

DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA ASSOCIADO À INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* VIA FOLIAR NA CULTURA DO SORGO

João Henrique Oliveira Cornacini¹ e Charline Zaratin Alves²

¹ Aluno de graduação em Agronomia, UFMS, Rodovia MS-306, km 105, 79560-000, Chapadão do Sul, MS. E-mail: joao.cornacini@hotmail.com

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Departamento de Agronomia, Campus de Chapadão do Sul. Rodovia MS-306, km 105, 79560-000, Chapadão do Sul, MS. E-mail: charline.alves@ufms.br

*RESUMO: A cultura do sorgo tem sido utilizada como base alimentar de milhões de pessoas, além de ser utilizado na alimentação animal. A adubação nitrogenada é um dos fatores limitantes para boa produção do grão, e também pode interferir na qualidade fisiológica de sementes, necessitando de mais estudos sobre o tema. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar doses de nitrogênio em cobertura associado à inoculação de *Azospirillum brasilense* via foliar na produção e qualidade fisiológica de sementes de sorgo. O experimento foi instalado no Câmpus Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul – CPCS/UFMS e as avaliações foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Sementes. Os tratamentos consistiram em quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹) e a presença ou ausência do *Azospirillum* aplicados via foliar. Concluiu-se que as doses de nitrogênio não influenciaram na produtividade do sorgo, porém as doses intermediárias reduziram a porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem, bem como no teste de germinação. A inoculação de *Azospirillum brasilense* via foliar não incrementou a produtividade, porém houve benefício na germinação e vigor das sementes de sorgo, principalmente na ausência de adubação nitrogenada.*

PALAVRAS-CHAVE: Fixação biológica de nitrogênio, bactérias diazotróficas, Sorghum bicolor L.

NITROGEN DOSES IN COVERING ASSOCIATED TO INOCULATION OF *Azospirillum brasilense* FOLIAR IN CULTURE SORGHUM

*ABSTRACT: The sorghum crop has been used as a staple food of millions of people, besides being used in animal feed. Nitrogen fertilization is one of the limiting factors for good grain production, and can also interfere with the physiological seed quality, requiring further studies on the subject. Thus, this study aimed to evaluate doses of nitrogen in coverage associated with *Azospirillum brasilense* inoculation foliar production and physiological quality of sorghum seeds. The experiment was conducted at the Campus Experimental and the Federal University of Mato Grosso do Sul, Campus of Chapadão do Sul- CPCS / UFMS and evaluations were carried out at the Seed Technology Laboratory. The treatments consisted of four doses of nitrogen in (0, 30, 60 and 90 kg ha⁻¹) and the presence or absence of *Azospirillum* applied to the leaves. It was concluded that the nitrogen levels did not influence the productivity of sorghum, but the intermediate doses reduced the percentage of germinated seeds in the first count and the germination test. Inoculation of *Azospirillum brasilense* foliar did not increase productivity, but there was benefit in germination and vigor of sorghum seeds, especially in the absence of nitrogen fertilization.*

KEYWORDS: Biological nitrogen fixation, diazotrophic bacteria, Sorghum bicolor L.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) destaca-se como o quinto cereal de maior produção no mundo (Faostat, 2010) e o quarto no ranking de produção brasileiro (Ibge, 2010). Por sua versatilidade e facilidade de produção, este tem sido utilizado como base alimentar de milhões de pessoas, principalmente na África e Ásia chegando a suprir cerca de 70% da ingestão calórica diária (Dicko et al., 2006; Taylor et al., 2006). Nos demais países, o cereal tem sido utilizado basicamente na alimentação animal (Itavo et al., 2009; Menezes et al., 2009), no entanto apresenta potencial para ser explorado também na alimentação humana (Schober et al., 2007; Ferreira et al., 2009).

A produtividade média de sorgo no Brasil ainda é considerada baixa, em torno de 2.587 kg.ha⁻¹ de grãos (Ibge, 2010). Dentre os principais fatores responsáveis pela baixa produtividade nas áreas destinadas à produção dessas plantas destacam-se as precipitações irregulares, a fertilidade do solo e as baixas aplicações de fertilizantes (Aguilar et al., 2007).

Na cultura do sorgo, o acúmulo de nitrogênio (N) ocorre quase linearmente até a maturação, sendo o elemento que mais frequentemente limita sua produtividade. Todavia, a resposta de uma cultura a doses crescentes desse elemento depende de vários fatores que interferem na disponibilidade às plantas, e entre os principais, destacam-se os edafoclimáticos como textura do solo e regime de chuvas, e os fatores genéticos inerentes a cada cultivar, os quais determinam sua capacidade de resposta à adubação (Magalhães et al., 2000; Silva e Lovato, 2008).

Na natureza, alguns microrganismos diazotróficos, incluindo as rizobactérias, apresentam a capacidade de reduzir o nitrogênio molecular (N₂) atmosférico à amônia (Dobereiner, 1990) através do processo de fixação biológica de N (Silva et al., 2004).

As rizobactérias são consideradas promotoras do crescimento de plantas, pelos benefícios que podem causar no metabolismo vegetal (Burdman et al., 2000). Esses microrganismos são encontrados na natureza na forma de vida livre ou em associação com plantas, e estão em geral amplamente distribuídas no solo (Didonet et al., 2000). Sua utilização em práticas agrícolas está se tornando relevante nos últimos anos, visto que a adubação nitrogenada representa uma parcela importante dos custos de produção de culturas não-leguminosas. Dentre os microrganismos fixadores de N podem ser citados os gêneros *Rhizobium*, *Frankia*, *Burkholderia*, *Azotobacter*, *Herbaspirillum*, *Acetobacter* e *Azospirillum*. (Didonet et al., 2000).

Na literatura existem vários trabalhos confirmando que as bactérias do gênero *Azospirillum* produzem fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas

espécies de plantas. Tien et al. (1979) verificaram que os componentes responsáveis pelo estímulo do crescimento de raízes liberados por *Azospirillum brasilense* eram o ácido indolacético (AIA), giberilinas e citocininas.

Em trabalho desenvolvido por Saikia et al. (2007), plantas inoculadas com *Azospirillum* apresentaram maiores taxa de fotossíntese e condutância estomática, resultando em maior rendimento de grãos em comparação com plantas não inoculadas, assim como o teor de nutrientes nos grãos foi maior em plantas inoculadas.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar doses de nitrogênio em cobertura associado à inoculação foliar de *Azospirillum brasilense* na produtividade de grãos e qualidade fisiológica das sementes de sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em fevereiro de 2014, no Câmpus Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul – CPCS/UFMS, estando situado a 905 m de altitude nas coordenadas geográficas 18°47'39" Sul e longitude 52°37'22" Oeste. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico argiloso (Embrapa, 2006). As temperaturas médias mensais e pluviosidade mensal do ano agrícola de instalação do experimento encontra-se na Figura 1.

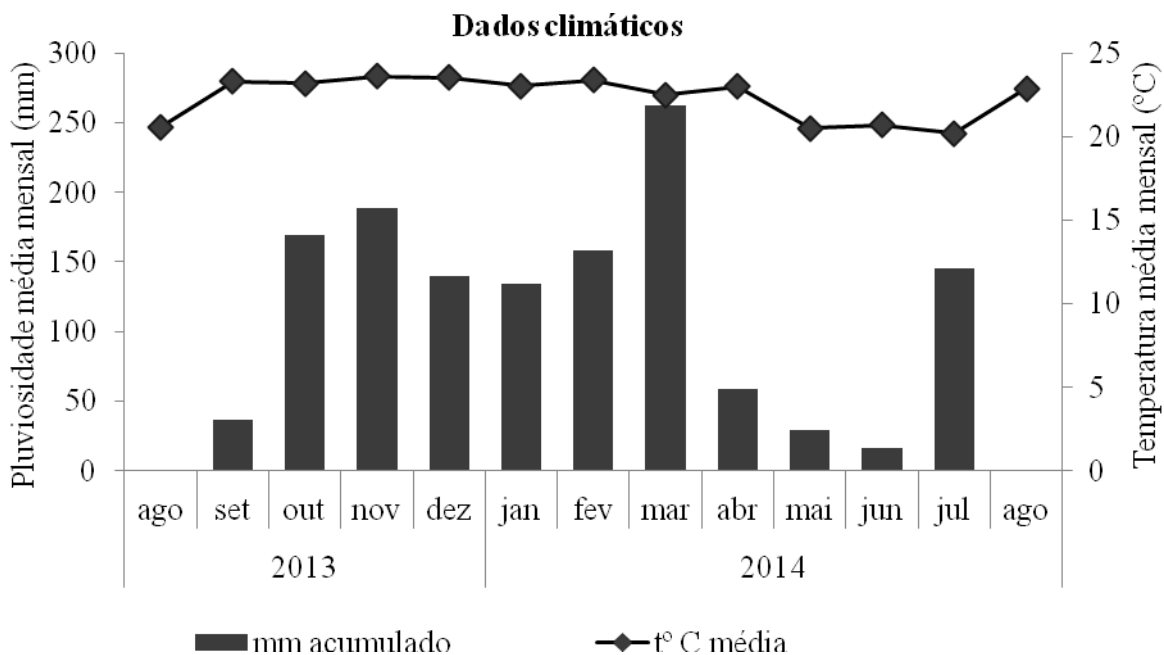


Figura 1 - Temperatura média mensal e pluviosidade mensal no período de agosto de 2013 a agosto de 2014.

Antes da instalação do experimento e do manejo do solo foram realizadas amostragens na área da implantação do experimento na camada de 0 - 20 cm. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solos para as devidas análises. Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise química da área experimental.

Tabela 1 - Resultado da análise de solo da área experimental

pH	Ca	Mg	Al	H + Al	K	P (mel)	CTC	V(%)
CaCl ₂	cmolc.dm ⁻³ (meq.100cm) ⁻³				mg.dm ⁻³ (ppm)		cmolc.dm ⁻³	%
4,80	2,00	0,30	0,34	5,80	60,00	5,80	8,40	30,90

A calagem foi realizada utilizando-se 200 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, que foram distribuídos e incorporados na área experimental 30 dias antes da semeadura. O preparo do solo foi realizado com arações e gradagens de modo a permitir boa drenagem e bom desenvolvimento do sistema radicular.

A variedade escolhida para o experimento, de acordo com a região, foi a 1G100 e os tratamentos consistiram de quatro doses de nitrogênio na forma de sulfato de amônio (0, 30, 60 e 90 kg ka⁻¹), que foram aplicados em cobertura e, na presença e ausência do inoculante Masterfix Gramineas®, com as estirpes AbV₅ e AbV₆ de *A. brasilense* (2x10⁸ células viáveis mL⁻¹), na dose de 200 mL ha⁻¹ aplicado via foliar.

As parcelas experimentais foram constituídas de cinco linhas de seis metros de comprimento, no espaçamento de 0,9 m entre linhas, sendo consideradas como área útil, as três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade. A semeadura foi realizada com auxílio de uma matraca para a demarcação das covas, sendo espaçadas 0,2 m entre plantas. De início foram colocadas duas sementes por cova, e posteriormente foi realizado o desbaste para o ajuste da densidade populacional.

A adubação nitrogenada em cobertura e a inoculação via foliar da bactéria foram realizadas aos 25 dias após a semeadura, sendo que as plantas encontravam-se no estágio fenológico V2. O nitrogênio, de acordo com a dose, foi aplicado na linha de semeadura em cobertura, sendo realizada apenas uma aplicação. A inoculação da bactéria foi realizada via foliar com auxílio de um pulverizador costal com vazão de 500 L.ha⁻¹.

A colheita se deu quando os grãos estavam no estágio farináceo duro e foi realizada quando a cultura estava com aproximadamente 120 dias após a semeadura (DAS), sendo realizada manualmente com o auxílio de uma faca para o corte nas panículas, as quais foram

pesadas para determinar a **produtividade de grãos** (kg ha^{-1}), sendo feita a correção para 13% de umidade.

A **massa de 1000 sementes** foi avaliada utilizando-se oito repetições de 100 sementes, as quais foram pesadas em balança de precisão 0,0001g, de acordo com Brasil (2009). Para o **teste de germinação** utilizou-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento, distribuídas sobre uma folha de papel germitest, previamente umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato (Brasil, 2009), sendo mantidas em germinador a 25°C. As avaliações foram realizadas aos cinco e oito dias após a semeadura (Brasil, 2009). A **primeira contagem de germinação** foi realizada juntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem média de plântulas normais, obtidas aos cinco dias após a semeadura (Brasil, 2009).

Para a **emergência de plântulas** foram utilizadas bandejas de poliestireno expandido de 128 células contendo substrato comercial Plantmax®, as quais foram mantidas em casa de vegetação e receberam irrigações diárias (três vezes ao dia). A avaliação da emergência das plântulas foi efetuada aos 10 dias após a semeadura, mediante a contagem do número de plântulas normais emergidas. Para este teste, foram utilizadas repetições de 25 sementes (Brasil, 2009). O **índice de velocidade de emergência** foi calculado pela fórmula de Maguire (1962) onde foram realizadas avaliações diárias a partir da semeadura, computando-se o número de plântulas emersas até a estabilização do estande.

No teste de **condutividade elétrica**, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes que foram pesadas em balança analítica de 0,0001 g, sendo colocadas para embeber em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e mantidos em germinador durante 24 horas a 20 °C. As leituras da condutividade elétrica foram realizadas em condutivímetro DIGIMED DM-31, e os valores médios obtidos, expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de semente (Brasil, 2009).

O teste de **envelhecimento acelerado** foi conduzido utilizando-se caixas plásticas transparentes (11,5 X 11,5 X 3,5 cm) como compartimentos individuais (mini-câmaras), conhecido como método do gerbox, possuindo em seu interior suportes para apoio de uma tela metálica. Na superfície de cada uma dessas, foram distribuídas em camada única, 5,0 g de sementes. Para o controle da umidade relativa do ar no interior das caixas, foram colocados 40 mL de água destilada. As caixas foram tampadas e mantidas em câmaras durante 72 horas a 41 °C. Decorrido este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme metodologia descrita acima, sendo a avaliação realizada aos quatro dias após a semeadura (Marcos Filho, 1999).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, num esquema fatorial 4 x 2 (doses de nitrogênio x presença ou ausência do inoculante), com quatro repetições para cada tratamento. Os resultados foram submetidos ao teste F da análise de variância, comparando-se as médias dos tratamentos com *A. brasilense* pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As médias de doses de nitrogênio em cobertura foram submetidas à análise de regressão, ajustando-se modelos de equações significativas pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para produtividade de sorgo em função das doses de nitrogênio em cobertura associada à ausência e presença da inoculação foliar de *A. brasilense*. Com relação à produtividade, não houve diferença significativa entre as doses de nitrogênio e a aplicação foliar de *A. brasilense*.

Tabela 2 – Produtividade (kg ha^{-1}) de sementes de sorgo em função das doses de nitrogênio associada a ausência e presença da aplicação foliar de *A. brasilense*. Chapadão do Sul, MS, 2014

Doses de N (D) (kg ha^{-1})	Produtividade (kg ha^{-1})
0	1970,85
30	1764,54
60	2097,53
90	2367,90
<i>Azospirillum</i> (A)	
Ausência	1917,37a
Presença	2183,05a
F(D)	1,34 ^{ns}
F(A)	1,48 ^{ns}
F(DxA)	0,13 ^{ns}
CV(%)	30,07

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – dados não significativos

Os resultados do presente trabalho corroboram com os dados de Rodrigues Filho et al. (2006) os quais não constataram diferenças sobre o potencial produtivo de híbridos de sorgo forrageiro ao utilizar doses crescentes de nitrogênio (50, 75, 100 kg ha^{-1}), aplicados em cobertura. Já Von Pinho et al. (2009) estudando a aplicação de nitrogênio em cobertura no milho, que também é uma gramínea, obtiveram incrementos significativos para produtividade de grãos.

Com relação a aplicação foliar de *A. brasilense*, não foi observado diferença na produtividade (Tabela 2). Resultados observados por Didonet et al. (2000) concordam com os

obtidos no presente trabalho, em que o uso da bactéria não influenciou significativamente a produtividade de trigo. Da mesma maneira, Reis Junior et al. (1998) e Godoy et al. (2011) também não encontraram diferença no rendimento de grãos de milho, com e sem inoculação dessa bactéria.

Na Tabela 3 são apresentados os dados de massa de 1000 sementes, primeira contagem de germinação, germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado em função das doses de nitrogênio associada à ausência e presença da aplicação foliar de *A. brasilense*.

Tabela 3 - Massa de 1000 sementes, primeira contagem de germinação, germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado em função das doses de nitrogênio associada à ausência e presença da aplicação foliar de *A. brasilense*. Chapadão do Sul, MS, 2014

Doses de N (D) (kg ha ⁻¹)	M1000 (g)	PCG (%)	GERM (%)	EMERG. (%)	IVE -	CE (μS.cm ⁻¹ .g ⁻¹)	EA (%)
0	38,29	73,50	88,00	74,50	10,44	13,87	85,0
30	35,55	74,75	82,75	79,00	11,20	14,49	83,75
60	34,54	68,00	79,25	77,50	11,31	15,66	88,0
90	32,55	88,00	92,50	77,00	10,81	15,06	90,5
<i>Azospirillum</i> (A)							
Ausência	34,69 ^b	76,25	84,37	71,00 ^b	10,80 ^b	14,58 ^a	85,00
Presença	35,77 ^a	75,87	86,87	83,00 ^a	11,80 ^a	14,96 ^a	88,62
F(D)	23,76*	16,04*	9,28*	0,38 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,33 ^{ns}	3,62*
F(A)	4,86*	0,03 ^{ns}	1,71 ^{ns}	15,78*	20,09*	0,32 ^{ns}	5,16*
F(D*A)	1,21 ^{ns}	6,98*	7,44*	2,43 ^{ns}	2,01 ^{ns}	1,32 ^{ns}	4,70*
CV (%)	3,94	7,87	6,32	11,10	9,95	8,98	5,20

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – dados não significativos

A aplicação em cobertura de nitrogênio proporcionou diferença entre as doses para a massa de 1000 sementes (Tabela 3), sendo que quando não foi realizada a adubação nitrogenada, a massa de 1000 sementes foi maior e à medida que se aumentou a dose de nitrogênio houve uma diminuição nesse valor (Figura 2A).

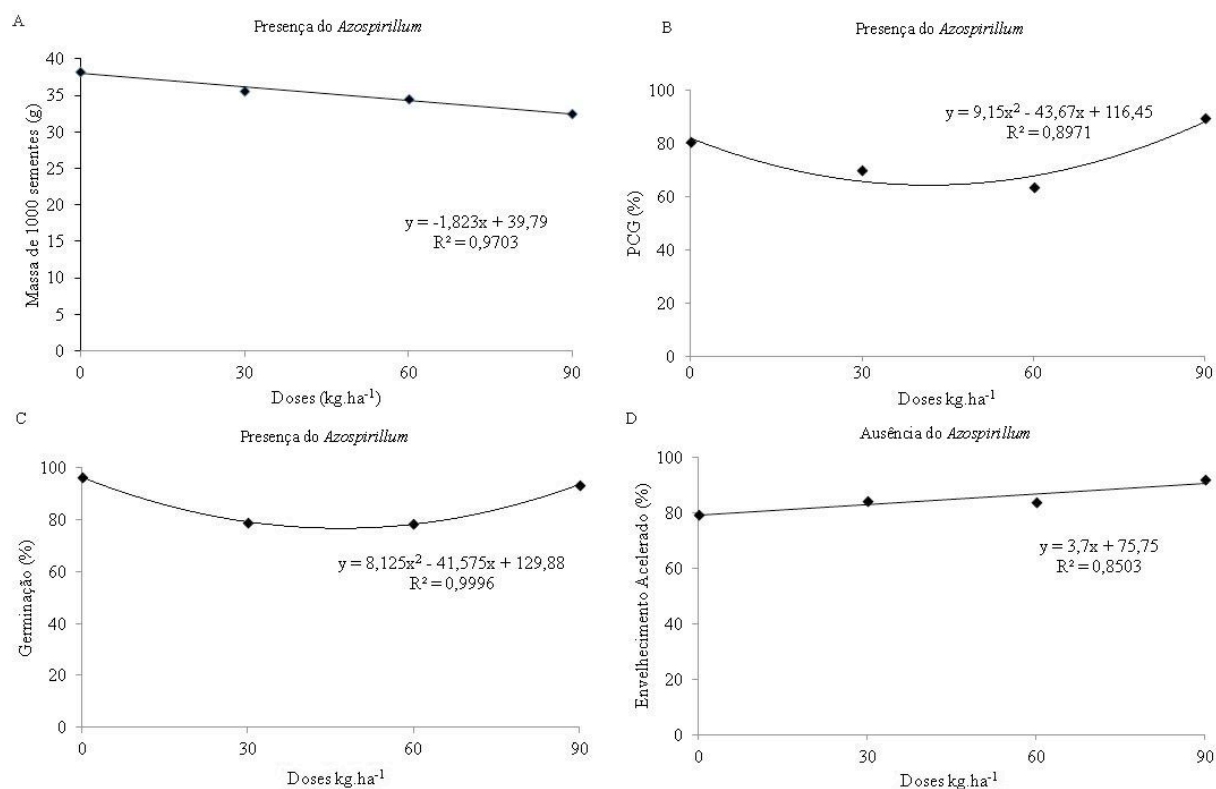


Figura 2 - Massa de 1000 sementes (A), primeira contagem de germinação (PCG) (B), germinação (C) e envelhecimento acelerado (D) em função de doses de adubação nitrogenada em cobertura na presença ou ausência de *A. brasilense* inoculada via foliar.

Segundo Marshall et al. (1992), a massa de sementes, normalmente, ou não sofre modificação, ou é reduzida pelo acréscimo na adubação nitrogenada; entretanto, discordando dessa afirmação, Diniz (1996) verificaram que a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N em cobertura aumentou a massa de 1000 sementes, em relação à testemunha.

A aplicação foliar da bactéria incrementou a massa de 1000 sementes; entretanto, em trabalho realizado por Mendes et al. (2011), não foi encontrada diferenças entre os tratamentos com a inoculação via semente de *Azospirillum brasilense* para a massa de 1000 sementes de trigo.

Houve interação significativa entre adubação nitrogenada e a inoculação de *A. brasilense* para primeira contagem de germinação e porcentagem de germinação (Tabela 3). Na primeira contagem, as maiores porcentagens de sementes germinadas foram observadas na maior dose de nitrogênio utilizada, porém nessa dose não houve diferença na primeira contagem de germinação para a ausência e presença da inoculação (Tabela 4).

Tabela 4 – Desdobramento da interação entre as doses de nitrogênio em cobertura associada a ausência e presença da aplicação foliar do *A. brasilense* na primeira contagem de germinação (PCG), germinação e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de sorgo

Inoculação	Doses de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)			
	0	30	60	90
PCG (%)				
Ausência	66,50b	79,50a	72,50a	86,50a
Presença	80,50a	70,00b	63,50b	89,60a
Germinação (%)				
Ausência	79,50b	86,50a	80,00b	91,50a
Presença	96,50a	79,00a	78,50a	93,50a
EA (%)				
Ausência	79,50b	84,50a	84,00b	92,00a
Presença	90,50a	83,00a	92,00a	89,00a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} – dados não significativos

Nas doses de 30 e 60 kg ha⁻¹ de N observou-se que a aplicação foliar de *A. brasilense* aumentou a porcentagem de sementes germinadas no quinto dia após a semeadura (Tabela 4) o que indica um aumento de vigor das sementes na presença da inoculação foliar dessa bactéria. Todavia, houve benefício no vigor das sementes com a aplicação foliar de *A. brasilense* quando não foi aplicado nitrogênio via solo; fato que pode ser explicado devido o *Azospirillum* ser capaz de sintetizar um importante hormônio, uma auxina, o ácido 3-indolacético (AIA), além de outros compostos indólicos (Crozier et al., 1988).

Quando não se inoculou a bactéria via foliar não houve diferença entre as doses de N testadas; porém, quando foi utilizado *Azospirillum* foliar houve uma tendência de diminuição da primeira contagem até a dose de 42 kg ha⁻¹ de N, seguido de um aumento até a maior dose testada (Figura 2B).

Na ausência da adubação nitrogenada, a germinação foi favorecida com a inoculação do *Azospirillum* (Tabela 4). Quando se inoculou *A. brasilense* houve diferença entre as doses de N, com os dados se ajustando a uma equação quadrática, no qual a testemunha apresentou maiores valores, reduzindo a germinação até a dose de 50 kg ha⁻¹ seguido de um aumento na germinação até a máxima dose testada (Figura 2C).

As médias de emergência e IVE encontram-se na Tabela 3, na qual verificou-se que não houve interação significativa entre as doses de nitrogênio e aplicação de *Azospirillum*. Para os mesmos testes não houve diferença entre as doses de nitrogênio. Em girassol, Sader (1987) verificou que os níveis de N não influenciaram o índice de velocidade de emergência e a emergência; entretanto em trabalho realizado por Imolesi et al. (2001), foi observado diferença significativa no índice de velocidade de emergência em função da aplicação de doses de 0, 40, 80, e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, onde a maior dose proporcionou um maior IVE em milho doce.

Em relação aos resultados referentes a inoculação de *Azospirillum* verificou-se que a presença da inoculação foliar da bactéria aumentou a porcentagem de plântulas emergidas e o IVE, corroborando com os resultados de germinação, em que se verifica também uma melhoria no vigor das sementes pela presença da inoculação dos *Azospirillum*. Araújo et al. (2010) também constataram que a inoculação com as bactérias diazotróficas aumentaram a velocidade de emergência de sementes de arroz.

No teste de condutividade elétrica (Tabela 3) não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos. Em trabalho realizado por Araujo et al. (2014), o vigor determinado pelo teste de condutividade elétrica não foi afetado pela adubação nitrogenada no milho. Os resultados deste trabalho são similares com os trabalhos de Crusciol et al. (2003) e Farinelli et al. (2006), os quais não observaram diferenças significativas em relação ao efeito do N no teste de condutividade elétrica em sementes de feijão. No envelhecimento acelerado, quando não houve a aplicação do nitrogênio, os valores foram menores, seguindo de um aumento gradativo até a máxima dose testada (Figura 2D). Farinelli et al. (2006) observaram incrementos no vigor avaliados pelo envelhecimento acelerado promovido pela adubação nitrogenada de cobertura no feijoeiro.

Nas doses de 0 e 60 kg.ha⁻¹ de nitrogênio a presença da bactéria proporcionou incremento na germinação de sementes após o teste de envelhecimento acelerado (Tabela 4). Entretanto em trabalho realizado por Araujo et al. (2014), o vigor determinado pelo de envelhecimento acelerado, não foi afetado pela inoculação com bactérias diazotróficas.

Quando não foi utilizado o *Azospirillum*, os dados se ajustaram a uma equação do primeiro grau (Figura 2D) para o teste de envelhecimento acelerado. Quando não houve a aplicação do nitrogênio, os valores deste parâmetro foram menores, seguindo de um aumento gradativo até a máxima dose testada. Farinelli et al. (2006) observaram incrementos no vigor avaliados pelo envelhecimento acelerado promovido pela adubação nitrogenada de cobertura

no feijoeiro. Quando foi realizada a aplicação foliar da bactéria, as doses de nitrogênio se ajustaram a uma equação de terceiro grau. ($y = -4,75x^3 + 36,75x^2 - 84,5x + 143$).

Algumas pesquisas em trigo têm sugerido que a inoculação com bactérias diazotróficas não substitui o adubo nitrogenado, porém, pode promover melhor absorção e utilização do N disponível (Saubidet et al., 2002). Quadros (2009) observou que a inoculação a campo apresentou indícios de que juntamente com a adição de dose de 50 kg ha⁻¹ na base, apresenta desempenho equivalente à aplicação de 130 kg ha⁻¹ de N quanto ao rendimento de grãos para dois híbridos de milho. Didonet et al. (1996) observaram que a produção de grãos de trigo inoculado com *A. brasilense*, e complementado com 15 kg ha⁻¹ de N não diferiu estatisticamente da obtida no tratamento controle com 45 kg ha⁻¹ de N.

Como relatado por Hungria et al. (2010) apesar de muitos experimentos com fertilização nitrogenada conduzirem para produtividades superiores quando comparado ao uso da inoculação de bactérias diazotróficas como o *A. brasilense*, isto não reduz o potencial de seu uso. Nesse sentido, a inoculação de *A. brasilense* e a integração lavoura-pecuária podem contribuir para economia de fertilizante nitrogenado, assim como melhorar a eficiência de uso dos recursos disponíveis com a intensificação do uso da terra, porém desenvolvendo-se um sistema de produção baseado em um conceito de agricultura sustentável.

CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio não influenciaram na produtividade do sorgo, porém as doses intermediárias reduziram a porcentagem de sementes germinadas na primeira conta de germinação, bem como no teste de germinação.

A inoculação de *Azospirillum brasilense* via foliar não incrementou a produtividade, porém houve benefício na germinação e vigor das sementes de sorgo, principalmente na ausência de adubação nitrogenada.

REFERÊNCIAS

AGUIAR L.M.S.; MORAES, A.V.C.; GUIMARÃES, D.P. Cultivo do sorgo. **Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção**, 2 ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica - 3ª edição. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/clima.html>> Acesso em: 20 out. 2014.

ARAUJO, A.E.S.; ROSSETO, C.A.V.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. Germinação e vigor de sementes de arroz inoculadas com bactérias diazotróficas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.4, p.932-939, 2010.

ARAUJO, E.O.; VITORINO, A.C.T.A.; MERCANTE, F.M.; NUNES, D.P.; SCALON, S.P.Q. Qualidade de sementes de milho em resposta à adubação nitrogenada e à inoculação com bactérias diazotróficas. **Agrária**, v.9, n.2, p.159-165, 2014.

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

BURDMAN, S.; OKON, Y.; JURKEVITCH, E. Surface characteristics of *Azospirillum brasilense* in relation to cell aggregation and attachment to plant roots. **Critical Reviews in Microbiology**, v.26, p.91-110, 2000.

CROZIER, A.; ARRUDA, P.; JASMIM, J.M.; MONTEIRO, A.M.; SANDBERG, G. Analysis of indole-3-acetic acid and related indóis in culture medium from *Azospirillum lipoferum* and *Azospirillum brasilense*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, n.1, p.2833-2837, 1988.

CRUSCIOL, C.A.C.; LIMA, E.D.; ANDREOTTI, M.; NAKAGAWA, J.; LEMOS, L.B.; MARUBAYASHI, O.M. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e características de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.108-115, 2003.

DICKO, M.H.; GRUPPEN, H.; TRAORÉ, A.S.; VORAGEN, A.G.J.; BERKEL, W.J.H. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. **Afr. J. Biotechnol.**, v.5, n.5, p.384-395, 2006.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.9, p.645-651, 1996.

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

DINIZ, A. R. Resposta da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à aplicação de nitrogênio (cobertura e semeadura) e de molibdênio foliar. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1996. p.73-75.

DOBEREINER, J. Avanços recentes na pesquisa em fixação de nitrogênio no Brasil. **Artigos Assinados Estudos Avançados**, v.4, n.8, p.144-152, 1990.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: 2006. 169p.

FERREIRA, S.R.M.; LUPARELLI, P. C.; SCHIEFERDECKER, M.E.M.; VILELA, R.M. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v.59, n.4, p. 47-52, 2009.

GODOY, J.C.S.; WATANABE, S.H.; FIORI C.C.L.; GUARIDO, R.C. Produtividade de milho em resposta a doses de nitrogênio com e sem inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. **Campo Digital**, v.6, n.1, p.26-30, 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**, Netherlands, v.331, n.1/2, p.413-425, 2010.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa_201001_5.shtm>. Acesso em: 15/10/2014.

IMOLESI, A.S.; VON PINHO, E.V.R.; PINHO, R.G.V.; VIEIRA, M.G.G.C.; CORRÊA, R.S.B. Influência da adubação nitrogenada na qualidade fisiológica das sementes de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.5, p.1119-1126, 2001.

MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46 p. (Circular Técnica, 3).

MAGUIRE, J.D. Speed of germination – aid in selection aid evolution for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1.1-1.21.

MARSHALL, H.G.; McDANIEL, M.E.; CREGGER, L.M. Cultural practices for growing oat in the United States. In: MARSHALL, H.G.; SORRELLS, M.E. (eds.). **Oat Science and technology**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1992. p.191-221. (Agronomy, 33).

MENDES, M.C. ROSARIO, J.G. FARIA, M.F. ZOCHE, J.C. WALTER, A.L. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada as Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.4, n.3, p.95-110, 2011.

MENEZES, L.F.G.; SEGABINAZZI, L.R.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; KUSS, F.; PACHECO, P.S.; ROSA, J.R.P. Silagem de milho e grão de sorgo como suplementos para vacas de descarte terminadas em pastagem cultivada de estação fria. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v.61, n.1, p. 67-72, 2009.

QUADROS, P.D. **Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

REIS JÚNIOR, F.B.; DÖBEREINER, J.; BALDANI, V.L.D.; REIS, V.M.; MACHADO, A.T. **Seleção de genótipos de milho e arroz mais eficientes quanto ao ganho de N através de fixação biológica de N₂**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1998. 24p.

RODRIGUES FILHO, O.; FRANÇA, F.S.; OLIVEIRA, R.P.; OLIVEIRA, E.R.; ROSA, B.; SOARES, T.V.; MELLO, S.Q.S. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de

sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L) Moench) submetidos a três doses de nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.1, p. 125-129, 2006.

SADER, R. Efeitos da adubação nitrogenada na qualidade de sementes de girassol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5., 1987, Gramado-RS. **Resumos...** Brasília: ABRATES, 1987. p.2.

SAIKIA, S.P.; JAIN, V.; KHETRAPAL, S.; ARAVIND, S. Dinitrogen fixation activity of *Azospirillum brasilense* in maize (*Zea mays*). **Current Science**, v.93, n.9, p.1296-1300, 2007.

SAUBIDET, M. I.; FATTA, N.; BARNEIX, A. J. The effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on growth and nitrogen utilization by wheat plants. **Plant and Soil**, Netherlands, v.245, n.2, p.215-222, 2002.

SCHOBER, T.J.; BEAN, S.R. ; BOYLE, D.L. Gluten-Free Sorghum Bread Improved by Sourdough Fermentation: Biochemical, Rheological, and Microstructural Background. **J. Agric. Food Chem.**, v.55, n.1, p.5137-5146, 2007.

SILVA, P.C.S.; LOVATO, C. Análise de crescimento e rendimento em sorgo granífero em diferentes manejos com nitrogênio. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.15, n.1, p.15-33, 2008.

SILVA, A.A.O.; FELIPE, T.A.; BACH, E.E. Ação do *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento das plantas de trigo (variedade IAC-24) e cevada (variedade CEV 95033). **Conscientiae Saúde**, v.3, n.2, p.29-35, 2004.

TAYLOR, J.R.N.; SCHOBER, T.J.; BEAN, S.R. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. **Journal of Cereal Science**, v.44, n.1, p.252-271, 2006.

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**, v.37, n.2, p.1016-1024, 1979.

VON PINHO, R.G.; CANEDO RIVERA, A.A.; BRITO, A.H.; LIMA, T.G. Avaliação agronômica do cultivo de milho em diferentes níveis de investimento. **Ciência e agrotecnologia**, v.33, n.1, p.39-46, 2009.