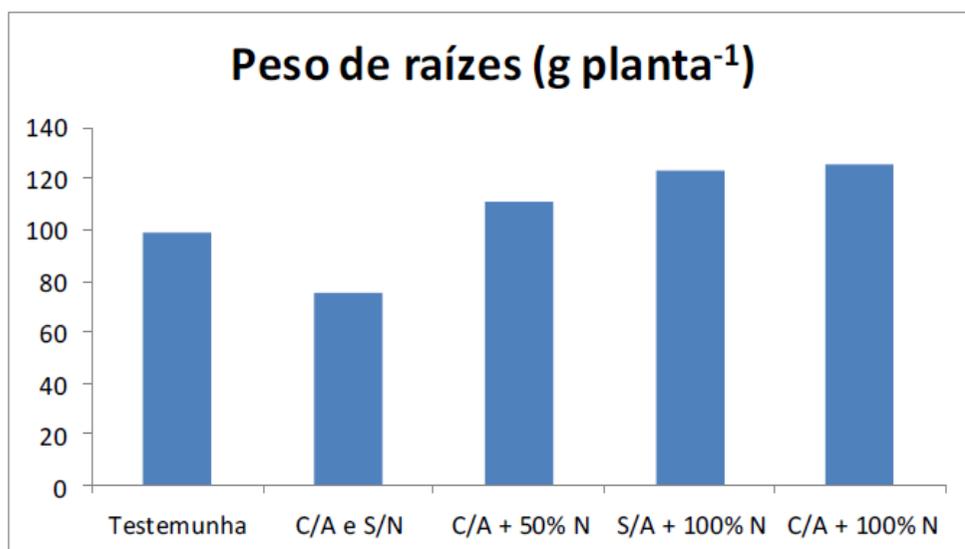


Figura 1. Peso de raízes (g planta⁻¹), nos diferentes tratamentos adubados e/ou inoculados, em Chapadinha - MA. C/A e S/A significam com e sem *Azospirillum*, respectivamente, e as porcentagens de N são referentes à quantidade recomendada para a cultura.



Figura 2. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹), nos diferentes tratamentos adubados e/ou inoculados, em Chapadinha - MA. C/A e S/A significam com e sem *Azospirillum*, respectivamente, e as porcentagens de N são referentes à quantidade recomendada.