



## **Desempenho agrônômico de milho em função da aplicação de *Azospirillum brasilense* com diferentes fontes de nitrogênio**

Bruno Antonio Azevedo Silva<sup>1\*</sup>, Lucas da Rocha Ferreira<sup>2</sup>, Antônio Anicete de Lima<sup>3</sup>, Luciane da Cunha Codognoto<sup>4</sup>, Mairim Dahm da Silva<sup>5</sup>, Claudia Daiane dos Santos<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico de Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Campus Ariquemes, Ariquemes - RO. <sup>2</sup>Mestrado em Fitotecnia. Docente do IFRO - Campus Ariquemes, Ariquemes - RO. <sup>3</sup>Doutorado em Fitotecnia. Docente do IFRO - Campus Ariquemes, Ariquemes - RO. <sup>4</sup>Engenheira Agrônoma do IFRO - Campus Ariquemes, Ariquemes - RO. <sup>5</sup>Engenheira Florestal. Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus Alta Floresta, Alta Floresta - MT. <sup>6</sup>Acadêmica do curso de Licenciatura em Pedagogia. Centro Universitário de Maringá (UNICESUMAR), Maringá - PR.

\*Autor para correspondência: Bruno Antonio Azevedo Silva (bruno.silva@ifro.edu.br)

### **Resumo**

Na cultura do milho, altos rendimentos somente têm sido obtidos com a aplicação de grandes quantidades de fertilizantes, principalmente nitrogenados. Para promover a utilização do nitrogênio disponível no solo com mais eficiência e evitar os efeitos negativos sobre o ambiente, os micro-organismos fixadores de N são alternativas importantes para utilização agrônômica. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico do milho (*Zea mays*, cv. 2005 da Geneze Sementes) em relação à altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro do colmo, número de fileiras por espiga, número de grão por fileira e rendimento, com a inoculação do *Azospirillum brasilense* (AzoMax<sup>®</sup>) na dose de 100 mL do produto comercial para 25 kg de sementes, associado a diferentes fontes de nitrogênio na adubação básica, com e sem cobertura de fertilizante nitrogenado, na área experimental do Instituto Federal de Rondônia, Campus Ariquemes. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 2 x 2, em que os tratamentos foram constituídos da seguinte forma: com e sem *Azospirillum brasilense* na semente, sulfato de amônio e ureia na adubação básica, com e sem ureia em cobertura. A inoculação com *A. brasilense* influenciou de forma significativa os resultados para altura de planta, altura de inserção da espiga, diâmetro de colmo e número de grãos por fileira. A inoculação do *A. brasilense* associado ao sulfato de amônio na base proporcionou aumento médio de 7,06% no rendimento em relação ao mesmo tratamento sem *A. brasilense*.

40

Recebido para publicação:10/11/2016 - Aprovado: 16/12/2016

**Palavras-Chave:** *Zea mays*, fixação biológica, bactérias fixadoras.

**Agronomic performance of maize in function of the *Azospirillum brasilense* application with different sources of nitrogen**

**Abstract**

In the corn crop, high yields can only be obtained in cereals such as corn, with the application of large amounts of fertilizers, mainly nitrogen fertilizers. To promote the use of nitrogen available in the soil more efficiently and avoid the negative effects on the environment, N-fixing microorganisms are important alternatives for agricultural use. This study aims to evaluate the agronomic performance of corn (*Zea mays*, cv. 2005 from Geneze Seeds) in relation to plant height, spike insertion height, stalk diameter, number of rows per spike, number of grain per row and yield, with inoculation of *Azospirillum brasilense* (AzoMax<sup>®</sup>) at the dose of 100 mL of the commercial product to 25 kg of seeds associated with different sources of nitrogen in the basic fertilization with and without nitrogen sidedressing, in the experimental area of the Federal Institute of Rondônia, campus Ariquemes. The experimental design was a randomized block design, factorial 2 x 2 x 2, in which the treatments were as follows: with and without *Azospirillum brasilense* in the seed, ammonium sulfate and urea in basic fertilization, with and without urea sidedressing. Inoculation with *A. brasilense* significantly influenced the results for plant height, ear height, stem diameter and number of kernels per row. The inoculation with *A. brasilense* associated with ammonium sulfate based on an average increase of 7.06% in the yield in relation to the same treatment without *A. brasilense*.

**Key words:** *Zea mays*, biological fixation, fixing bacteria.

**Introdução**

O milho (*Zea mays* L.) destaca-se como uma das principais plantas responsáveis pela alimentação de grande parte da população humana e de animais, por isso está classificado como espécie de grande interesse. Esta planta passou por um importante processo de seleção natural e foi destinada especialmente para a produção de grãos (MAGALHÃES et al., 2002).

O desenvolvimento da produção agrícola ocorre em um ecossistema onde os recursos naturais são limitados, mas o crescimento e o consumo da sociedade tem sido cada vez maior e mais intenso. Uma postura que não busque equilibrar produção e preservação pode comprometer a qualidade de vida da espécie humana. Mais perigoso ainda são os chamados danos ambientais cumulativos, causados por poluentes menores que são incorporados ao ambiente natural de forma constante e gradativa, como por exemplo, os fertilizantes químicos (MAZZER e CAVALCANTI, 2004).

O milho apresenta alto potencial produtivo, sendo registradas produtividades superiores a 16 t ha<sup>-1</sup> em áreas de alta tecnologia no Brasil, que possui média produtiva de

5.400 kg ha<sup>-1</sup> e aproximadamente 15,12 milhões de hectares destinados ao cultivo desta planta (PEIXOTO, 2014). Isso demonstra o grande potencial da produção brasileira para este cereal, desde que os sistemas de produção possam ser aprimorados nas diversas regiões do país, de forma a conseguir aumento na produtividade e na rentabilidade (CRUZ et al., 2006). Dentro deste cenário, Rondônia apresenta produtividade média de 2.105 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que a região de Ariquemes possui uma média de 2.000 kg ha<sup>-1</sup>, assim, mesmo com estrutura de armazenamento bem desenvolvida, a comercialização ainda é precária e dependente da exportação, uma vez que a demanda de milho em grão no Estado ainda é pequena (MARCOLAN et al., 2008).

Na cultura do milho, altos rendimentos somente podem ser obtidos com a aplicação de grandes quantidades de fertilizantes, principalmente os nitrogenados (CAVALLET et al., 2000). O aumento na dose de N proporciona o incremento do número e da massa de grãos por espiga, com efeito direto no aumento da produtividade (MELO et al., 2011). Outro fator fundamental a ser considerado sobre a utilização do nitrogênio estaria relacionado à sua eficiência, cerca de 33%. Os outros 67% não são aproveitados de forma eficiente, gerando um alto custo com fertilização e promovendo prováveis impactos negativos ao ambiente (DEUNER et al., 2008).

O período de maior exigência e absorção de N ocorre nos primeiros 40 dias após a semeadura (estádio V6) e vai até o florescimento masculino, no qual a planta realiza a absorção de 70% da sua necessidade total, sendo que no período que vai da emissão da 4ª até a 8ª folha e da 8ª até a 12ª folha ocorre a maior necessidade relativa e maior necessidade absoluta, respectivamente (COELHO, 2010).

Para promover a utilização do nitrogênio disponível no solo de forma mais eficiente e ao mesmo tempo evitar maiores efeitos negativos sobre o ambiente, os micro-organismos fixadores de N são alternativas importantes para utilização agrônômica, especialmente no cultivo de milho. Dentre os micro-organismos utilizados para a fixação de N, as bactérias do gênero *Azospirillum* ganharam grande destaque a partir da década de 1970, quando se identificou sua capacidade de realizar fixação biológica de N em associação com gramíneas (HUNGRIA, 2011).

Diante dos desafios da agricultura em busca de novas tecnologias mais produtivas e sustentáveis, a fixação biológica de nitrogênio se coloca como uma alternativa neste contexto. A fixação biológica por bactérias diazotróficas apresenta-se como uma das formas mais importantes de fixação de nitrogênio atmosférico, e o efeito da bactéria *Azospirillum* spp. no desenvolvimento de gramíneas, em especial o milho, também vem sendo pesquisado quanto

às causas fisiológicas que promovem o aumento de rendimento das culturas. Essas bactérias conhecidas como promotoras de crescimento (BPCs) apresentam como principais características, capacidade de realizar a fixação biológica de nitrogênio, aumento da atividade da redutase do nitrato nas plantas, produção de fitormônios como auxinas, citocininas e as giberelinas e solubilização de fosfato (BOTTINI et al., 1989), e são de crescente interesse por parte de pesquisadores em biologia e agronomia, que visam o aperfeiçoamento obtido através dessa relação.

O desenvolvimento de pesquisas voltadas para a fixação biológica de nitrogênio na cultura do milho, além da relevante importância para o homem e especialmente para região onde o projeto foi desenvolvido, pode também fortalecer a agricultura através da implantação de metodologias de cultivo mais eficazes, aumentando a produção e diminuindo os custos com fertilizantes nitrogenados. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agrônomo da cultura do milho safrinha em Ariquemes-RO, com aplicação do inoculante *Azospirillum brasilense* associado a diferentes fontes de nitrogênio na adubação básica, com e sem cobertura de fertilizante nitrogenado.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi implantado e conduzido na área experimental do Instituto Federal de Rondônia, Campus Ariquemes, nas coordenadas 9°57'08" de latitude Sul e 62°57'45" de longitude Oeste, com altitude de 140 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o município de Ariquemes está inserido em uma região onde o clima é do tipo equatorial, predominantemente, quente e úmido, com período de estiagem que pode durar de 2 a 4 meses e temperaturas médias entre 17°C e 33°C, com precipitação anual em torno de 2.200mm, (RONDÔNIA, 2010).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, esquema fatorial 2 x 2 x 2, em que os tratamentos foram constituídos da seguinte forma: com e sem *Azospirillum brasilense* via semente, uso de sulfato de amônio e ureia, com e sem ureia em cobertura. Cada tratamento foi composto por três repetições e as parcelas foram implantadas com 5 linhas x 5 metros de comprimento no espaçamento de 0,8 m entre linhas de plantio.

Na Tabela 1 estão demonstrados os atributos químicos do solo para a camada de 0 a 20 cm de profundidade, na área de implantação do experimento. Em relação à granulometria, os resultados da análise textural foram de 30% de areia, 10% de silte e 60% de argila. O referido solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (LVAd).

O sistema de cultivo utilizado na área foi o plantio convencional, com uma aração e duas gradagens, sendo que na safra anterior a área estava em pousio. A calagem foi realizada com calcário dolomítico com PRNT de 90%, noventa dias antes da semeadura, com o objetivo de elevar a saturação de bases a valores entre 50 e 60%, recomendado para a cultura do milho (PITTA et al., 2008).

Tabela 1. Análise dos atributos químicos do solo no local de instalação do experimento. Ariquemes-RO.

pH	P									
CaCl <sub>2</sub>	Mehlich <sup>-1</sup>	MO	Ca	Mg	K	Al	H+Al <sup>3</sup>	SB	CTC	V%
	mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----							
4,40	1,61	14,53	1,32	0,76	0,11	0,21	5,35	2,19	7,54	29%

Para o controle de plantas daninhas, antes da semeadura foi aplicado herbicida sistêmico pós-emergente não seletivo, a base de Glifosato, na recomendação do produto comercial com dose de 4,0 L ha<sup>-1</sup>. Após a semeadura, no estágio V4, foi aplicado o herbicida pós-emergente seletivo de ação sistêmica, com o princípio ativo Nicosulfuron, na dose do produto comercial de 1,5 L ha<sup>-1</sup>.

A semeadura foi realizada no dia 13 de março de 2015, a qual foi utilizado o híbrido Geneze 2005, que apresenta ciclo super precoce, com uma população de 60.000 plantas por hectare. As sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* (AzoMax<sup>®</sup>) na dose de 100 mL do produto comercial para 25 kg de sementes. A adubação básica foi realizada no sulco do plantio durante a semeadura, de acordo com a análise de solo e produtividade esperada entre 6 e 8 t ha<sup>-1</sup>, em que foram aplicados 30 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma ureia ou sulfato de amônio, 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato triplo e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio. A adubação em cobertura foi realizada em duas aplicações, na mesma época, entre os estádios V4 e V5, com total de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia.

O controle do principal inseto-praga no milho, lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), segundo Carvalho (1970), foi realizado no estágio V6, no qual se utilizou inseticida com princípio ativo Tiametoxam + Lambda-cialotrina, na dose de 250 mL ha<sup>-1</sup>.

Para a coleta dos dados relativos ao crescimento de planta e produção, foram utilizadas duas linhas centrais em cada parcela, descartando 0,50 m em cada extremidade, totalizando área útil de 6,4 m<sup>2</sup>. Foram avaliadas as seguintes variáveis quanto ao crescimento

de planta: diâmetro de colmo, com auxílio de paquímetro; altura de inserção de espiga, medindo do colo à inserção da primeira espiga da planta; e altura de planta, medindo a distância entre a superfície do solo até a extremidade do pendão. A coleta foi realizada no centésimo dia após a semeadura e os resultados foram avaliados aleatoriamente em seis plantas da área útil de cada parcela.

Após a colheita, dez espigas representativas por parcela foram escolhidas para determinação do número de fileiras por espiga e do número de grãos por fileira. O rendimento foi estimado a partir do peso dos grãos colhidos na área útil de cada parcela, sendo que a correção da umidade foi de 14%, e o valor obtido foi convertido para  $\text{kg ha}^{-1}$ . Para determinação da umidade, foram retiradas amostras de 100 grãos por parcela, as quais foram submetidos à secagem em estufa na temperatura de  $105^{\circ}\text{C}$  por um período de 24 horas (BRASIL, 2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos diferentes tratamentos comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

### Resultados e Discussão

Os tratamentos realizados apresentaram efeito significativo para altura de plantas e de inserção de espigas (Tabela 2). A aplicação do *A. brasilense* com sulfato de amônio na adubação básica apresentou resultado superior para altura de plantas, em relação aos tratamentos nos quais ocorreu a utilização do inoculante com ureia, independente da utilização de cobertura. Desta forma, a interação de *A. brasilense* e sulfato de amônio (SA) apresentou incremento médio de 10,99% em relação aos tratamentos nos quais a ureia foi aplicada na adubação básica, com e sem cobertura. No entanto, os tratamentos sem *A. brasilense* nos quais foi utilizada ureia na base apresentaram resultado similar aos que receberam aplicação de SA na base, independente da realização de adubação nitrogenada em cobertura. Ainda para altura de planta, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos com ureia e sulfato de amônio na ausência de inoculação com *A. brasilense*.

Tabela 2. Efeito na altura de planta e altura de inserção da espiga a partir da adubação básica com sulfato de amônio (SA) ou ureia, com e sem cobertura (Cob), combinado com e sem a aplicação do inoculante *Azospirillum brasilense*. Ariquemes, RO, 2015.

Tratamentos	Altura de planta (cm)	Altura de inserção de espiga (cm)
-------------	-----------------------	-----------------------------------

	Com	Sem	Com	Sem
	<i>A. brasilense</i>	<i>A. brasilense</i>	<i>A. brasilense</i>	<i>A. brasilense</i>
SA e Cob	217,00 aA	208,67 aA	96,00 aA	95,66 aA
SA e sem Cob	216,67 aA	214,33 aA	95,33 aA	96,33 aA
Ureia e Cob	200,00 bB	215,33 aA	100,00 aA	92,00 bB
Ureia e sem Cob	186,00 bB	210,67 Aa	84,33 bB	89,66 bB
CV (%)	2,31		4,04	

\*Médias seguidas por letras diferentes nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas) de cada variável diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade,  $p \leq 0,05$ .

De acordo com resultados obtidos por Cavallet et al. (2000), a altura de plantas apresentou média de 2,21 m, mas não foi influenciada pela presença do inoculante “Graminante”, desta forma, a produtividade de grãos que foi significativa, não teve correlação com a altura de plantas. Cunha et al. (2014), em pesquisa com a cultura do milho, observaram que a inoculação de *A. brasilense* não promoveu efeito significativo na altura de planta e na altura de inserção de espiga, sendo que as maiores plantas foram encontradas nos tratamentos em que foi realizada a inoculação, indicando o potencial desta bactéria em promover o crescimento.

A aplicação de ureia na base com a presença do *A. brasilense*, mas sem adubação em cobertura, apresentou resultado menor que os demais tratamentos para a altura de espiga (Tabela 2), corroborando os valores de altura de planta, nos quais a presença de ureia junto com a inoculação gerou resultados menores em relação à adubação básica feita com SA. Os tratamentos adubados com ureia na base sem a inoculação com *A. brasilense*, com e sem cobertura, proporcionaram valores menores quanto à altura de inserção de espiga, com redução média de 14,72% em relação aos tratamentos com SA. De acordo com Basi (2013), os resultados para altura de inserção de espiga foram atribuídos à genética do híbrido, diferente do que ocorreu no presente trabalho, em que a inoculação com *A. brasilense* e a adubação com ureia na base aumentou a altura de inserção de espiga quando associado com cobertura. Enquanto que a adubação básica com sulfato de amônio na ausência de inoculante, independente da aplicação de cobertura, resultou em valores maiores do que os obtidos nos tratamentos em que foi realizada a adubação básica com ureia.

Para os resultados de diâmetro de colmo (Tabela 3), foi observado que os tratamentos com sulfato de amônio na base e cobertura nitrogenada, não diferiram significativamente tanto na ausência como na presença do *A. brasilense*. Porém, quando

associado ao SA na base e sem cobertura nitrogenada, a ausência do inoculante apresentou resultado maior. Destaca-se que o diâmetro de colmo foi menor, em relação às demais interações, quando houve a ureia na base sem o inoculante e sem a cobertura.

Ainda de acordo com os resultados para diâmetro de colmo, pode-se observar que a adubação com SA sem cobertura e a aplicação de ureia com cobertura apresentaram efeito significativo, com valores maiores quando na ausência de inoculação com *A. brasilense* em relação à presença da referida bactéria. Resultado semelhante foi obtido por Basi (2013), em pesquisa realizada na cultura do milho, cujo diâmetro de colmo não foi influenciado pelo uso da referida bactéria em associação com ureia na base, mas sim, pela aplicação de doses crescentes de nitrogênio associado aos diferentes genótipos utilizados. Bartchechen et al. (2010), relataram a possibilidade de ocorrer influência da associação de N com *A. brasilense* em relação ao metabolismo do nitrogênio nas folhas das plantas, onde pode ocorrer uma interferência na ação da enzima nitrato redutase e isso pode proporcionar respostas diversas em relação aos genótipos utilizados, o que pode ajudar a explicar os resultados menores que foram obtidos para diâmetro de colmo quando ocorreu a presença da bactéria, além das influências do ambiente de cultivo.

Tabela 3 – Efeito no diâmetro de colmo e número de fileiras por espiga a partir da adubação básica com sulfato de amônio (SA) ou Ureia, com e sem cobertura (Cob), combinado com e sem a aplicação do inoculante *Azospirillum brasilense*. Ariquemes, RO, 2015.

Tratamentos	Diâmetro de colmo (cm)		Nº de fileiras por espiga (und)	
	Com	Sem	Com	Sem
	<i>A. brasilense</i>	<i>A. brasilense</i>	<i>A. brasilense</i> <sup>NS</sup>	<i>A. brasilense</i> <sup>NS</sup>
SA e Cob	1,23 aA	1,10 aA	12,67	12,33
SA e sem Cob	0,93 bB	1,77 aA	11,66	12,66
Ureia e Cob	1,00 bB	1,43 aA	11,67	11,66
Ureia e sem Cob	0,96 bB	0,93 bB	12,67	12,66
CV (%)	7,96 <sup>(1)</sup>		7,96	

\*Médias seguidas por letras diferentes nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas) de cada variável diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade,  $p \leq 0,05$ . <sup>(1)</sup> Fórmula  $y = \sqrt{x}$ , NS: Não significativo.

Em relação ao número de fileiras por espiga, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos realizados, conforme pode ser observado na Tabela 3. Cavallet et al. (2000), em pesquisa com milho, obtiveram resultado semelhante, onde o número médio de linhas de grãos (número de fileiras) não apresentou resultado significativo quando inoculado com *A. brasilense*, assim, esses valores podem ser explicados possivelmente devido às particularidades específicas da cultura e características genéticas do híbrido utilizado.

Na Tabela 4 foi verificado efeito significativo para número de grãos por fileira, sendo observados maiores valores nos tratamentos sem *A. brasilense*, quando realizadas a adubação com SA sem cobertura e também com a aplicação de ureia na base mais cobertura. Quando foi feita a inoculação do *A. brasilense* associado à aplicação de sulfato de amônio na base e com a cobertura nitrogenada, a presença do inoculante proporcionou incremento de 14,91% no número de sementes por fileira, em relação ao mesmo tratamento sem a referida bactéria. Quando na ausência da cobertura nitrogenada, ocorreu o contrário, onde a ausência da bactéria apresentou maior número de grãos.

Tabela 4. Efeito no número de grãos por fileira e no rendimento a partir da adubação básica com sulfato de amônio (SA) ou ureia, com e sem cobertura (Cob), combinado com e sem a aplicação do inoculante *Azospirillum brasilense*. Ariquemes, RO, 2015.

Tratamentos	Nº de grãos por fileira (und)		Rendimento (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Com	Sem	Com	Sem
	<i>A. brasilense</i>	<i>A. brasilense</i>	<i>A. brasilense</i>	<i>A. brasilense</i>
SA e Cob	22,33 aA	19,00 bB	6,557 aA	5,984 bB
SA e sem Cob	20,33 bB	24,67 aA	6,130 aA	5,807 bB
Ureia e Cob	20,33 bB	23,33 aA	6,101 aA	6,246 aA
Ureia e sem Cob	23,67 aA	21,33 aA	5,928 bB	5,840 bB
CV (%)	7,60		4,54	

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas (minúsculas) e nas linhas (maiúsculas) de cada variável diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade,  $p \leq 0,05$ .

O incremento no número de grãos por fileira e conseqüentemente no rendimento, podem ser explicados conforme Didonet et al. (2000), no qual relataram aumento da taxa de acúmulo de matéria seca nas plantas de milho que receberam a inoculação com *A. brasilense* nas sementes, fato que pode ter relação com a elevação da atividade de enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio. Segundo Cavallet et al. (2000), a inoculação

promove mudanças na morfologia do sistema radicular, com o aumento da diâmetro das raízes laterais, das radículas e das raízes adventícias. Além disso, outro aspecto positivo que pode ser atribuído pela aplicação de *A. brasilense* nas plantas, é a produção de fitormônios tais como auxinas e giberelinas, que são substâncias promotoras de crescimento.

De forma diferente dos resultados obtidos no presente trabalho, Sangoi et al. (2015), observaram que o número de grãos por fileira nos tratamentos com e sem a inoculação de *A. brasilense* não apresentaram diferença significativa entre si, no entanto, foi verificado que as doses de N em cobertura influenciaram no incremento produtivo, independente da presença ou ausência do inoculante. Segundo Repke et al. (2013), o rendimento agrônômico do vegetal depende basicamente do suprimento de N, sendo que a deficiência deste fertilizante pode acelerar a senescência foliar devido ao translocamento de nitrogênio das folhas mais velhas para os pontos de crescimento, diminuindo a área foliar fotossinteticamente ativa, assim, a falta de N para suprir as necessidades nutricionais do milho e as influências ambientais como os veranicos, podem ter contribuído diretamente para os diferentes resultados apresentados quanto ao número de grãos por fileira.

Foi analisada ainda, a massa de grãos, na qual não ocorreu resultado significativo para as interações realizadas.

De acordo com os resultados obtidos no experimento, ocorreu efeito significativo para o rendimento de milho. Foi verificado maior rendimento nos tratamentos inoculados com *A. brasilense*, quando o mesmo foi aplicado com SA na base, com e sem cobertura, e na aplicação da ureia na base com cobertura (Tabela 4). A adubação com SA na base e cobertura, quando realizadas com a inoculação do *A. brasilense*, resultou no aumento no rendimento em relação à interação sem inoculação. Com a ureia como fonte de N na base, não ocorreu interação significativa na presença ou ausência de N em cobertura e do inoculante. Ferreira et al. (2013), obtiveram resultados nos quais as alterações crescentes nas doses de N em cobertura, associadas com *Azospirillum* spp., proporcionaram incremento linear na produtividade de milho, cujo modelo de regressão obtido em sua pesquisa, permitiu estimar que para cada 30 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado, obteve-se incremento de 227 kg ha<sup>-1</sup> na produtividade da cultura. Da mesma forma, Silva et al. (2006), observaram aumento na massa de grãos do milho com o incremento de doses de aplicação de nitrogênio em cobertura, obtendo um aumento médio de 185 kg ha<sup>-1</sup> comparado aos demais tratamentos sem N em cobertura.

Ainda de acordo com a Tabela 4, o tratamento com *A. brasilense* e sulfato de amônio na base, realizado com cobertura nitrogenada, apresentou um incremento de 573 kg ha<sup>-1</sup> em relação ao tratamento sem inoculante. Também ocorreu aumento de rendimento quando foi

realizada inoculação no tratamento com SA na base e sem cobertura, proporcionando incremento de 323 kg ha<sup>-1</sup>, ou seja, o uso da cobertura neste tratamento pode ser dispensada, sem prejuízo a cultura e maior economicidade ao produtor. Esses dados indicam que a inoculação com a bactéria *A. brasilense* quando associada com SA na base, com e sem cobertura nitrogenada, promove incremento na produtividade, porém, quando associada à utilização de ureia como fonte de N na base, não apresenta efeito significativo.

Resultados similares de aumento no rendimento de milho foram obtidos por Francisco et al. (2011), com a combinação da inoculação nas sementes e via foliar, sendo utilizado o produto comercial Gelfix<sup>®</sup> com estirpes de *A. brasilense*, em que o incremento na produtividade foi de 16,7% em relação a testemunha (sem inoculação e sem nitrogênio em cobertura). Berezoski et al. (2013), obtiveram maiores produtividades em pesquisa com milho através dos tratamentos em que foram aplicados *A. brasilense* via semente, na dose de 100 mL ha<sup>-1</sup>, proporcionando rendimento de até 16.025 kg ha<sup>-1</sup>, com incremento de 545 kg ha<sup>-1</sup> (3,52%), mesmo em regiões de alto nível tecnológico. Os resultados observados por Pereira et al. (2012), na produtividade de milho também foram significativos, em que a aplicação do *A. brasilense* com doses de N em cobertura resultaram em um incremento de até 21% em comparação com os tratamentos sem inoculação nas sementes.

De acordo com Hungria et al. (2011), tratamentos que receberam 100% de N na forma mineral de ureia tiveram o efeito da inoculação com *Azospirillum* anulado. No trabalho com ureia e SA como fontes básicas de adubação na cultura do milho, Cabezas et al. (2005), observaram que a maior produtividade foi influenciada mais pela fonte de adubação do que pelas épocas de aplicação de N, sendo que a maior eficiência foi na forma de SA, tanto na base quanto na cobertura, o que pode ser atribuído ao S (enxofre) presente na formulação do SA, resultando em uma melhor resposta por parte da planta. Desta forma, os referidos trabalhos corroboram os valores apresentados para rendimento, nos quais a presença da ureia na base não aumentou a produtividade quando associado à inoculação com *A. brasilense*.

Os resultados indicam que a inoculação com *A. brasilense* resultou em incremento no rendimento quando associado com SA na base, com e sem N em cobertura, cujo resultado foi de um incremento médio de 573 kg ha<sup>-1</sup> em relação aos tratamentos sem o inoculante. Portanto, os resultados apresentados justificam a realização de novos trabalhos com a finalidade de avaliar o desempenho do milho nas condições edafoclimáticas da região de Ariquemes, mediante a inoculação do *A. brasilense* com diferentes técnicas e fontes de adubação. Desta forma, busca-se promover o incremento da produtividade de milho aliado à sustentabilidade ambiental e econômica do sistema de produção.

## Conclusões

A inoculação com *A. brasilense* aumentou de forma significativa os resultados para altura de planta, altura de inserção da espiga, diâmetro de colmo e número de grãos por fileira.

A adubação utilizando sulfato de amônio na base, com cobertura e sem cobertura, proporcionou aumento no rendimento quando realizados com a presença do *A. brasilense*, em valor médio de 7,06%.

## Referências Bibliográficas

BARTCHECHEN, A.; FIORI, C. C. L.; WATANABE, H. S.; GUARIDO, R. C.; Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L). **Campo Digit@1**, Campo Mourão, v.5, n.1, p.56-59, 2010.

BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2013. 63p.

BEREZOSKI, R.; NOVAKOWISKI, J. H.; FOLLMANN, D. D.; ZAMBONIN, G.; SIEGA, P.; ROSA, F. T.; SANDINI, I. E. Aplicação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho via semente, foliar ou sulco de semeadura. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 22, 2013, Candió. **Resumo Técnico...** Foz do Iguaçu: Unioeste, 2013. 4p.

BOTTINI, R.; FULCHIERI, M.; PEARCE, D.; PHARIS, R. P. Identification of gibberelins A1, A3, and iso-A3 in cultures of *A. lipoferum*. **Plant Physiology**, v.90, n.1, p.45-47, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CABEZAS, W. A. R. L.; ARRUDA, M. R.; CANTARELLA, H.; PAULETTI, V.; TRIVELIN, P. C. O.; BENDASSOLLI, J. A. Imobilização de nitrogênio da ureia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura de milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.2. p.215-226, 2005.

CARVALHO, R. P. L. **Danos e flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera Frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1970. 170p.

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. S.; HELMICH, J. P.; 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**, Campina Grande, v.4, n.1, p.129-132, 2000.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho**. Sistema de Produção 1, versão eletrônica, 6 ed, 2010. Disponível em: <

[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_6\\_ed/feraduba.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/feraduba.htm)>. Acesso em: 23 out. 2015.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12p. (Circular Técnica, 87).

CUNHA, F. N.; SILVA, N. F.; BASTOS, F. J. C.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; TEIXEIRA, M. B.; ROCHA, A. C.; SOUCHIE, E. L. Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.13, n.3, p. 261-272, 2014.

DEUNER, S.; NASCIMENTO, R.; FERREIRA, L. S.; BADINELLI, P. G.; KERBER, R. S. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1359-1365, 2008.

DIDONET, A. D.; LIMA, O. S.; CANDATEN, A. A.; RODRIGUES, O. Realocação de nitrogênio e de biomassa para os grãos, em trigo submetido à inoculação de *Azospirillum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p.401-411, 2000.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR)**. Lavras, 2000.

FERREIRA, V.E.N.; KAPPES, C.; PEREIRA, P.H.T.; JUNIOR, W.K.K. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e nitrogênio em cobertura no milho safrinha**. Maracaju, 2013.

FRANCISCO, E. A. B.; KAPPES, C.; DOMINGUES, D.; FELIPPI, C. L. Inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* e aplicação de nitrogênio em cobertura. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Artigo Científico...** Itiquira: Fundação MT, 2011. p.1285-1291.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 23p. (Circular Técnica, 22)

MARCOLAN, A. L.; RAMALHO, A. R.; TEIXEIRA, C. A. D.; FERNANDES, C. F.; RAMOS, J. E. L.; COSTA, J. N. M.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; OLIVEIRA, S. J. M.; GODINHO, V. P. C. **Sistema de produção para a cultura do milho em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2008. 50p. (Sistema de Produção, 32).

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. Introdução à gestão ambiental de resíduos. **Infarma**, Brasília, v.16, n.11-12, p.67-77, 2004.

MELO, F. B.; CORÁ, J. E.; CARDOSO, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.27-31, 2011.

PEIXOTO, C. M. **O milho no Brasil, sua importância e evolução.** PIONEER, 2014. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao>>. Acesso em: 10 out. 2015.

PEREIRA, M. A. M.; PEREIRA, L. V.; GUIMARÃES, J. A. R.; SILVA, R. C. D.; RIBEIRO, M. C. S.; SIQUEIRA, T. P.; BARRETTO, V. C. M.; PELÁ, A.; FRANCO, C. F. Nitrogênio e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Artigo Científico...** Itiquira: Fundação MT, 2012. p.3736-3742.

PITTA, G. V. E.; COELHO, A. M.; ALVES, V. M. C.; FRANÇA, G. E.; MAGALHÃES, J. V. Fertilidade de solos: calagem e gessagem. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho.** 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 6p.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.12, n.3, p.214-226, 2013.

RONDÔNIA. **Secretaria do Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM).** Boletim climatológico de Rondônia - 2010. v.12. Porto Velho: COGEO: SEDAM, 2012, 34p.

SANGOI, L.; SILVA, L. M. M.; MOTA, M. R.; PANISON, F.; SCHMITT, A.; SOUZA, N. M.; GIORDANI, W.; SCHENATTO, D. E. Desempenho agronômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, n.4, p.1141-1150, 2015.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.477-486, 2006.