



Acúmulo de nitrogênio e massa seca em cevada inoculada com *Azospirillum brasilense* sob níveis de adubação nitrogenada⁽¹⁾.

Gustavo Ribeiro Barzotto⁽²⁾; Osvaldir Feliciano dos Santos⁽³⁾; Sebastião Ferreira de Lima⁽⁴⁾; Irineu Eduardo Kühn⁽⁵⁾; Carlos Roberto Wassolowski⁽⁵⁾; Lucas Perez Marconatto⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do FNDE – PET.

⁽²⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Chapadão do Sul, MS; gustavo.barzotto@hotmail.com; ⁽³⁾ Mestrando em Agronomia; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; ⁽⁴⁾ Professor Doutor; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

RESUMO: A inoculação de gramíneas com rizobactérias promotoras de crescimento pode beneficiar essas plantas pela fixação de nitrogênio. O objetivo desse trabalho foi verificar a influência da adubação nitrogenada e da inoculação com *Azospirillum brasilense*, no acúmulo de massa seca e nitrogênio em cevada. Os tratamentos consistiram da inoculação das sementes de cevada cervejeira BRS Sampa com *Azospirillum brasilense* e sua ausência, combinado com a adubação nitrogenada, em quatro doses (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com três repetições. Foram avaliados o acúmulo de massa seca e nitrogênio em caule, folhas e espigas. De maneira geral, as plantas inoculadas apresentaram maior massa seca em relação as não inoculadas, principalmente em doses maiores de N. O acúmulo de N em caule, folhas e espiga em geral foi menor nos tratamentos inoculados. O aumento das doses de N diminuiu a produção de massa seca e aumentou o acúmulo de N em caules e folhas e espigas.

Termos de indexação: *Hordeum vulgare*, bactérias diazotróficas, redutase do nitrato.

INTRODUÇÃO

A importância da cevada (*Hordeum vulgare* L.) para fins cervejeiros no cenário nacional pode ser verificada pela insuficiência produtiva, com concentração em estados localizados na região sul do país. Na safra 2015, a cultura atingiu a produção de 349,9 mil toneladas de grãos (Conab, 2015). Como alternativa à descentralização da produção, empresas brasileiras de pesquisa têm trabalhado no melhoramento de genótipos de cevada cervejeira adaptados ao cultivo no cerrado, obtendo cultivares de alta produção (Amabile et al., 2004).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais absorvido pelas gramíneas. Seu adequado suprimento é importante para assegurar o máximo potencial produtivo da cultura (Viana & Kiehl, 2010).

Diante da necessidade de suprimento adequado

as plantas, estratégias devem ser consideradas para o manejo da adubação nitrogenada, de forma a evitar prejuízos financeiros e ambientais. Para tornar mais sustentável o meio, buscam-se mecanismos para aumentar a eficiência produtiva, ao mesmo tempo em que se reduzem os custos. Assim, aumentou o interesse em bactérias benéficas que colonizam a rizosfera de gramíneas, tais como o *Azospirillum brasilense*. Essa bactéria produz substâncias promotoras do crescimento, contribuindo com o sistema radicular que se torna mais eficiente na absorção de nutrientes, aumentando o acúmulo de nitrogênio e possivelmente contribuindo com parcela de suprimento de nitrogênio para as plantas, já que o microrganismo é capaz de fixar para seu próprio benefício (Sala et al., 2005).

O objetivo do trabalho foi verificar a influência da adubação nitrogenada e da inoculação de *Azospirillum brasilense*, no acúmulo de massa seca e nitrogênio na planta da cevada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul, MS. O clima no local é classificado como tropical úmido com temperatura compreendida entre 13°C e 29°C, e precipitação média de 1850 mm, com chuvas concentradas no verão.

O solo de textura argilosa foi preparado com uma gradagem e recebeu uma adubação de 110 kg por hectare de P₂O₅ e 60 kg de K₂O. A semeadura da cevada BRS Sampa ocorreu no dia 01 de julho de 2014. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, totalizando oito tratamentos, em fatorial 4 x 2 com três repetições, sendo utilizado quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) e sementes com e sem inoculação de *Azospirillum brasilense*. Cada parcela consistiu de cinco linhas de 4 metros de comprimento, espaçadas 17 cm entre si. A semeadura foi realizada manualmente, com 250 sementes por m². As sementes foram



tratadas com Carboxina + Tiram na dose de 50 mL por 100 kg sementes e Piraclostrobina + Tiofanato metílico+ fibronil, na dose de 100 mL por 100 kg de sementes. A adubação de cobertura foi realizada em 12 de agosto, com 40 kg de K₂O ha⁻¹, tendo como fonte o KCl e as doses de nitrogênio, de acordo com cada tratamento, na forma de ureia. O sistema recebeu irrigação por aspersão, com turno de rega a cada dois dias. Os demais manejos foram realizados conforme necessidades da cultura.

Foram avaliados o acúmulo de massa seca e nitrogênio em caule, folhas e espigas. A coleta do material ocorreu no dia 30 de setembro, sendo utilizadas dez plantas em sequência dentro da segunda linha de cada parcela. Após a coleta, as plantas foram secas em estufa na temperatura de 65°C por 72 horas para determinação de massa seca. Posteriormente essas plantas foram moídas para a determinação do teor de nitrogênio nos órgãos vegetais, pelo método micro Kjeldahl.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e a análise de regressão a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos que receberam inoculação com *Azospirillum* sp. apresentaram maior acúmulo de massa seca em relação aos tratamentos não inoculados, nas doses de nitrogênio correspondente a 0 kg ha⁻¹ e 120 kg ha⁻¹, não diferindo entre si na dose de 80 kg ha⁻¹ e acumulando menos massa na dose de 40 kg ha⁻¹ (Tabela 1). As plantas que receberam inoculação e dose de 0 kg ha⁻¹ de N parecem ter sido beneficiadas pela associação com as bactérias, possivelmente pela ação de substâncias promotoras do crescimento, que permitem maior desenvolvimento radicular e consequentemente uma superfície maior para absorção de nutrientes (Sala et al., 2005). Esse resultado obtido em um sistema deficiente no nutriente é contrastante quando utilizado a dose de 40 kg ha⁻¹ de N, ocorrendo um menor acúmulo de massa seca da parte aérea. Em condições favoráveis ao desenvolvimento, o maior investimento em biomassa radicular proporcionado pela interação bactéria-planta implica em maior consumo de esqueletos de carbono e leva a altas taxas respiratórias nas raízes, resultando em menor desenvolvimento da parte aérea, pois as raízes podem ser um dreno forte, consumindo até 50% dos fotoassimilados para seu crescimento (Hamblin et al., 1991). Na dose mais alta de N, 120 kg ha⁻¹, a planta se beneficiou da associação com a bactéria, acumulando menor teor de N nas partes aéreas e desenvolvendo-se vegetativamente. Isso deve ter

ocorrido pela maior capacidade de assimilação do N, utilizando-se da capacidade da bactéria em reduzir o nitrato, e após isso, conseguir utilizar o amônio para produção de aminoácidos, sendo necessário a isso um aporte suficiente de carbono proveniente da fotossíntese (Britto & Kronzucker, 2002).

De maneira geral, o acúmulo de N nas partes aéreas se igualou nos tratamentos inoculados e não inoculados, ou foi menor nos tratamentos não inoculados. Maior massa seca de parte aérea pode significar uma divisão do N absorvido, muitas vezes para afillhos que não gerarão espigas (Abdin et al., 2006), diminuindo o acúmulo geral do nutriente.

Quando analisado o acúmulo de massa seca em caule e folha e espiga (Figura 1), do tratamento sem *Azospirillum*, nota-se um aumento até a dose de aproximadamente 60 kg ha⁻¹, com decréscimo com o aumento de N aplicado. Isso pode ter ocorrido pelo fato da planta ter acumulado mais N em sua parte aérea (Figura 2 e 3) tanto em caule e folha quanto em espigas.

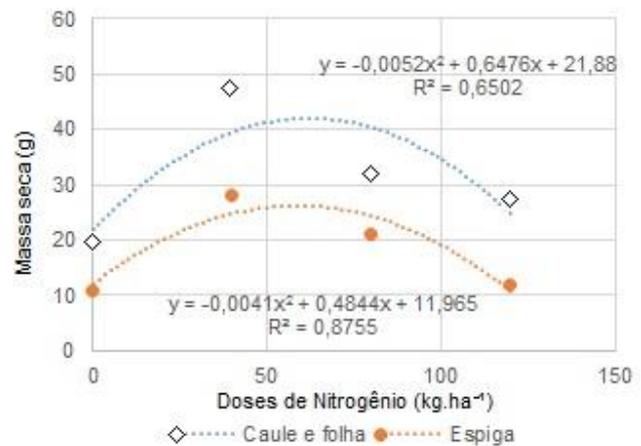


Figura 1 – Massa seca de caule e folha e espiga sob diferentes níveis de adubação nitrogenada.

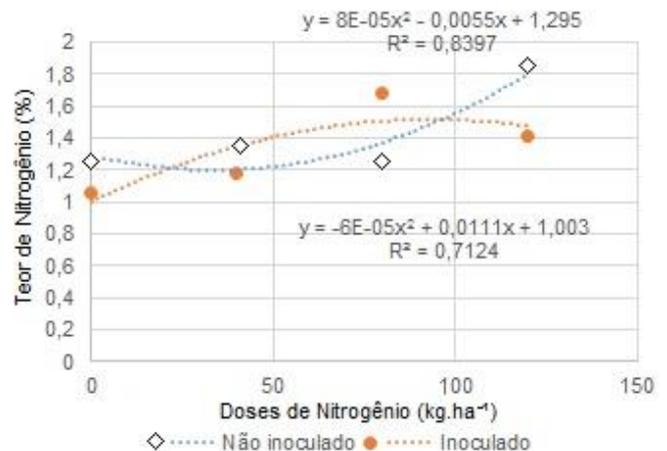


Figura 2 – Teor de nitrogênio no caule e folhas sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e



presença ou ausência de inoculação com *Azospirillum brasiliense*.

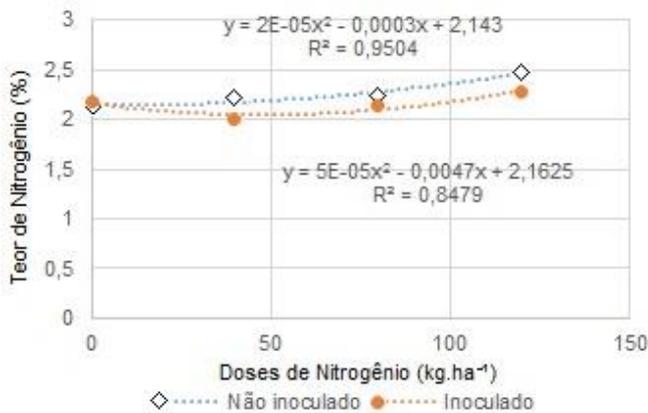


Figura 3 – Teor de N na espiga sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e presença ou ausência de inoculação com *Azospirillum brasiliense*.

O nitrogênio pode ser absorvido na forma nítrica pela planta, sendo que sua assimilação depende da atividade da enzima redutase do nitrato, que o reduz em amônio para ser incorporado em aminoácidos. Araújo et al. (2012) verificou que nas fases iniciais da cultura do arroz, não há disponibilidade suficiente dessa enzima para garantir a transformação do NO_3^- em NH_4^+ , sendo esse excesso acumulado nos vacúolos. Da mesma forma, o acúmulo de amônio no tecido vegetal pode ser resultado de absorção excessiva ou falta de esqueletos carbônicos para sua incorporação, resultando em toxicidade para a planta (Britto & Kronzucker, 2002), o que possivelmente levou a uma diminuição no acúmulo de massa seca, também constatado por Araújo et al. 2012 e Pietro-Souza (2013) em arroz e trigo, respectivamente. O aumento nas doses de N causou seu acúmulo nas espigas. No caso do cultivo da cevada para fins cervejeiros, isso se torna um problema, já que altos teores do nutriente nos grãos os desqualificam para a produção de malte (Filgueira et al., 1996).

Nos tratamentos que receberam inoculação, o teor de N no caule e folhas cresceu até a dose de $92,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ de N, sofrendo uma redução a partir desse ponto. Embora o acúmulo de massa seca nas partes aéreas dos tratamentos inoculados não ter se adequado a equação de regressão, esses apresentaram maiores valores em relação ao tratamento não inoculados, demonstrando que a planta conseguiu assimilar mais nitrogênio e desenvolver sua parte aérea. Ferreira et al. (1987) utilizando plantas mutantes para não produção de nitrato redutase observou que pode haver benefícios na inoculação com *Azospirillum*, pela evidência do papel da nitrato redutase bacteriana interferindo no metabolismo da planta. O teor de N no tratamento

inoculado aumentou de acordo com o aumento na dose do fertilizante nitrogenado, de maneira semelhante ao tratamento sem inoculação.

CONCLUSÕES

Os tratamentos inoculados acumulam mais massa seca do que os tratamentos não inoculados, sem N ou em dose alta de N.

O acúmulo de N em caule e folhas no tratamento inoculado é menor sem N ou na maior dose.

O acúmulo de N nas espigas é menor nos tratamentos inoculados, nas doses de 40 kg ha^{-1} e 120 kg ha^{-1} .

REFERÊNCIAS

- AMABILE, R. F.; SILVA, D. B.; GUERRA, A. F. Cevada irrigada em áreas de cerrado no Brasil Central. Circular Técnica 26, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Planaltina/DF, mar. 2004.
- ARAÚJO, J. L. Crescimento e produção do arroz sob diferentes proporções de Nitrato e de Amônio. Rev. Bras. Ciênc. Solo, v.36, no.3, 2012.
- ABDIN, M. Z.; BANSAL, K. C.; ABROL, Y. P. Effect of split nitrogen application on growth and yield of wheat (*T. aestivum* L.) genotypes with diferente N-assimilation potential. Journal of Agronomy and Crop Science, v.176, p.83-90, 1996.
- BRITTO, T. T.; KRONZUCKER, H. J. NH_4^+ toxicity in higher plants: A critical review. J. Plant Physiol., 159:567-584, 2002.
- CONAB. Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. v.2, safra 2014/2015, n.8, mai. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_13_08_46_55_boletim_graos_mai_2015.pdf>. Acesso em 26 mai. 2015.
- FERREIRA, M. C. B.; FERNANDES, M. S.; DÔBEREINER, J. Role of *Azospirillum brasiliense* nitrato redutase in nitrate assimilation by wheat plants. Biology and Fertility of Soils, v.4, p.47-56, 1987.
- FILGUEIRA, H. J. A.; GUERRA, A. F.; RAMOS, M. M. Parâmetros de manejo de irrigação e adubação nitrogenada para o cultivo de cevada cervejeira no cerrado. Pesq. Agropec. Bras. V.31, n.1, p. 63-70, 1996.
- HAMBLIN, A.; TENNANT, D.; PERRY, M.W. The cost of stress: dry matter partitioning changes with seasonal supply of water and nitrogen to dryland wheat. Plant and Soil, v.122, p.47-58, 1991.
- PIETRO-SOUZA, W. Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.17, n.6, p.575-580, 2013.



SALA, V. M. R. et al. Ocorrência e efeito de bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. R. Bras. Ci. Solo. 29:345-352, 2005.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. Bragantia, Campinas, v.69, n.4, p.975-982, 2010.

Tabela 1 – Massa seca de caule e folha em gramas (M.S CeF), massa seca de espiga em gramas (M.S Esp), teor de nitrogênio no caule e folha em porcentagem (N CeF) e teor de nitrogênio na espiga em porcentagem (N Esp), sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e na presença ou ausência de inoculação com *Azospirillum brasiliense*.

Parâmetro avaliado	Doses de N (kg.ha ⁻¹)			
	0	40	80	120
M.S CeF (g)	F = 49,224** CV(%) = 6,37			
Inoculado	33,64 a	33,65 b	34,55 a	32,82 a
Não inoculado	19,13 b	47,72 a	32,19 a	27,53 b
M.S Esp (g)	F = 63,993** CV(%) = 7,02			
Inoculado	21,04 a	18,80 b	20,72 a	18,98 a
Não inoculado	10,85 b	28,09 a	20,99 a	11,85 b
N CeF (%)	F = 21,153** CV(%) = 7,12			
Inoculado	1,06 b	1,18 a	1,68 a	1,42 b
Não inoculado	1,25 a	1,34 a	1,24 b	1,85 a
N Esp (%)	F = 4,916* CV(%) = 2,92			
Inoculado	2,18 a	2,00 b	2,15 a	2,28 b
Não inoculado	2,13 a	2,21 a	2,24 a	2,48 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey; (**) Significativo a 1% de probabilidade; (*) Significativo a 5% de probabilidade.