

ASSOCIAÇÃO DE *AZOSPIRILLUM BRASILENSE* A DOSES DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO SORGO SILAGEIRO

Itacir de Pierri Ubert¹ Silas Cleiton Soligo²

¹ Engenheiro agrônomo, Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (itacirubert@hotmail.com), Porto Alegre- Brasil.

² Engenheiro agrônomo, Licenciando do Curso Interdisciplinar em Educação do Campo-Ciências da Natureza-Licenciatura, Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim-RS

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

A expansão na área cultivada com sorgo é decorrente de sua maior capacidade em suportar eventos extrínsecos adversos em comparação aos demais cereais. A nutrição da cultura é essencial no seu desenvolvimento, sendo que o nitrogênio é o principal nutriente, pois desempenha funções vitais, porém possui custos elevados e perdas na aplicação. Assim, a inoculação com bactérias *Azospirillum brasilense* objetiva aumentar a eficiência do processo. O trabalho objetivou medir o rendimento de matéria verde do sorgo silageiro sob o efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* em diferentes níveis de nitrogênio. O experimento foi desenvolvido na Estação experimental da Faculdade IDEAU de Getúlio Vargas-RS na safra de verão 2010/2011, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados de esquema fatorial 2 x 6, o primeiro fator constituído com e sem inoculante, o segundo com níveis de adubação nitrogenada em cobertura equivalente a 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha⁻¹. Efetuou-se o corte da cultura no centro de cada parcela em uma área de 1,8 m² no ponto de ensilagem, separando-se as folhas e a panícula do colmo e pesando-se a massa verde individualmente. Os dados coletados foram submetidos à análise de covariância e de regressão. A produtividade de matéria verde de sorgo silageiro foi influenciada somente pelas doses de nitrogênio em cobertura. A maior relação panícula+folhas/colmo foi alcançada na dose de 250 kg ha⁻¹ de N e a produção máxima de matéria verde de sorgo foi alcançada na dose de 192 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

PALAVRAS – CHAVE: *Azospirillum brasilense*, nitrogênio, rendimento, silagem.

ASSOCIATION OF *Azospirillum brasilense* THE NITROGEN LEVELS IN COVERING THE SORGHUM SILAGEIRO CROP

ABSTRACT

The expansion in area planted with sorghum is due to their greater ability to withstand events extrinsic adverse compared to other cereals. The nutrition of the culture is essential in their development, and that the nitrogen plays vital functions, but has high costs and losses in the application. With the inoculation of bacteria *Azospirillum brasilense* the process can be more efficient. The study aimed to measure the yield of green sorghum silageiro under the effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* at different levels of nitrogen. The experiment was carried out

at the experimental Station of the Faculty IDEAU of Getúlio Vargas-RS in the harvest of summer 2010/2011, has been used in randomized blocks design of a 2 x 6 factorial, the first factor composed with and without inoculant, the second with levels of nitrogen fertilization in coverage equivalent to 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha⁻¹. Logged the cut of culture at the center of each plot in an area of 1.8 m² in point of silage separating the sheets and the panicle of stem weighing the earth green individually. The data collected were subjected to analysis of covariance and regression. The productivity of green sorghum silageiro was influenced only by the doses of nitrogen. The higher panicle+leaf/stem ratio was reached at a dose of 250 kg ha⁻¹ of N and the maximum production of green sorghum was achieved at a dose of 192 kg ha⁻¹ of N in coverage.

KEYWORDS: Azospirillum brasilense, nitrogen, yield, silage.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é considerado o quinto cereal mais cultivado mundialmente, ficando atrás apenas do trigo, arroz, milho e cevada (KAWAHIGASHI et al., 2011). Sua utilização é destinada essencialmente para produção de farinha, para panificação, amido e álcool, que são empregados na alimentação humana em muitos países da África, Sul da Ásia e América Central. Devido a sua elevada qualidade nutricional é amplamente cultivado para fins de alimentação animal, como forragem e produção de silagem (BORBA et al., 2012).

A cultura destaca-se em relação aos demais cereais, principalmente, pelo sistema radicular abundante e profundo, proporcionando maior tolerância ao acamamento e a estresse por deficiência hídrica, inclusive apresentando produções mais elevadas que o milho, em condições desfavoráveis de cultivo (ROCHA JÚNIOR et al., 2000). Devido a estas características, a área cultivada de sorgo em substituição ao milho para produção de silagem tem aumentado nos últimos anos (MONTAGNER et al., 2005).

No entanto, ao buscar um sistema produtivo eficiente com melhores índices na qualidade e volume da forragem a ser ensilada, deve-se estar atento quanto à disponibilidade nutricional adequada para a cultura (COELHO et al., 2002). Conforme SIMILI et al. (2010), o nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelo sorgo, por ser componente essencial para o desenvolvimento da cultura, constituinte das proteínas e responsável por características imprescindíveis nas plantas, tais como o tamanho da folha, colmo, desenvolvimento de perfilhos, dentre outras.

A cultura apresenta alta responsividade à aplicação de fertilizantes, principalmente os nitrogenados (HUNGRIA et al., 2010). No sorgo, o acúmulo de nitrogênio ocorre quase linearmente até a maturação, sendo o elemento que mais frequentemente, limita sua produtividade. Todavia, SILVA & LOVATO (2008) colocam que, a resposta de uma cultura a doses crescentes de nitrogênio, depende de vários fatores que interferem na disponibilidade desse elemento às plantas. Entre os principais, destacam-se os edafoclimáticos, como textura do solo, regime de chuvas e os fatores genéticos inerentes a cada cultivar, os quais determinam sua capacidade de resposta na adubação.

A recomendação de adubação nitrogenada para o sorgo varia de 60 a 130 kg ha⁻¹ de N, conforme a matéria orgânica do solo e a expectativa de produtividade (COMISSÃO DE FERTILIDADE. DO SOLO RS/SC, 1995). Vê-se a necessidade de

avaliar o potencial de resposta do sorgo ao N em doses mais elevadas (SCIVITTARO et al., 2005).

Os fertilizantes nitrogenados possuem custos elevados e, quando aplicados em condições desfavoráveis, não refletem a eficiência esperada devido a perdas por lixiviação, volatilização e desnitrificação, ocasionando contaminação do ambiente (AFZAL, 2012). Dessa forma, existe também uma tendência de diminuição dos insumos com elevada pegada de CO₂ devido a preocupação com o meio ambiente.

Uma alternativa para o suprimento de nitrogênio é por meio da fixação biológica de nitrogênio, por bactérias diazotróficas, especificamente a *Azospirillum brasilense* a qual é uma das bactérias que vem proporcionando resultados positivos (HUNGRIA, 2011). As bactérias *Azospirillum brasilense* tem a capacidade de associação com a cultura promovendo a fixação de nitrogênio gasoso (N₂) para NH₃ assimilável pelas plantas (BERGAMASCHI, 2006). Outro mecanismo proposto para a explicação da eficiência destas bactérias é a hipótese aditiva, que consiste na habilidade da bactéria produzir ou metabolizar fitohormônios como auxinas, giberelinas e citocininas, etileno, ácido abscísico, óxido nítrico e poliaminas, as quais proporcionam melhor crescimento radicular (PINTO JUNIOR et al., 2012), (SPAEPEN et al., 2014) e por consequência maior absorção de água e nutrientes, resultando em uma planta mais vigorosa e produtiva (BASHAN et al., 2004; HUNGRIA, 2011).

Diversos trabalhos desenvolvidos até o momento ressaltam a importância, da inoculação de cereais com *A. brasilense*. Em trabalho desenvolvido por HUNGRIA (2011) na cultura do milho, verificou-se que a inoculação das sementes com *A. brasilense* mais 24 kg ha⁻¹ de N na semeadura e 30 kg ha⁻¹ de N no florescimento proporcionou o rendimento médio de grãos de 7000 kg ha⁻¹ de milho 12,3% de aumento em relação ao não inoculado. Da mesma forma, SANDINI e NOVAKOWSKI (2011) constataram que a inoculação de *A. brasilense* sem aplicação de nitrogênio de base aumentou em 2048 kg ha⁻¹ (14,98%) a produtividade do milho.

Os estudos sobre aplicação de bactérias diazotróficas na cultura do sorgo, com o intuito de reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados, ainda estão em fase inicial, apesar de já dispor de alguns resultados experimentais (VAZQUEZ et al., 2012). Portanto, são necessárias a realização de pesquisas direcionadas a cultura do sorgo para verificar o potencial dessas bactérias associadas com doses de nitrogênio. Diante desse contexto, o presente trabalho objetivou medir a produtividade de matéria verde da cultura do sorgo silageiro, sob o efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* em diferentes níveis de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental da Faculdade IDEAU no município de Getúlio Vargas, situada na região Norte do estado do Rio Grande do Sul, à -27° 53' 25" de latitude e -52° 13' 39" de longitude, na safra de verão 2010/2011. O solo predominante é Latossolo Vermelho distrófico, a altitude média do município é de 760 m, clima subtropical com variações térmicas entre 14 e 19°C, tendo precipitação pluviométrica média anual de 1.875 mm (PMGV, 2013). As variações na temperatura e na precipitação pluvial constatada durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura estão apresentadas na figura 1.

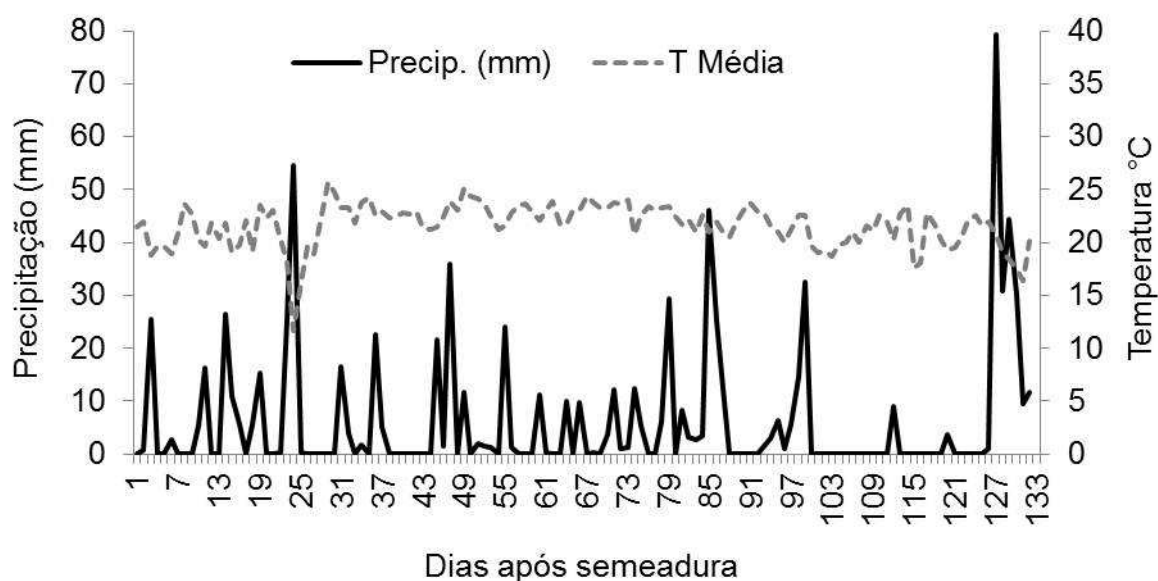


FIGURA 1 Temperatura média e precipitação pluviométrica no decorrer do desenvolvimento da cultura após a data de semeadura - Getúlio Vargas, RS, 2010/2011

O delineamento experimental foi de blocos casualizados de esquema fatorial 2 x 6, sendo que o primeiro fator constituiu-se com presença e ausência de e sem a presença de inoculação (*Azospirillum brasilense*), na dose equivalente a 10 mL 5 kg⁻¹ de sementes. Já no segundo, foi constituído com níveis de adubação nitrogenada em cobertura equivalente a 0, 50, 100, 150, 200, 250 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia 45% ((NH₂)₂CO). Cada bloco, composto por 12 parcelas de 2,70 m x 6 m com 16,2 m² cada e quatro repetições, totalizou 48 unidades experimentais.

O híbrido de sorgo utilizado foi o Agrocere AG 2005E®. A semeadura ocorreu de forma mecanizada no dia 20/11/2010, com espaçamento de 45 cm entre linhas, densidade de 170 mil sementes ha⁻¹ e na profundidade de 3 cm. A adubação utilizada, de acordo com o resultado da análise de solo, foi de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-20. As sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, previamente a semeadura, com a utilização do produto comercial Gelfix Gremineas®, o qual é constituído pela estirpe BR11005 (SP245), na concentração de 10⁸ células de *A. brasilense* por mL⁻¹ do produto comercial.

O controle químico de plantas daninhas e lagarta do cartucho ocorreu em 23/12/2010. Foram utilizados os princípios ativos *Atrazina* 500 g L⁻¹, na dose 4 L .ha⁻¹ do produto comercial como herbicida, e *Metamidofós* 600 g L⁻¹, na dose 500 mL ha⁻¹ do produto comercial, como inseticida, aplicados com pulverizador costal manual. A adubação nitrogenada foi realizada de forma manual, variável conforme os tratamentos estabelecidos, sendo que a mesma em cobertura foi parcelada em duas aplicações, 50 % da dose em cada aplicação. A primeira aplicação foi realizada no dia 28/12/2011, quando as plantas se encontravam no estágio V4 e a segunda em 20/01/2011, no estágio V7.

A colheita ocorreu no dia 31/03/2011, quando as plantas do sorgo atingiram o ponto de ensilagem, isto é, período em que o grão da porção média da panícula está em consistência farinácea. Realizou-se o corte das plantas pertencentes às duas linhas centrais da parcela por 2 metros de comprimento, constituindo uma área útil de 1,80 m². As plantas foram cortadas a cerca de 20 cm da superfície do solo, posteriormente o material coletado foi dividido em: panícula; folhas e colmo, realizando a pesagem de cada componente separadamente em cada unidade experimental.

Com a pesagem das partes da planta, realizou-se a análise da relação folha+panícula/colmo, o qual é um indicativo da qualidade da ensilagem. Devido à diferenciação no número de plantas em cada parcela, em decorrência da metodologia de semeadura conjuntamente com a germinação desuniforme, os dados coletados foram submetidos à análise de covariância, levando em consideração o número de plantas como a covariável e posteriormente a análise de regressão para o fator quantitativo que teve efeito significativo. Os dados foram analisados com auxílio do software estatístico SAS, versão 8.2 (SAS, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A desuniformidade na densidade das plantas observadas entre parcelas, não foi devido aos efeitos de toxicidade das doses de nitrogênio, inoculação com *Azospirillum brasilense* e da interação entre os fatores. A partir dos resultados obtidos pela análise de covariância verificou-se que a relação folha + panícula/colmo foi influenciada apenas pelas doses de nitrogênio ($p=0.0003$) em cobertura. Contudo, não houve efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* ($p=0.1368$) e da interação entre os fatores ($p=0.3716$).

A importância de estudar a relação panícula + folhas/ colmo deve-se a pesquisa conduzida por GOMES et al., (2006), em que foi observado maior teor de PB da planta de sorgo está na panícula (9,72%), nas folhas (6,31%) e colmo (1,70%), sendo que quanto maior esta relação, maior é o teor de PB da silagem.

Considerando a relação folha + panícula sobre o colmo, pode-se observar que a menor dose de N proporcionou uma menor relação, resultando em uma menor participação de grãos e folhas na silagem, diminuindo sua qualidade, por sua vez a dosagem de 250 kg ha⁻¹ de N em cobertura proporcionou a maior relação, sendo que a silagem terá uma maior qualidade (Figura 2). No entanto, uma maior relação folha + panícula sobre o colmo não significa um maior rendimento do peso total da planta. Em pesquisa desenvolvida por PERAZZOL et al., (2014) o coeficiente de correlação de pearson do peso de planta e porcentagem de folhas foi de 0,06, indicando que mesmo que tenha sido significativo ($p<0,05$) é um grau baixo de linearidade positiva entre as variáveis, ou seja, dependendo das condições a dose ideal de nutrientes pode ser diferente para cada componente de rendimento da planta.

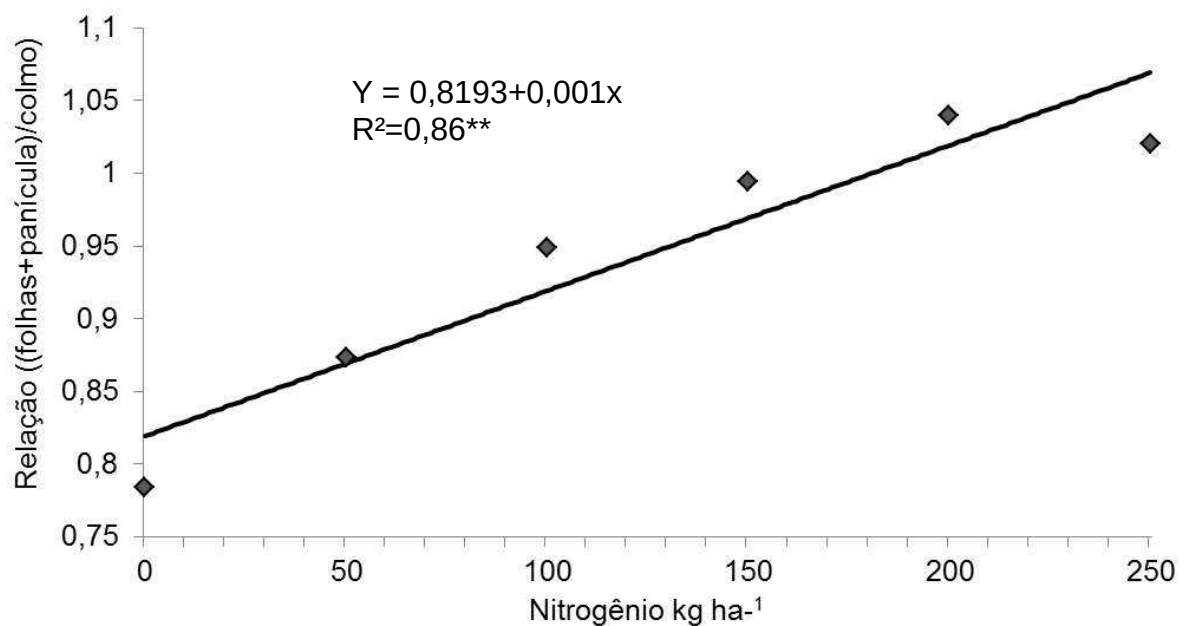


FIGURA 2 Relação panícula + folhas / colmo de sorgo silageiro em relação a adubação nitrogenada em cobertura - Getúlio Vargas, RS, 2010 *
*Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F

O coeficiente de regressão da covariável número de plantas para rendimento de massa verde é de -0.06966 ($t=-3.60$; $p=0.0011$), ou seja, nas densidades constatadas no experimento, cada planta por ha⁻¹ contribui em uma redução média de 0.06966 Kg na produtividade de matéria verde de sorgo silageiro. Estes dados evidenciam os resultados obtidos por TERRA et al. (2011), onde, testando quatro densidades de plantas, a menor densidade de 140 mil plantas por hectare foi a que apresentou maior rendimento por área.

A partir dos resultados obtidos pela análise de covariância verificou-se que a produtividade de matéria verde de sorgo silageiro foi influenciada apenas pelas doses de nitrogênio ($p=0.0001$) em cobertura. Contudo, não houve efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* ($p=0.1900$) e da interação entre os fatores ($p=0.4817$).

Outros autores ao estudarem o efeito de bactérias diazotróficas, não obtiveram efeito significativo do uso das mesmas. BASSI (2013), ao estudar efeitos e formas de inoculação de *A. brasilense* de doses nitrogênio em cobertura na cultura do milho, concluiu que a inoculação com *A. brasilense* independente do método de aplicação (via semente ou sulco) não proporcionou incrementos estatisticamente significativos na produtividade do milho. FRANCISCO et al. (2012) não observaram diferenças na altura de planta, prolificidade e matéria de mil grãos, quando da inoculação de sementes com *A. brasilense* e aplicação de doses de N em cobertura na cultura do milho. REPKE et al. (2013), a aplicação da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense* via solução nas sementes, acompanhada ou não de doses de nitrogênio sintético, não interfere no desenvolvimento de plantas e na produtividade da cultura do milho.

CAMPOS et al. (1999) ao avaliar o efeito de *A. brasiliense* sobre o teor de nitrogênio total do grão e o rendimento de grãos, perfilhos e de espigas, a altura de

plantas na cultura do trigo. Para a cultura da aveia, foram avaliados o número de plantas e perfilhos, a massa verde, a massa seca, o teor de nitrogênio total do grão e o rendimento de grãos com corte e sem corte, os autores concluíram que em ambas as culturas, o *A. brasiliense* não proporcionou ganho em nenhuma das variáveis estudadas.

Uma das hipóteses levantadas por diversos pesquisadores para a não influência da inoculação, seria um decréscimo na proporção de diazotróficos no solo em decorrência de uma supressão competitiva dos microorganismos heterotróficos na presença de formas combinadas de N. Além da influência de fertilizante nitrogenado na associação com os microorganismos. (MUTHUKUMARASAMY et al., 1999; BERGAMASCHI 2006). É preciso testar as estirpes e buscar aquelas melhor adaptadas a cada região, em termos de clima e sistema de manejo e posteriormente, introduzi-las no produto comercial (CAMPOS et al., 1999).

Em relação à adubação nitrogenada, pode-se observar que conforme a análise de regressão (Figura 3), a máxima eficiência de 40786 kg ha⁻¹ de matéria verde de sorgo seria alcançada com a dose agrônômica de 192 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Essa resposta quadrática fica visível nos ganhos obtidos em relação ao tratamento controle, demonstrando a importância da adubação nitrogenada em cobertura sobre a cultura do sorgo.

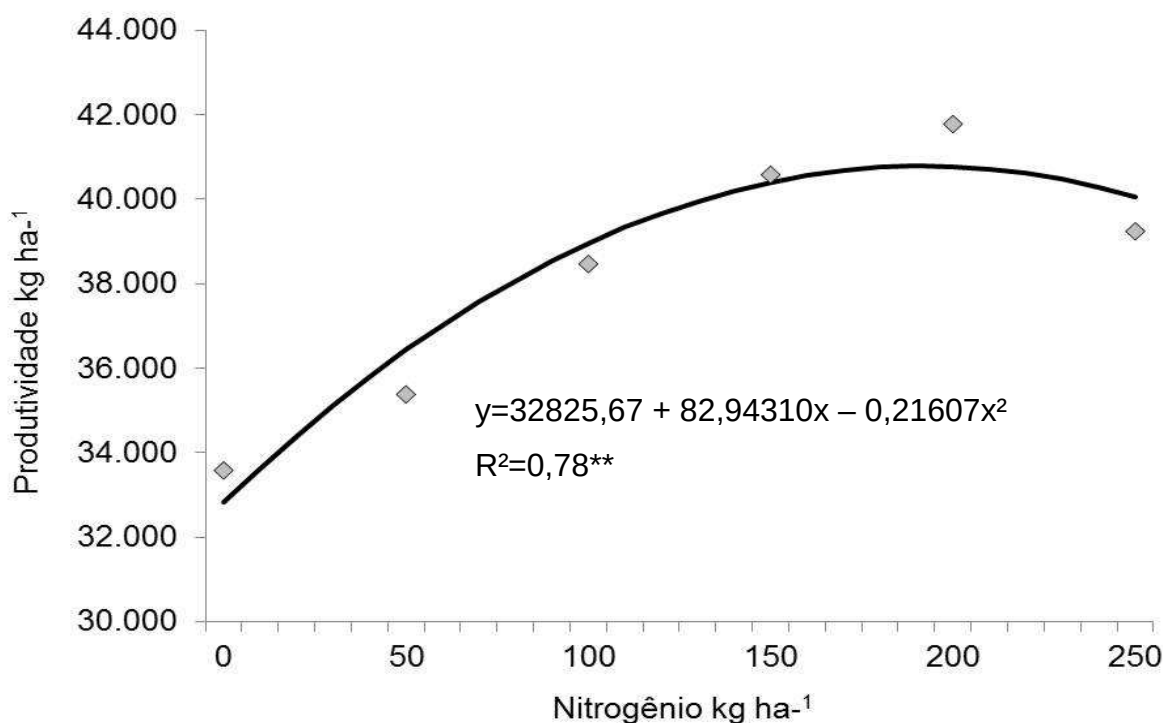


FIGURA 3 Produtividade de matéria verde de sorgo silageiro em relação a adubação nitrogenada em cobertura - Getúlio Vargas, RS, 2010 *
*Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F

Em experimento conduzido por ARAUJO et al. (2010) avaliando cinco doses de nitrogênio em cobertura 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N sobre o rendimento de grãos de sorgo, observaram que as maiores doses de N proporcionaram um incremento linear no rendimento de grãos, sendo que a maior rendimento foi obtido

na dosagem de 100 kg ha⁻¹ de N. Ao testar a influencia de cinco doses de nitrogênio com a dose máxima testada de 100 kg ha⁻¹ em quatro cultivares de sorgo, NAMOOBE et al. (2014), observaram diferença de resposta da adubação nitrogenada em função da cultivar, além de obter um aumento linear no rendimento de grãos de sorgo, sugerindo-se a realização de pesquisas utilizando-se doses maiores de nitrogênio, afim de aumentar a eficiência produtiva. Evidenciando a importância de novas pesquisas utilizando-se doses maiores a fim de maximizar a eficiência produtiva (SOLEYMANI, et al. 2011).

Resultado semelhante foi obtido por MACEDO et al. (2012), ao testar diferentes dosagens de nitrogênio em cobertura na cultivar de sorgo BR 601, obteve-se a produtividade máxima de 37996 kg de M.V ha⁻¹, com aplicação de 143,19 kg de N ha⁻¹ em cobertura.

CONCLUSÕES

A inoculação com *Azospirillum brasilense* não apresenta influência significativa na produtividade na cultura do sorgo silageiro. A maior relação panícula+folhas/colmo de 1,0693 foi alcançada na dose de 250 kg ha⁻¹ de N em cobertura. A produção máxima de matéria verde de sorgo de 40786 kg ha⁻¹ foi alcançada com a dose de 192 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

REFERÊNCIAS

AFZAL, M.; AHMAD, A.; AHMAD H. Effect of nitrogen on growth and yield of sorghum forage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench cv.) under three cuttings system. **Cercetări Agronomice**, Moldova, v. 45, n. 4, 2012.

ARAUJO, V. T. et al. **Efeitos de doses de nitrogênio e do controle de plantas daninhas na produção do sorgo granífero**. In: I Congresso de pesquisa e pós-graduação do instituto Goiano, Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: Instituto Federal Rio Verde, 2012.

BASHAN, Y. et al. Azospirillum-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**. [S.l.], v. 50, p. 521-577, 2004.

BASSI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura de milho**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal: Guarapuava, 2013.

BERGAMASCHI, C. **Ocorrência de bactéria diazotróficas associadas em raízes e colmos de cultivares de sorgo**. 2006. 88f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2006.

BORBA L. F. P. et al. Nutritive value of diferents silage sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), **Acta Scientiarum**, Maringá, n. 34, v.2, p. 123-129, 2012.

CAMPOS, B.H.C.; THEISEN, S.; GNATTA, V. Inoculante “Graminante” nas culturas de trigo e aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.3, p.401-407, 1999.

COELHO, A. M. et al. **Seja o doutor do seu sorgo**. Piracicaba: POTAFOS, 2002.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1995.

FRANCISCO, E.A.B. et al. 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. **Resumos...** Águas de Lindóia: ABMS, p. 1285-1291.2012.

GOMES, S.O.; PITOMBEIRA, J.B.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, J.D. Comportamento agrônomo e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v.37, n.2, p.221-227, 2006.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Net**, Londrina: Embrapa Soja: 2011. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/doc325.pdf>>. Acessado em: 11/11/2014.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, p. 413-425, 2010.

KAWAHIGASHI, H. et al. Classification of genotypes of the target leaf spot-resistant gene (ds1) in a Sorghum collection. **Crop Science**, v. 51, p. 2095-2103, 2011.

MONTAGNER, D. B. et al. Características agronômicas e bromatológicas de cultivares avaliados no ensaio sul-rio-grandense de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Agrociência**: Pelotas, v. 11, n. 4, p. 447-452, 2005.

MUTHUKUMARASAMY, R.; REVATHI, G. & LAKSHMINARASIMAHAN, C. Influence of N fertilization on the isolation of *Acetobacter diazotrophicus* and *Herbaspirillum* spp. from Indian sugar cane varieties. **Biol. Fertil. Soil**, v.29, p.157-164, 1999.

NAMOOBE, C.; NANWAL, R. K.; KUMAR, P. Productivity and economics of sorghum varieties for grain as influenced by nitrogen levels in sandy loam soil. **International Journal of Natural Sciences Research**, v. 2, n. 1, p. 5-11, 2014.

PERAZZOL, A. F. et al. Agronomic evaluation of 32 sorghum cultivars in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 43, n. 5, p. 232-237, 2014.

PINTO JUNIOR, A. S. et al. Resposta a Inoculação de Estirpes de *Azospirillum brasilense* na Cultura do Milho na Região Oeste do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Água de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, p. 282-288, 2012.

PMGV. Geografia. Disponível em: <<http://www.pmgv.rs.gov.br/geografia.html>>. Acesso em 24 out. 2013.

ROCHA JÚNIOR, V. R. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem: características agronômicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**: Belo Horizonte, v. 52, p. 506-511, 2000.

SANDINI, I.; & NOVAKOWISKI, H.J. Uso de inoculantes em milho safrinha. In: XI SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 11., 2011, Lucas do Rio Verde. **Anais...** Rio Verde: Fundação Rio Verde, p. 67-81.2011.

SAS. **SAS Software**. Version 9.1. Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 1999.

SCIVITTARO, B. W. et.al. Doses de nitrogênio e de atrazine em cultivo de sorgo em terras baixas. **Revista Brasileira Agrociência**: Pelotas, v. 11, n.3, p. 315-321, 2005.

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.

SIMILI, F. F. et al. Respostas do híbrido de sorgo-sudão às adubações nitrogenada e potássica: características estruturais e produtivas. **Ciência e Agrotecnologia**: Lavras, v. 34, n.1, 87-94, 2010.

SOLEYMANI, A.; SHAHRAJABIAN, M. H.; NARANJANI, L. The effect of plant density and nitrogen fertilization on yield, yield components and grain protein of grain sorghum. **J. Food, Agric. and Environ**, v. 9, p. 244-246, 2011.

SPAEPEN, S. et al. Physiological and Agronomical Aspects of Phytohormone Production by Model Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) Belonging to the Genus *Azospirillum*. **Journal Plant Growth Regulation**, v.33, p. 440-459, 2014.

REPKE et al. 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.

TERRA, T. G. R., et al. Análise de crescimento em sorgo sob diferentes *stands*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.10, n.3, 45-57. 2011.

VAZQUEZ, G. H. et al. Fontes de *Azospirillum* brasilense e Doses de Nitrogênio em Cobertura na Cultura do Sorgo Granífero. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012. **Anais**: Águas de Lindóia: ABMS, p. 1627-1633, 2012.