



Benefícios da inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura de cevada cervejeira.

Eduardo Bianchi Baratella^(1*); Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho⁽²⁾; Raíssa Pereira Dinalli Gazola⁽³⁾; Fernando Shintate Galindo⁽⁴⁾; Francisco Roberto Milani Quezadas Junior⁽⁵⁾; José Francisco Liberato⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FEIS; Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385000 (*eduardobaratella2013@gmail.com).

^{(2), (4), (5) e (6)} Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP-FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000.

⁽³⁾ Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, UNESP-FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000.

RESUMO: Na cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.), a adubação nitrogenada é essencial ao crescimento e desenvolvimento. Porém, em excesso ocorre interferência negativa no teor de proteína, consequentemente, na qualidade do malte. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de doses de N associada à inoculação de sementes com *A. brasilense*, na concentração de nitrogênio (N) foliar, índice de clorofila foliar (ICF) e índice de área foliar (IAF). O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira/SP, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura argilosa no período de 05/05 a 25/08 de 2018. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados de 5 tratamentos, com quatro repetições, sendo utilizada a cultivar BRS kalibre. Esta foi cultivada sem N e sem *A. brasilense* (testemunha); com 100% da dose de N (80 kg ha⁻¹, na forma de ureia) recomendada para a cultura, em cobertura; 50% da dose de N (40 kg ha⁻¹) recomendada para a cultura; 50% da dose recomendada e com inoculação de *A. brasilense*; sem N em cobertura, mas com inoculação de *A. brasilense*. Os maiores valores de IAF e ICF foram obtidos com a utilização de N, sendo as maiores concentrações de N foliar verificadas com 100% de N e com 50% de N mais *Azospirillum sp.* A inoculação das sementes de cevada com *A. brasilense* resultou em menor IAF, ICF e concentração foliar de N. Indica-se para a cultura da cevada, cultivar BRS-

Kalibre, a aplicação de 50% da dose recomendada, ou seja, 40 kg ha⁻¹ de N.

Termos de indexação: BRS-Kalibre, *Hordeum vulgare* L., nitrogênio.

INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) pertence à família Poaceae, sendo cultivada em diversas regiões do mundo e corresponde ao quinto grão mais produzido no Brasil. Sua principal finalidade é a fabricação de malte, ingrediente de cervejas e outras bebidas destiladas (BARZOTTO et al., 2018), mas também pode ser utilizada na alimentação animal e humana (RIBEIRO, 2014).

O Brasil é um dos maiores consumidores de malte, sendo que a indústria nacional produz 30% da demanda, demonstrando que a agroindústria nacional de cevada-malte tende a crescer (DEPARTAMENTO DE SEMENTES, MUDAS E MATRIZES - DSMM- COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI, 2009).

Clima, genética e manejo, incluindo a adubação, são fatores determinantes da produção de cevada com padrão de qualidade para malteação (MINELLA, 2017).

Devido ao alto custo dos fertilizantes e a conscientização em prol de uma agricultura sustentável e menos poluente, na qual as pesquisas estão crescendo, a utilização de inoculantes contendo bactérias diazotróficas que promovem o crescimento e incrementam a produtividade de plantas vêm sendo estudada. O Brasil tem tradição de pesquisa em fixação biológica de N₂ por



Azospirillum sp. em associações com gramíneas (HUNGRIA, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de doses de nitrogênio (N) associada à inoculação de sementes com *A. brasilense*, na concentração de nitrogênio foliar, índice de clorofila foliar e área foliar da cevada, cultivar BRS-Kalibre.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental, pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, localizada em Selvíria – MS, com altitude de 335 m, durante o período de 5 de maio a 25 de agosto de 2018. O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura argilosa, segundo Santos et al. (2013), o qual foi cultivado por culturas anuais há 28 anos, sendo os últimos 14 anos em sistema plantio direto e a cultura anterior foi o feijão-caupi.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições, utilizada cultivar BRS Kalibre e cinco tratamentos relacionados ao fornecimento de N: a) testemunha (sem N e sem inoculação com *A. brasilense*), b) 100% da dose de N recomendada para a cultura (80 kg ha⁻¹) em cobertura, c) 50% da dose de N recomendada (40 kg ha⁻¹ de N) em cobertura, d) 50% da dose de N recomendada (40 kg ha⁻¹ de N) em cobertura associada à inoculação com *A. brasilense* via semente, e) ausência de N com inoculação com *A. brasilense* via semente.

As parcelas do experimento foram de 5 m de comprimento com 12 linhas espaçadas de 0,17 m, sendo a área útil da parcela as 8 linhas centrais, excluindo-se 0,5 m das extremidades.

Segundo a Embrapa (2018), o BRS Kalibre é um cultivar de cevada cervejeira para cultivo irrigado em São Paulo, com adaptação competitiva também em Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal. Apresenta porte médio, chegando a 90 cm de altura e potencial produtivo de até 7.000 kg ha⁻¹. Seu ciclo é médio com até 60 dias para o espigamento e 120 dias para a maturação. Tem hábito de crescimento semi-prostrado. É moderadamente resistente ao acamamento e a mancha reticular, moderadamente suscetível à ferrugem da folha e a mancha marrom e suscetível ao oídio e à giberela. Sua classificação comercial é 90% de grãos classe 1. Seu malte

atende satisfatoriamente às principais especificações da indústria cervejeira.

Os atributos químicos do solo nas camadas de 0,00-0,20 m e 0,20-0,40 m, determinados antes da instalação do experimento de trigo (antes do feijão-caupi), segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001) apresentaram os seguintes resultados na camada de 0,00-0,20 m: 9,4 mg dm⁻³ de Si, 19 mg dm⁻³ de P (resina); 10 mg dm⁻³ de S-SO₄; 21 g dm⁻³ de M.O.; 5,0 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al e Al = 2,1; 19,0; 13,0; 28,0 e 1,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 3,1; 20,0; 27,2 e 0,8 mg dm⁻³, respectivamente; 0,17 mg dm⁻³ de B (água quente) e 55% de saturação por bases; e na camada de 0,20-0,40 m: 10,2 mg dm⁻³ de Si, 17 mg dm⁻³ de P (resina); 30 mg dm⁻³ de S-SO₄; 16 g dm⁻³ de M.O.; 4,8 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al e Al = 1,2; 11,0; 8,0; 28,0 e 2,0 mmol_c dm⁻³, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 2,1; 10,0; 10,7 e 0,2 mg dm⁻³, respectivamente; 0,11 mg dm⁻³ de B (água quente) e 42% de saturação por bases.

A inoculação das sementes com a bactéria *Azospirillum brasilense* estirpes AbV5 e AbV6 (garantia de 2x10⁸ UFC por mL), foi realizada no dia 5 de maio de 2018 na dose de 300 mL de inoculante (líquido) por saca de 60.000 sementes, com o auxílio de uma betoneira limpa para incorporação e foi efetuada uma hora antes da semeadura da cultura à sombra.

A semeadura mecanizada foi realizada com 50 sementes por metro, na primeira semana de maio de 2018. No momento da semeadura, foi efetuada a adubação de semeadura com adubo 08-28-16 na dose 200 kg ha⁻¹. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada nas entrelinhas da cevada no início do perfilhamento no dia 9 de junho de 2018, sendo a dose recomendada de 80 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, visando atingir uma produtividade de 4 t ha⁻¹.

Quando necessário, a área foi irrigada por um sistema por aspersão, por meio de pivô central com lâmina de água média de 14 mm e turno de rega de aproximadamente 72 horas.

Foram realizadas as seguintes avaliações: a) concentração foliar de N de acordo com a metodologia proposta por Malavolta et al. (1997), após a coleta da folha diagnose (folha bandeira) de 25 folhas no florescimento pleno das plantas de cevada, conforme descrito por Cantarella et al. (1997); b) índice de clorofila foliar (ICF), determinado indiretamente por meio de leituras na



folha bandeira com um clorofilômetro portátil; c) índice de área foliar (IAF), determinado por meio do aparelho LI-3000C Portable Leaf Area Meter.

Os resultados foram avaliados pela análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias dos tratamentos relacionando à adubação de N e a inoculação com *A. brasilense*. Foi utilizado o programa de análise estatística SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores IAF da cevada foram obtidos com a aplicação de N, não apresentando diferença entre a menor e maior dose de N (40 e 80 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, bem como quando aplicados 50% da dose recomendada de N + *A. brasilense*), sendo que os menores valores foram para os tratamentos sem aplicação de N (testemunha) e com a inoculação de *A. brasilense* (**Tabela 1**). Portanto, a cevada inoculada e a testemunha podem resultar em menor crescimento e desenvolvimento das plantas. Semelhantemente, Barzotto et al. (2018) avaliaram os efeitos a aplicação de doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) com ou sem a inoculação de sementes de cevada com *A. brasilense* (3,0 mL kg⁻¹ de sementes) e verificaram que a maior produtividade de grãos foi obtida com 66 kg ha⁻¹ de N, sem a aplicação da bactéria. Nesse sentido, algumas vezes, o resultado da inoculação com *A. brasilense* pode não interferir no crescimento da cultura, como constatados em outros estudos, em que, a inoculação com *A. brasilense* propiciou maior produtividade da cultura do milho (GALINDO et al., 2016) e do trigo (GALINDO et al., 2017).

As maiores concentrações de N foliar da cevada foram obtidas nos tratamentos com a aplicação da maior dose de N (100% de N) e com 50% de N associado a inoculação com *A. brasilense*, em relação à inoculação com a bactéria (**Tabela 1**). Nesse sentido, a inoculação com *Azospirillum* não supriu em N as plantas de cevada, refletindo na baixa concentração foliar do nutriente, pois de acordo com Dall'agnol et al. (2018), embora o *Azospirillum* possa realizar a FBN, a quantidade suprida de N fixada pode ficar muito aquém das necessidades da cultura.

A maior dose de N (100% de N) propiciou maior ICF das plantas de cevada, em relação ao tratamento com a inoculação apenas da bactéria. Assim, somente a inoculação com *A. brasilense*

resultou na menor concentração de N nas folhas e no menor ICF das plantas de cevada (**Tabela 1**). Tal fato, deve-se à estreita relação entre a concentração de N foliar e a clorofila (ICF - medida indireta), pois de acordo com Taiz e Zeiger (2013), as concentrações de N do tecido vegetal estão diretamente relacionadas à concentração de pigmentos fotossintéticos como a clorofila, posto que o N faz parte da constituição desta molécula.

CONCLUSÕES

A inoculação das sementes de cevada com *A. brasilense* resultou em menor IAF, ICF e concentração foliar de N.

Indica-se para a cultura da cevada, cultivar BRS-Kalibre, a aplicação de 50% da dose recomendada, ou seja, 40 kg ha⁻¹ de N.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo financiamento da pesquisa (2018/09973-5)

REFERÊNCIAS

BARZOTTO, G.R.; LIMA, S.F.; SANTOS, O.F.; PIATI, G.L.; WASSOLOWSKI, C.R. Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em cevada. *Nativa*, 6: 01-08, 2018.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B.van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Org.). *Recomendações de calagem e adubação para o Estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997, 285 p. (Boletim técnico, 100).

DEPARTAMENTO DE SEMENTES, MUDAS E MATRIZES DA COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - DSMM-CATI. Cevada cervejeira em São Paulo. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/cevada/index.htm>. Acesso em: 26 de outubro. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Cevada - BRS Kalibre. Embrapa Trigo, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/trigo/busca-de-solucoes->



tecnologicas/-/produto-servico/4318/cevada---brs-kalibre>. Acesso em 06 de set. 2018.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, 6: 36-41, 2008.

HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, n.325, 2011. 36 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 317 p.

MINELLA, E. Indicações técnicas para a produção de cevada cervejeira nas safras 2017 e 2018. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2017. 104 p.

RAIJ, B.van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

RIBEIRO, R.H. (Projeto apresentado na disciplina de Projeto em Ciências Rurais, curso de Ciências Rurais). Adubação nitrogenada para melhoria da qualidade proteica da cevada. Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2014. 21 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/127548/Ricardo%20Henrique%20Ribeiro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 25 set. 2018

SANTOS, H.G.; ALMEIDA, J.A.; OLIVEIRA, J.B.; LUMBRERAS, J.F.; ANJOS, L.H.C.; COELHO, M.R.; JACOMINE, P.K.T.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, V.A. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

DALL'AGNOL, A.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. *Azospirillum* e a adubação nitrogenada em milho. Associação Nacional dos Produtores e Importadores de Inoculantes, Embrapa soja, 2018. Disponível em: <<http://maissoja.com.br/azospirillum-e-a-adubacao-nitrogenada-em-milho/>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

GALINDO, F.S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZETTI, S.; SANTINI, J.M.K.; ALVES, C.J.; NOGUEIRA, L.M.; LUDKIEWICZ, M.G.Z. Wheat yield in the Cerrado as affected by nitrogen fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 52: 794-805, 2017.

GALINDO, F.S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; BUZETTI, S.; SANTINI, J.M.K.; ALVES, C.J.; NOGUEIRA, L.M.; LUDKIEWICZ, M.G.Z.; ANDREOTTI, M.; BELLOTTE, J. L.M. Corn yield and foliar diagnosis affected by nitrogen fertilization and inoculation with *Azospirillum brasilense*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 40: 1-18, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

Tabela 1 - Índice de área foliar (IAF), índice de clorofila foliar (ICF) e concentração foliar de N em cevada (*Hordeum vulgare* L.), cultivar BRS-Kalibre, em função dos tratamentos com adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense*. Ilha Solteira/SP, 2018.

Manejo do N	IAF	ICF	N (g kg ⁻¹)
Testemunha	8,67 b	57,13 bc	34,60 ab
50% de N	14,77 ab	65,50 ab	37,10 ab
50% de + Azo	17,44 a	61,18 bc	37,78 a
100% de N	18,44 a	74,63 a	38,23 a
Azo	11,18 b	51,53 c	33,33 b
D.M.S. (5%)	6,17	9,76	4,16
C.V. (%)	19,41	6,99	5,09
Média Geral	15,00	61,99	36,21

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.