



Desenvolvimento da cevada inoculada com *Azospirillum brasilense* associada à aplicação de nitrogênio e trinexapac-ethyl

Isabella Aline Crescenzo^(1*); Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho⁽²⁾; Raíssa Pereira Dinalli Gazola⁽³⁾; Rodolfo de Niro Gazola⁽⁴⁾; Caio Portes Innocenti Helene⁽⁵⁾; Eduardo Bianchi Baratella⁽⁶⁾; Orivaldo Arf⁽⁷⁾.

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

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

(3) e (7) Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, UNESP-FEIS, Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000.

RESUMO: O cultivo da cevada (*Hordeum vulgare* L.) em condições de Cerrado é novo e, portanto, requer pesquisas. Sendo assim, objetivou-se avaliar o manejo do nitrogênio (N) (inoculação com *A. brasilense* associada à adubação nitrogenada) na cultura da cevada, bem como os efeitos do regulador de crescimento trinexapac-ethyl. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na FEIS/UNESP, de 21/05 a 24/08/2018, em vasos de 8 L. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos dispostos em fatorial 2 x 5, com três repetições. Os tratamentos foram: testemunha; 100% de N (120 mg dm⁻³); 50% de N (60 mg dm⁻³); 50% de N mais inoculação com *A. brasilense* e sem N com inoculação de *A. brasilense*, associadas com a aplicação ou não do trinexapac-ethyl. O cultivar selecionado foi o BRS-Kalibre, porte médio. Nos tratamentos com *A. brasilense* utilizou-se 300 mL de inoculante por saca de 60.000 sementes. O N foi aplicado manualmente no início do perfilhamento na forma de ureia e o trinexapac-ethyl (125 g ha⁻¹ do ingrediente ativo (i.a.), em calda de 400 L ha⁻¹), no surgimento do primeiro nó visível. Foram avaliadas a altura e a matéria seca da parte aérea bem como a contagem de perfilhos. Indica-se para a cultura da cevada, cultivar BRS-Kalibre, a adubação com 50% da dose de N recomendada, posto que esta proporcionou adequado crescimento, produção de matéria seca e perfilhamento. O trinexapac-ethyl reduziu a altura e não influenciou negativamente os demais parâmetros, podendo ser utilizado como regulador de crescimento.

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

INTRODUÇÃO

A introdução da cevada no Cerrado brasileiro apresenta-se como uma alternativa à rotação de culturas, já que ela possui adaptação edafoclimática à região, apresenta elevado potencial produtivo, e pode ser empregada no sistema de plantio direto devido à alta produção de matéria seca. O aumento do rendimento da cevada está correlacionado com o manejo adequado de N, sendo que este afeta a fisiologia do seu crescimento, com efeitos nos componentes de produção e na qualidade dos grãos (DINIZ, 2007). Assim, o manejo correto do N pode propiciar qualidade de grãos e maior rendimento, posto ser o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura (RIBEIRO, 2014).

Na literatura, existem vários trabalhos confirmando que *Azospirillum* produz fitohormônios que estimulam o crescimento das raízes de diversas espécies de plantas (HUNGRIA, 2011), sendo necessário avaliar seu efeito na cultura da cevada.

Altas densidades de plantas e elevadas doses de N são fatores positivos para o aumento da produtividade, porém, podem resultar no acamamento da cultura, o que interfere negativamente na produção e na qualidade dos grãos (ZAGONEL, 2002). O acamamento é considerado uma modificação permanente na posição caulinar do colmo de gramíneas em relação à sua posição original, resultando em plantas recurvadas (PINTHUS, 1973). Os reguladores de crescimento são compostos químicos que vêm



sendo utilizados como solução para o acamamento de plantas (TEIXEIRA; RODRIGUES, 2003).

Vários redutores de crescimento têm sido usados em cereais de inverno, entre os quais se destaca o trinexapac-ethyl que reduz a altura das plantas de trigo e cevada, evitando seu acamamento (RODRIGUES et al., 2003). Segundo Rademacher (2000), a queda no nível de ácido giberélico, quando da sua aplicação, provoca diminuição do crescimento.

Tendo em vista a importância do N para a cevada, objetivou-se avaliar a adubação nitrogenada associada à inoculação com *A. brasilense* bem como o trinexapac-ethyl como regulador de crescimento, no cultivar BRS-Kalibre.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na FEIS-UNESP, Campus 2 de 21/05 até 24/08/2018.

Antes da semeadura (14/05), o solo, classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura argilosa (SANTOS et al., 2013), coletado na profundidade de 0,00 a 0,20 m, foi submetido à análise química, segundo a metodologia de Raji et al. (2001), cujos resultados foram: pH em CaCl₂ de 4,3; 21,0 g dm⁻³ de M.O.; 21 mg dm⁻³ de P em resina; 5 mg dm⁻³ de S-SO₄ e teores de K, Ca, Mg e H+Al de 1,8; 7,0; 6,0 e 52 mmolc dm⁻³, respectivamente, e a saturação por bases (V) de 22%. Foram aplicados 2 g dm⁻³ de calcário dolomítico na superfície de cada vaso, em 21/05, visando atingir V de 70%. Após, procedeu-se a irrigação, objetivando a incorporação do corretivo.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 10 tratamentos dispostos em fatorial 2 x 5, com três repetições. Os tratamentos foram: testemunha; 100% de N (120 mg dm⁻³); 50% de N (60 mg dm⁻³); 50% de N mais inoculação com *A. brasilense* e sem N com inoculação de *A. brasilense*, associadas com a aplicação ou não do regulador de crescimento (trinexapac-ethyl).

A semeadura foi realizada manualmente, em 23/05, sendo semeadas 12 sementes por vaso de 8 L. Utilizou-se o BRS Kalibre, que é um cultivar de cevada cervejeira para cultivo irrigado em São Paulo. Apresenta porte médio, chegando a 90 cm de altura, seu ciclo é médio com até 60 dias para o espigamento e 120 dias para a maturação, sendo

moderadamente resistente ao acamamento (EMBRAPA, 2018).

A inoculação das sementes com a bactéria *A. brasilense* estirpes AbV5 e AbV6 (garantia de 2x10⁸ UFC por mL) foi realizada 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.

Após a emergência, em 27/05, realizou-se o desbaste, conduzindo-se 5 plantas por vaso.

O N foi aplicado manualmente, utilizando como fonte a ureia, no início do perfilhamento, em 23/06 (27 dias após a emergência - DAE). O trinexapac-ethyl (125 g ha⁻¹ do i.a., em calda de 400 L ha⁻¹) foi aplicado com auxílio de borrifador manual, quando do surgimento do 1º nó visível, em 03/07 (37 DAE).

Foram avaliados, em 3 plantas por vaso, em 24/08 (90 DAE e 52 dias após a aplicação do regulador), a altura, com régua (cm), considerando o último nó visível em relação ao nível do solo e o número de perfilhos por vaso, contados manualmente, sendo obtido valor médio. Para a determinação da matéria seca da parte aérea da planta (g m⁻²), foram analisadas 5 plantas, coletadas com tesoura manual, acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados e levadas à estufa a 65 °C, por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança analítica e os valores apresentados em g planta⁻¹.

Os resultados foram avaliados pela análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias dos tratamentos relacionados à adubação nitrogenada, inoculação com *A. brasilense* e à aplicação do regulador de crescimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre a adubação nitrogenada e o regulador de crescimento (**Tabela 1**).

A maior altura da cevada foi obtida com a inoculação de *A. brasilense* e para a testemunha (sem N e sem inoculação), em relação aos tratamentos que receberam 50% da dose de N + *A. brasilense* e 100% de N. Por outro lado, a cevada inoculada com *A. brasilense* e a testemunha resultaram em menor número de perfilhos e menor matéria seca da parte aérea (MSPA), quando comparadas aos demais tratamentos (**Tabela 1**).



A maior altura no tratamento com sementes de cevada inoculadas com *A. brasilense* justifica-se pelo fato de que além de realizar a fixação biológica de N, a bactéria produz hormônios vegetais, estimulando o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, o crescimento da planta (HUNGRIA, 2011). O menor perfilhamento e menor matéria seca da parte aérea neste tratamento pode ser explicado pelo fato de a planta ter crescido mais em altura, sendo o contrário válido para os que resultaram em menor altura e maior perfilhamento e matéria seca da parte aérea da planta.

Semelhante ao resultado obtido na atual pesquisa, Barzotto et al. (2018) avaliaram os efeitos da adubação nitrogenada (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) na presença ou ausência de 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.

Sendo assim, de acordo com os autores citados, algumas vezes, o resultado da inoculação com *A. brasilense* pode não interferir na produtividade, mas pode resultar não só no maior acúmulo de nutrientes nas plantas, mas também em plantas mais resistentes a estresses bióticos e abióticos, em melhor arquitetura e maior eficiência na utilização de nutrientes.

O thinexapac-ethyl proporcionou redução da altura da cevada, sem influenciar negativamente no perfilhamento e MSPA (**Tabela 1**). Tal resultado é positivo, uma vez que o seu intuito é evitar o acamamento da cultura sem afetar sua produtividade, assim como constatado por Amabile et al. (2004), em cevada cervejeira irrigada em áreas do Cerrado do Distrito Federal. A diminuição do crescimento quando do uso do regulador justifica-se pela queda no nível de ácido giberélico (RADEMACHER, 2000).

CONCLUSÕES

Indica-se para a cultura da cevada, cultivar BRS-Kalibre, a adubação com 50% da dose de N recomendada.

O trinexapac-ethyl reduziu a altura e não influenciou negativamente os demais parâmetros, podendo ser utilizado como regulador de crescimento.

REFERÊNCIAS

AMABILE, R.F.; MINELLA, E.; VALENTE, C.M.W.; SERRA, D.D. da. Efeito do regulador de crescimento trinexapac-etil em cevada cervejeira irrigada em áreas de Cerrado do Distrito Federal. Embrapa: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Planaltina, 2004.

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. Disponível em: <file:///D:/Downloads/4611-20441-1-PB%20(2).pdf>. Acesso em 20 mar. 2018.

DINIZ, L.T. Efeito da adubação nitrogenada, via fertirrigação, no nitrogênio da biomassa microbiana do solo e na qualidade de grãos de cevada. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

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 e 06 de set. 2018.

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

PINTHUS, M.J. Lodging in wheat, barley, and oats: the phenomenon, its causes, and preventive measures. *Advances in Agronomy*, 25: 208-263, 1973.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51: 501-531, 2000.

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, Curitibanos, 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



RODRIGUES, O.; DIDONETE, A.D.; TEIXEIRA, C.C. M.; ROMAM, S.E. Redutores de crescimento. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Circular técnica, 14).

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.

TEIXEIRA, M.C.C.; RODRIGUES, O. Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P. Efeito de regulador de crescimento na cultura de trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. Planta Daninha, 3: 471-476, 2002.

Tabela 1 - Altura, número de perfilhos e matéria seca da parte aérea (MSPA) da cevada (*Hordeum vulgare* L.) em função dos tratamentos com adubação nitrogenada, inoculação de *A. brasilense* e aplicação do trinexapac-ethyl. Ilha Solteira/SP, 2018.

Manejo	Altura	Perfilhos	MSPA
	cm	n° planta ⁻¹	g planta ⁻¹
Testemunha	48,2 a	1,1 b	0,84 b
Azo	49,1 a	1,0 b	0,83 b
50% de N	43,4 ab	2,3 a	1,24 a
50% de N + Azo	40,5 b	2,4 a	1,20 a
100% de N	40,8 b	2,5 a	1,24 a
D.M.S. (5%)	6,3	1,2	0,3
Regulador			
sem	46,2 a	1,8 a	1,02 a
com	42,6 b	2,0 a	1,12 a
D.M.S. (5%)	2,7	0,5	0,15
C.V. (%)	8,09	14,44	18,27
F manejo x regulador	1,84 ^{ns}	1,73 ^{ns}	1,28 ^{ns}

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

ns - não significativo pelo teste F.

Obs.: As avaliações foram realizadas 52 dias após a aplicação do regulador de crescimento (trinexapac-ethyl), ou seja, aos 90 DAE.