



CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Doses de nitrogênio em cevada: rendimento e qualidade de sementes***Nitrogen doses in barley: yield and seed quality***

Benhur Schwartz Barbosa¹, Letícia Barão Medeiros², Francielen Lima da Silva³, Liriana Lacerda Fonseca⁴, Emanuela Garbin Martinazzo⁵, Filipe Selau Carlos⁶, Tiago Zanatta Aumonde⁷, Tiago Pedó⁸

RESUMO

A nutrição é um fator limitante na produção e qualidade de sementes de cevada. Nesse sentido, é necessário um adequado suprimento de nitrogênio para a obtenção de produtividade e qualidade fisiológica de sementes. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar as respostas de duas cultivares de cevada, BRS Brau e BRS Cauê, em diferentes doses de adubação nitrogenada, inferindo sobre a produtividade e a qualidade fisiológica nas diferentes situações. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4, (duas cultivares X quatro doses de nitrogênio) e os tratamentos consistiram na combinação de duas cultivares (BRS Cauê e BRS Brau) e quatro doses de nitrogênio, totalizando oito tratamentos. O experimento foi conduzido no município de Capão do Leão e a coleta de dados para avaliação da resposta das plantas às doses de nitrogênio quanto ao rendimento e qualidade fisiológica de sementes de cevada, foram analisados no Laboratório de Análise de Sementes do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. As cultivares BRS Brau e BRS Cauê apresentaram diferentes exigências de nitrogênio para as variáveis altura de planta, rendimento por planta e rendimento total. Em relação à qualidade fisiológica de sementes, a utilização de diferentes doses de nitrogênio não afetou significativamente a germinação e o vigor das sementes. Porém, para as expressões isoenzimáticas, as diferentes doses de adubação nitrogenada influenciaram as plântulas de cevada.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare*; adubação nitrogenada; qualidade fisiológica; expressões isoenzimáticas.

ABSTRACT

Nutrition is a limiting factor in the production and quality of barley seeds. In this sense, an adequate supply of nitrogen is necessary to obtain productivity and physiological quality of seeds. Thus, the objective of this work was to evaluate the responses of two barley cultivars, BRS Brau and BRS Cauê to different doses of

¹ Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Pelotas/RS – Brasil. E-mail: benhursb97@outlook.com

² E-mail: lele-medeiros@hotmail.com

³ E-mail: franls1995@gmail.com

⁴ E-mail: liriana.fonseca@gmail.com

⁵ E-mail: emartinazzo@gmail.com

⁶ E-mail: filipeselauCarlos@hotmail.com

⁷ E-mail: tiago.aumonde@gmail.com

⁸ E-mail: tiago.pedo@gmail.com



nitrogen fertilization, inferring about productivity and physiological quality in the different situations. Experimental design used was randomized blocks, in a 2x4 factorial scheme (two cultivars X four doses of nitrogen) and the treatments consisted of a combination of two cultivars (BRS Cauê and BRS Brau) and four doses of nitrogen, totaling eight treatments. The experiment was carried out in the municipality of Capão do Leão and the data collection to evaluate the response of plants to nitrogen doses in terms of yield and physiological quality of barley seeds were analyzed at the Seed Analysis Laboratory of the Graduate Program in Seed Science and Technology. The cultivars BRS Brau and BRS Cauê presented different nitrogen requirements for the variables plant height, yield per plant and total yield. Regarding the physiological quality of seeds, the use of different nitrogen doses did not significantly affect seed germination and vigor. However, for isoenzymatic expressions, the different doses of nitrogen fertilization influenced the barley seedlings.

Keywords: *Hordeum vulgare*; nitrogen fertilization; physiological quality; isoenzymatic expressions.

1. INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é um cereal de inverno pertencente à família *Poaceae*. Esta cultura é produzida em diversas regiões do mundo, sendo a quinta maior produção de grãos em escala mundial. (BARZOTTO et al., 2018). Foi um dos primeiros cereais do mundo a serem cultivados pelo homem para a alimentação humana e animal, principalmente por apresentar ampla adaptabilidade a diferentes ambientes de cultivo. (GALON et al., 2011).

A produção de cevada no Brasil na safra 2020 foi de 374,4 toneladas, obtendo uma média de 3.621 kg ha⁻¹, tendo uma área de produção 103,4 mil hectares. (CONAB, 2021). No Rio Grande do Sul a produção do cereal em 2020 ficou em torno de 101,4 toneladas, em uma área semeada de 39,1 mil hectares, alcançando uma média de rendimento de 2.595 kg ha⁻¹. (EMBRAPA, 2021). A menor produtividade por hectare constatada no Estado do Rio Grande do Sul, em comparação com a média nacional, foi em virtude da ocorrência de geadas durante o perfilhamento e a escassez de chuvas durante o enchimento de grãos.

A produção de sementes de alta qualidade para colocar à disposição dos produtores é um elemento chave para a obtenção de grandes produtividades. (BINOTTI et al., 2008). A qualidade de uma semente de cevada pode ser expressa através de interações de componentes físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários, com isso, a nutrição da planta pode ser um fator limitante para a produção de sementes de alta qualidade. (ABRANTES et al., 2010). Um dos principais nutrientes que influencia a qualidade e a produtividade de sementes de cevada é o nitrogênio, pois ele apresenta grande importância no metabolismo das plantas, isso porque ele é constituinte de ácidos nucleicos, coenzimas, moléculas de proteína e clorofila, dessa forma interfere diretamente no desenvolvimento das plantas. (KUSANO et al., 2011).

As principais funções que o nitrogênio desempenha nas plantas são a de aumentar o teor de proteína e participar dos processos de síntese de clorofila e na fotossíntese. (BIAZUS, 2015). As plantas absorvem o nitrogênio tanto na forma de nitrato (NO₃⁻) quanto na forma de amônio (NH₄⁺), sendo a primeira que ocorre mais frequentemente. (BONO et al. 2008).

A deficiência de nitrogênio causa problemas nos processos que envolvem a reprodução e o desenvolvimento das plantas. (CAZETTA et al. 2007). Enquanto que quando a planta apresenta teores de nitrogênio em excesso haverá redução da produção de compostos fenólicos e de lignina



na folha, isso irá acarretar na diminuição da resistência aos patógenos. (ABRANTES *et al.*, 2010). O nitrogênio possui uma grande importância no que se diz respeito à definição do potencial produtivo de uma lavoura. (SANGOI *et al.*, 2007). Com isso, a adubação nitrogenada se torna um dos principais manejos que devem ser realizados na cultura da cevada, pois ela interfere de forma positiva nos fatores de rendimento e qualidade fisiológica e, conseqüentemente, na produtividade. (JORNADA *et al.* 2005). A realização adequada do manejo nutricional irá ocasionar um impacto positivo principalmente no peso, vigor e qualidade fisiológica das sementes. (ABRANTES *et al.*, 2010).

O manejo adequado da dose e da época de aplicação do nitrogênio são considerados dois dos principais fatores que afetam o aproveitamento deste elemento pelas plantas. (OKUMURA *et al.*, 2011). Porém quando o manejo da adubação nitrogenada é realizado de forma precipitada pode ocorrer um desequilíbrio nutricional na cultura, ocasionando um maior custo de produção e maior suscetibilidade a doenças, além de causar problemas ambientais como a eutrofização de águas superficiais e a contaminação de águas subterrâneas. (SCHEFER *et al.*, 2016).

As plantas pertencentes à família da *Poaceae*, que é o caso da cevada, não possuem a habilidade de se beneficiarem da fixação biológica do nitrogênio com a mesma eficiência e proporção que ocorrem nas culturas pertencentes à família da *Fabaceae*, com isso, a cevada precisa obter este nutriente através do solo e da adubação nitrogenada, sendo necessário à aplicação de fertilizantes nitrogenados em doses adequadas, para que assim haja o pleno desenvolvimento da planta. (ESPINDULA *et al.*, 2010). Tanto que a maior parte do nitrogênio presente no solo encontra-se em combinações orgânicas, sendo essa forma indisponível para a cultura da cevada. Para suprir as exigências impostas pela planta quanto ao teor de nitrogênio, é necessário a aplicação de fertilizantes, sendo a ureia [CO(NH₂)₂], o fertilizante mais utilizado. (SCHEFER *et al.*, 2016).

A adubação nitrogenada é um dos principais manejos que podem influenciar a qualidade fisiológica de sementes de cevada, isso porque, o nitrogênio auxilia em diversas transformações no sistema solo-planta, influenciando diretamente na qualidade final da semente. (ESPINDULA *et al.*, 2010). As cultivares BRS Brau e BRS Cauê apresentam ciclo precoce, porte baixo e alta capacidade de perfilhamento. (JAQUES, 2018).

A nutrição da planta é um fator limitante para a produção de sementes de cevada com alta qualidade, por isso o objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de rendimento e qualidade de sementes de cevada em resposta a diferentes doses de adubação nitrogenada na cultura.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na safra agrícola de 2019 no município de Capão do Leão/RS, sob coordenadas de 31° 52' de latitude Sul e 52° 21' de longitude Oeste e com altitude média de 13 metros (m), onde o clima é subtropical úmido do tipo Cfa segundo a classificação de Köppen e a precipitação pluvial média anual é de aproximadamente 2000 milímetros (mm), bem distribuídas ao longo do ano.

O solo é classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO Eutrófico solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas, com características químicas e físicas de: pH (H₂O): 5,0; P: 46,0 mg dm⁻³; K: 53 mg dm⁻³; S: 19,8 mg dm⁻³; Ca: 3,2 cmolc dm⁻³; Mg: 0,9 cmolc dm⁻³; Al: 0,8 cmolc dm⁻³; B: 0,0



mg dm⁻³; Cu: 1,4 mg dm⁻³; Zn: 1,8 mg dm⁻³; Mn: 14,2 mg dm⁻³; Na: 50 mg dm⁻³ CTC: 5,3 cmolc dm⁻³; saturação por bases: 45%; Matéria orgânica: 2,07%; argila: 19%.

Foram utilizadas sementes de cevada de duas cultivares BRS Brau e BRS Cauê. As sementes receberam tratamento de fungicida (50% i.a Carbendazim + 15% i.a de Difeconazol), inseticida (21% i.a de Thiametoxan + 3,75% i.a de Lambda-cialotrina), utilizando 80 mL por 40 kg de sementes.

A semeadura foi realizada manualmente, utilizando densidade de semeadura de 350 sementes por metro quadrado para cada cultivar. Cada unidade experimental consistiu de seis linhas espaçadas em 0,17 metros com 2,5 metros de comprimento. A adubação de base utilizada foi de N-P-K, conforme a recomendação da cultura, para todos os tratamentos, utilizando a dose de 250 kg ha⁻¹ do formulado 4-14-8. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no início do perfilhamento, 45 dias após a semeadura, utilizando como fonte uréia (45% de nitrogênio), sendo utilizadas as doses de 80; 120; 160 e 200 kg N ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4, (duas cultivares X quatro doses de nitrogênio). Os tratamentos consistiram na combinação de duas cultivares (BRS Cauê e BRS Brau) e quatro doses de nitrogênio, totalizando oito tratamentos (Tabela 1), utilizando 4 repetições para cada tratamento.

Tabela 1 – Tratamentos utilizados durante a execução da experimentação.

Tratamento	Cultivar	Dose (Kg N ha ⁻¹)
T1	Brau	80
T2	Brau	120
T3	Brau	160
T4	Brau	200
T5	Cauê	80
T6	Cauê	120
T7	Cauê	160
T8	Cauê	200

Fonte: Autores.

As sementes foram colhidas de forma manual quando alcançaram grau de umidade entre 18 e 20%, considerando área útil as quatro linhas centrais da parcela, com 1,5 metros de comprimento, sendo desprezadas as bordaduras. As sementes foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada à temperatura do ar de 41°C, até a estabilização do grau de umidade em 13%.

Quanto aos parâmetros de rendimento e qualidade das sementes, foram analisados no Laboratório de Análise de Sementes do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, as seguintes variáveis:

Altura da planta (AP) – Medida com auxílio de uma régua graduada, sendo à distância (cm) entre nível do solo ao ápice das aristas das espigas. Os resultados foram expressos em centímetros.

Número de espigas por planta (NEP) – Determinado a partir da contagem direta de todas as espigas contidas em cada planta. Resultado expresso em unidades.



Número de perfilhos por planta (NPP) - Determinado a partir da contagem direta de todos os perfilhos. Resultados apresentados em unidades.

Massa de mil sementes (MMS) – Determinada segundo as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), a partir de oito repetições de 100 sementes, pesadas em balança de precisão. Os resultados foram expressos em gramas.

Número de sementes por metro quadrado (NSMQ) – Determinou-se, através da contagem direta, o número de sementes em 1,0 m², na área útil da parcela. Resultados foram expressos em unidades.

Rendimento de sementes (RS) – as plantas colhidas foram trilhadas e as sementes limpas foram pesadas em balança de precisão, onde ajustou-se a umidade para 13% e, logo após, ponderou-se o rendimento de sementes por hectare. Resultados expressos em kg ha⁻¹ de sementes.

Rendimento por planta (RP) – foram utilizadas 10 plantas para cada tratamento, onde ponderou-se o rendimento por planta. Resultados expressos em gramas por planta.

Germinação (G): foram utilizadas oito subamostras com 50 sementes para cada tratamento e semeadas em rolo de papel *germitest*, umedecido com volume de água 2,5 vezes a massa do substrato seco e mantidas em câmara de germinação do tipo BOD a temperatura de 25°C. As contagens foram realizadas aos sete dias após semeadura, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados foram expressos em porcentagem de plantas normais.

Primeira Contagem de Germinação (PCG) – realizada conjuntamente com o teste de germinação, avaliando-se a porcentagem de plântulas normais, obtida por meio de quatro unidades experimentais com quatro subamostras de 50 sementes, para cada tratamento. A contagem foi realizada aos quatro dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Expressão isoenzimática (EI): determinada a partir de quatro unidades experimentais e quatro subamostras de cada tratamento, foram coletadas 10 plântulas aleatoriamente para a extração do material vegetal, macerou-se com pistilo em gral de porcelana. A expressão das isoenzimas fosfatase ácida (ACP), esterase (ES) e glutamato-oxalacetato-transaminase (GOT), foram determinadas pelo sistema de eletroforese vertical em gel de poliacrilamida. De cada tratamento macerado, coletou-se 200 mg do extrato vegetal, e foram acondicionadas em tubos de *heppendorf*, acrescidos por solução extratora (tampão do gel – 0,15% de 2- mercaptoetanol) na proporção 1:3 (p/v). O sistema de eletroforese vertical foi montado em géis de poliacrilamida 7%, com 20 µL do material vegetal, em orifícios confeccionados com auxílio de um pente acrílico. Os géis foram acondicionados em cubas eletroforéticas com movimento, mantidas em temperatura ambiente por duas horas, até que a frente de corrida, formada pelo azul bromofenol, atingisse nove cm do ponto de aplicação. A interpretação dos resultados foi baseada na análise visual dos géis de eletroforese, considerando-se a presença ou ausência e a quantificação das bandas realizadas a partir do software Gel-Pro Analyzer 3.1.

Para realizar a interpretação dos resultados das isoenzimas, foram realizadas análises visuais, através da observação dos géis, considerando a ausência, a presença e a intensidade da expressão das bandas.



Os dados obtidos em cada avaliação foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, onde foram verificadas as suas pressuposições. Efetuaram-se o diagnóstico da interação entre cultivares x doses de nitrogênio a 5% de probabilidade, quando a interação foi significativa foi desmembrado o fator de variação qualitativo (cultivar) aos efeitos simples, através das análises complementares por Tukey a 5% de probabilidade para fatores de variação qualitativos. Os níveis quantitativos foram submetidos à testes de regressão polinomial, onde foi verificado pelo teste t a 5% de probabilidade o maior grau significativo do polinômio para cada nível de tratamento qualitativo (doses de nitrogênio).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou significância a 5% de probabilidade para o fator doses na variável altura de planta (AP), não revelando significância para o número de espigas por planta (NEP), número de perfilhos por planta (NPP), massa de mil sementes (MSS) e número de sementes por espiga (NSE), enquanto que o número de sementes por metro quadrado (NSMQ) apresentou significância para o fator cultivar, assim como, a variável rendimento (REND/kg ha⁻¹). Houve significância para a interação cultivares x doses para o rendimento por planta (REND) (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para às variáveis altura de planta (AP), número de espigas por planta (NEP), número de perfilhos por planta (NPP), massa de mil sementes (MMS), número de sementes por metro quadrado (NSMQ), número de sementes por espiga (NSE), rendimento de sementes (REND/kg ha⁻¹) e rendimento por planta (REND), referentes aos componentes de rendimento da cevada produzidas sob diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Quadrado Médio							
		AP	NEP	NPP	MMS	NSMQ	NES	REND(kg ha ⁻¹)	REND(g/planta)
Cultivar (C)	1	1,05ns	022ns	0,75ns	0,79ns	0000000,1*	0,93ns	000000,1*	0,13ns
Doses (D)	3	52,8*	0,84ns	0,72ns	13,68ns	1325949ns	14,44ns	408882,6ns	2,36*
CxD	3	20,58ns	1,76ns	1,42ns	27,19ns	5923853ns	6,52ns	2478709ns	2,58*
Resíduo	21	14,69	0,82	1,18	9,38	8965512	11,5	980639,3	0,73
CV (%)		5,92	24,48	7,37	36,69	29,57	16,83	22,54	29,47

Fonte: Autores.

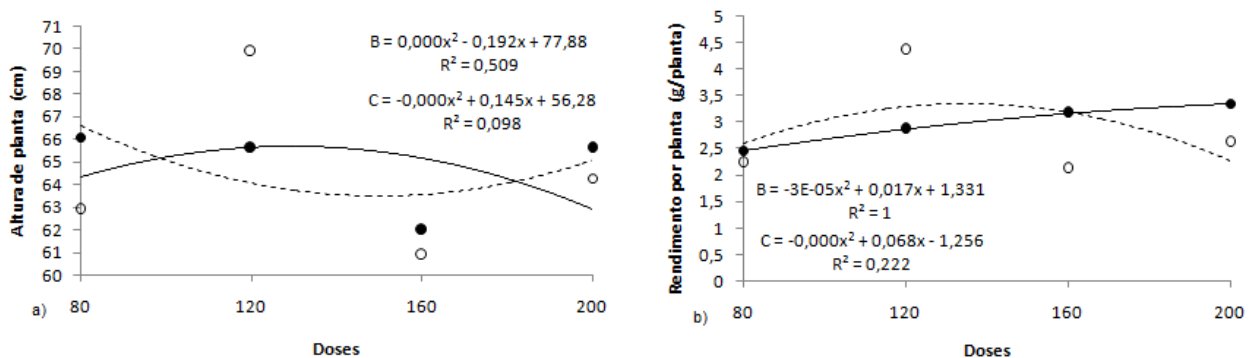
A variável altura de planta (AP) ajustou-se ao modelo quadrático para as duas cultivares utilizadas no experimento (Figura 1a). A cultivar BRS Brau apresentou maior altura de planta (AP) para a dose de 80 kg N ha⁻¹ resultando em 66,7 cm de altura. Enquanto que a cultivar BRS Cauê teve máxima estatura quando a dose de nitrogênio aplicada foi de 120 kg N ha⁻¹, que resultou em 65,8 cm de altura. Souza *et al.* (2013) constataram maior incremento da altura de planta para as doses de nitrogênio entre 40 kg N ha⁻¹ à 80 kg N ha⁻¹, assim como ocorreu neste estudo para a cultivar BRS Brau.

As principais variáveis que afetam a altura de planta são a disponibilidade de nitrogênio, a população de plantas e o ambiente de cultivo. (JAQUES, 2018). A adubação nitrogenada influencia no alongamento do caule da planta de cevada (SOUZA *et al.*, 2013), por isso se torna importante



ajustar a dose de N a ser aplicada para que não ocorra acamamento das plantas e consequentemente queda de produtividade.

Figura 1 – Altura de planta (a) e rendimento por planta (b) das cultivares BRS Brau (___) e BRS Cauê (---) submetidas a aplicação de diferentes doses de nitrogênio (80 kg N ha⁻¹, 120 kg N ha⁻¹, 160 kg N ha⁻¹ e 200 kg N ha⁻¹).



Fonte: Autores.

Em relação a variável rendimento por planta, a cultivar BRS Brau apresentou incremento conforme aumentaram-se as doses de nitrogênio, resultando em maiores rendimentos por planta para a dose de 200 kg N ha⁻¹, com média de 3,35 gramas. Já a cultivar BRS Cauê apresentou comportamento diferente, tendo o maior rendimento por planta com a aplicação da dose de 120 kg N ha⁻¹, resultando em valores médios de 4,37 gramas por planta. Essa diferença que ocorreu entre as cultivares evidencia os diferentes comportamentos de acordo com as características genéticas de cada material.

Ao comparar as cultivares BRS Brau e BRS Cauê para a variável rendimento por planta sob diferentes doses de nitrogênio, é possível averiguar que as duas cultivares apresentam diferentes exigências de nitrogênio para alcançarem seu máximo de potencial produtivo por planta. Também é possível observar, realizando um comparativo entre as duas cultivares, que a cultivar BRS Brau apresentou maiores médias para doses de nitrogênio mais elevadas, tanto que para 160 kg N ha⁻¹ e 200 Kg N ha⁻¹ o rendimento de planta foi maior do que para a cultivar BRS Cauê, nas mesmas condições.

Resultados semelhantes foram obtidos por Barzotto *et al.* (2018), onde foi averiguado que o rendimento por planta aumentou linearmente com as doses de nitrogênio

A cultivar BRS Brau apresentou o maior número de sementes por metro quadrado quando a dose de nitrogênio aplicada foi de 160 kg N ha⁻¹ e, para a cultivar BRS Cauê, este valor foi obtido através da dose de 80 kg N ha⁻¹ (Tabela 3). Observa-se que a aplicação do manejo crescente das doses de nitrogênio gerou diferença nas respostas das duas cultivares avaliadas, em que a cultivar BRS Cauê apresentou menores médias nas doses de 160 e 200 kg N ha⁻¹ quando comparada a cultivar BRS Brau, apresentando diferença significativa através do teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 3).

O número de sementes por metro quadrado (Tabela 3) pode ser utilizado como uma forma de estimar a produtividade em um campo de produção, desta forma, as diferenças que ocorreram



entre as cultivares, mostram que a cultivar BRS Brau apresenta maior rendimento quando comparado com a cultivar BRS Cauê, quando a dose de nitrogênio utilizada foi de 160 kg N ha⁻¹ e 200 kg N há⁻¹. As diferenças que ocorreram entre as cultivares são em virtude que elas aprestam diferente potencial genético, que ficou evidente quando as cultivares foram submetidas a uma adubação nitrogenada com doses de 160 kg N ha⁻¹ e 200 kg N ha⁻¹.

Tabela 3 – Número de sementes por metro quadrado (NSMQ) e rendimento de sementes (REND – kg ha⁻¹) das cultivares BRS Brau e BRS Cauê submetidas a aplicação de diferentes doses de nitrogênio (80 kg N ha⁻¹, 120 kg N ha⁻¹, 160 kg N ha⁻¹ e 200 kg N ha⁻¹).

DOSES	NSMQ		REND (kg ha ⁻¹)	
	BRS Brau	BRS Cauê	BRS Brau	BRS Cauê
80	10939,2 A	9096,2 A	4453,6 A	4077,7 A
120	11595,0 A	7838,9 A	4812,6 A	4532,8 A
160	13643,3 A	7734,2 B	5686,0 A	3257,6 B
200	12455,8 A	7718,5 B	5184,8 A	3142,2 B
CV (%)	29,57		22,54	

*Médias seguidas pela mesma letra, na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey em nível de 0,05 de probabilidade de erro.

Fonte: Autores.

Resultados semelhantes foram encontrados por Jaques (2018), onde foi encontrado, em sementes de cevada, maior número de espigas com uma adubação nitrogenada de 160 kg N ha⁻¹, assim como ocorreu com a cultivar BRS Brau neste estudo.

Assim como no número de sementes por metro quadrado, as doses de 160 e 200 kg N ha⁻¹ apresentaram diferença significativa entre as cultivares através do teste de Tukey, mostrando que há uma diferença de potencial genético entre elas. Resultados semelhantes foram constatados por Cazetta *et al.* (2007) e Espindula *et al.* (2010) na cultura do trigo, em que houve um aumento no rendimento com o incremento da dose de adubação nitrogenada até chegar em uma dosagem onde a produtividade começa a decair.

Em relação aos parâmetros de qualidade de semente, é possível observar no quadro da análise de variância que não há diferenças significativas para as variáveis primeira contagem de germinação (PCG) e germinação (G) de sementes de cevada (Tabela 4).

Para alcançar grandes produtividades em um campo de produção é de suma importância a utilização de sementes que apresentem alto potencial fisiológico, pois os seus atributos de qualidade este diretamente relacionado com o desempenho que a semente terá no campo. (HÖLBIG *et al.*, 2011). Uma vez que sementes com boa qualidade fisiológica permitem a produção de plantas que apresentem boa uniformidade e qualidade, contribuindo positivamente para o desenvolvimento da cultura. (KIKUTE *et al.*, 2012).

Neste sentido, os dados obtidos no presente estudo, evidenciam que as utilizações de diferentes doses de nitrogênio não afetam significativamente a viabilidade das sementes, comprovada através do teste de germinação, assim como não afetam o vigor, evidenciado através do teste de primeira contagem de germinação.



Na análise dos sistemas enzimáticos da fosfatase ácida (ACP), esterase (EST) e malatodesidrogenase (MDH), foi possível visualizar que ocorreu uma variação na intensidade da expressão isoenzimática, conforme houve o aumento das doses de nitrogênio, devido à ocorrência destas variações cada sistema foi analisado separadamente (Figura 2). Essas variações podem ser explicadas pelo fato de que a adubação nitrogenada é capaz de interferir nos resultados dos padrões de isoenzimas, isso pode acontecer porque esses padrões são produtos da expressão gênica, e esta pode sofrer influência de fatores ambientais. (IMOLISE *et al.*, 2001).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para as variáveis Primeira Contagem de Germinação (PCG) e Germinação (G), referentes aos componentes de qualidade da cevada produzidas sob diferentes doses de nitrogênio.

FV	GL	Quadrado Médio	
		PCG	G
Cultivar (C)	1	0,98ns	0,18ns
Doses (D)	3	25,48ns	22,43ns
CxD	3	11,52ns	4,14ns
Resíduo	21	24,37	15,87
CV (%)		5,29	4,2

Fonte: Autores.

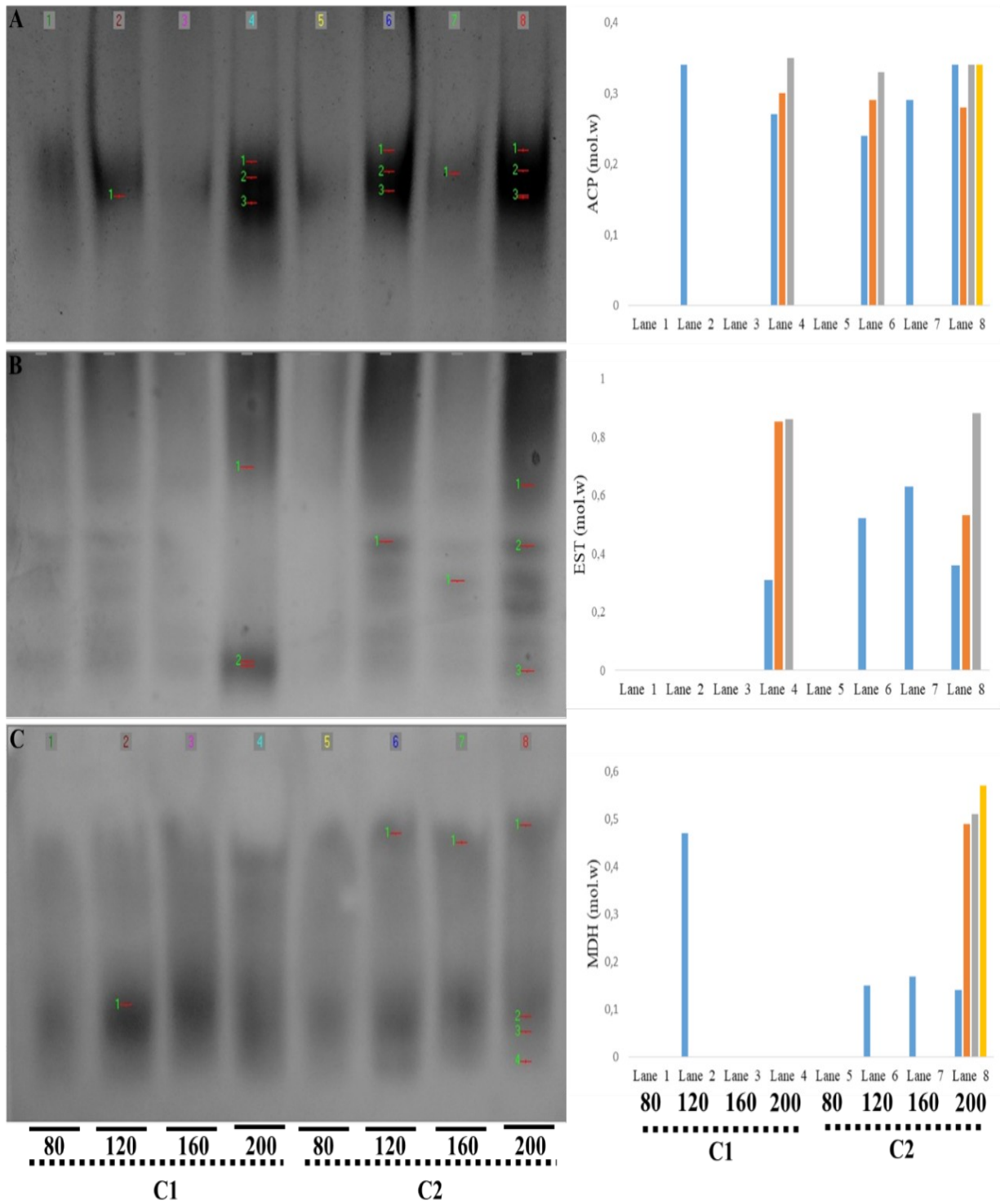
A expressão da isoenzima fosfatase ácida (ACP) ocorreu de forma distinta entre as doses de nitrogênio utilizadas, tanto para a cultivar BRS Brau quanto para a cultivar BRS Cauê (Figura 2). Para ambas as cultivares a dose de 200 kg N ha⁻¹ apresentou a maior massa molecular e o maior número de bandas, uma vez que a massa foi de aproximadamente 0,35 mol.w para as duas cultivares. Houve a detecção de bandas nas doses de 120 kg N ha⁻¹, 160 kg N ha⁻¹ e 200 kg N ha⁻¹ para a cultivar BRS Cauê, enquanto que para a cultivar BRS Brau essa detecção ocorreu somente para a dose de 120 kg N ha⁻¹ e 200 kg N ha⁻¹.

A fosfatase ácida participa de reações de hidrólise de ésteres, além de poder provocar a peroxidação dos fosfolipídios de membranas. (TUNES *et al.*, 2010). Essa enzima auxilia na manutenção dos fosfatos celulares, com isso, a sua atividade pode afetar o metabolismo do fosfato nas sementes. (JAQUES, 2018). A presença de atividades da fosfatase ácida, em alguns casos, pode estar relacionado com a deterioração das sementes (AUMONDE *et al.*, 2013), assim como, presença de fósforo na planta é inversamente proporcional a atividade desta enzima, uma vez que, conforme há um aumento na intensidade da expressão da enzima ocorre uma diminuição da concentração de fósforo. (MALONE *et al.*, 2007).

A expressão da isoenzima esterase (EST) demonstrou formas desiguais para as diferentes doses de nitrogênio utilizadas no experimento (Figura 2), essas divergências ocorreram tanto para a cultivar BRS Brau quanto para a cultivar BRS Cauê. Para as duas cultivares, a dose mais elevada de nitrogênio, 200 kg N ha⁻¹, resultou no aumento da massa molecular e do número de bandas, tanto que essa massa foi de aproximadamente 0,8 mol.w. para ambas as cultivares.



Figura 2 – Expressão isoenzimática (A: Fosfatase ácida, B: Esterase, C: Malatodesidrogenase) em plântulas de Cevada da cultivar BRS Brau (Lane 1= 80 kg ha⁻¹, Lane 2= 120 kg ha⁻¹, Lane 3= 160 kg ha⁻¹ e Lane 4= 200 kg ha⁻¹) e BRS Cauê (Lane 5= 80 kg ha⁻¹, Lane 6= 120 kg ha⁻¹, Lane 7= 160 kg ha⁻¹ e Lane 8= 200 kg ha⁻¹).



Fonte: Autores.



A grande diferença na expressão da esterase entre a cultivar BRS Brau e a cultivar BRS Cauê, é o fato de que houve a detecção de bandas nas doses de 120 kg N ha⁻¹, 160 kg N ha⁻¹ e 200 kg N ha⁻¹ para a cultivar BRS Cauê, enquanto que para a cultivar BRS Brau essa detecção ocorreu somente para a dose de 200 kg N ha⁻¹.

É importante ressaltar que a esterase desempenha um papel fundamental no metabolismo de lipídeos, sendo este ponto um dos motivos para o processo de deterioração das sementes. (TUNES *et al.*, 20010).

Resultados semelhantes foram constatados por Jaques (2018), nas expressões das isoenzimas fosfatase ácida e esterase, onde a maior dose de nitrogênio aplicado resultou no aumento do número de bandas e da massa molecular dessas isoenzimas, assim como ocorreu para as duas cultivares utilizadas neste estudo.

A expressão da isoenzima malatodesidrogenase (MDH) pode ser observada na cultivar BRS Brau somente para a dosagem de 120 kg N ha⁻¹, e com apenas uma banda, tendo massa molecular de 0,48 mol.w. Já para a cultivar BRS Cauê, a expressão dessa isoenzima pode ser visualizada para as doses de 120 kg N ha⁻¹, 160 kg N ha⁻¹ e 200 kg N ha⁻¹, porém as primeiras duas doses essa expressão foi relativamente baixa, enquanto que na dosagem de 200 kg N ha⁻¹ pode ser observado uma maior massa molecular e maior número de bandas, sendo essa massa de aproximadamente 0,6 mol.w.

A malatodesidrogenase participa do processo de catalização da reação de malato à oxaloacetato no ciclo de Krebs (IMOLISE *et al.*, 2001), desta forma, a malatodesidrogenase tem como função realizar a troca de metabólitos entre o citoplasma e as organelas, síntese de aminoácidos, gluconeogenese e manutenção dos potenciais redox. (MALONE *et al.*, 2007).

4. CONCLUSÃO

O rendimento da cultura da cevada à aplicação de diferentes doses de nitrogênio gerou respostas distintas para as cultivares e não se manteve equivalente para as variáveis estudadas, tornando-se necessário a realização de estudos subsequentes.

Em relação aos parâmetros de qualidade da semente, as diferentes doses não apresentaram diferença.

O manejo de adubação nitrogenada alterou as expressões isoenzimáticas das plântulas de cevada e, neste estudo, houve variação do número de bandas e na massa molecular para as diferentes doses de nitrogênio utilizadas no experimento.

5. REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L. *et al.* Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.106-115, 2010.
- AUMONDE, T. Z. *et al.* Expressão isoenzimática de sementes e plântulas de arroz-vermelho sob ação do extrato de duas espécies *Araceae*. **Revista Ciências Agrárias**, v.56, n.3, p.283-286, 2013.



BARZOTTO, G. R. *et al.* Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospitillum brasilense* em cevada. **Revista Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v.6, n.1, p.1-8, 2018.

BINOTTI, F. F. S. *et al.* Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Acta Scientiarum, Agronomy**, v.30, n.2, p.247-254, 2008.

BONO, J. A. M.; RODRIGUES, A. P. C.; MAUAD, M.; ALBUQUERQUE, J. C.; YAMAMOTO, C. R.; CHERMOUTH, K. S.; FREITAS, M. E. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Agrarian**, v.1, n.2, p.91-102, 2008.

CAZETTA, D. A.; FORNASIEI FILHO, D.; ARF, O. Resposta de cultivares de trigo e triticale ao nitrogênio no Sistema de plantio direto. **Científica**, v.35, n.2, p.155-165, 2007.

CONAB. **Boletim da safra de grãos**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> . Acesso em: 22 set. 2021.

EMBRAPA. **Cenário favorável para a cevada**. Embrapa Trigo. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62654017/cenario-favoravel-para-a-cevada> . Acesso em: 22 set. 2021.

ESPINDULA, N. C. *et al.* Doses e formas de aplicação de nitrogênio no e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.6, p.1404-1411, 2010.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, P. R. R.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; VARGAS, L.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A.; MINELLA, E.; SOARES, E. R.; FERREIRA, F. A. Habilidade competitiva de cultivares de convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v.29, n.4, p.771-781, 2011.

HÖLBIG, L. S.; BAUDET, L.; VILLELA, F. A. Hidrocondicionamento de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1, 2011.

IMOLISE, A. S. *et al.* Efeito da adubação nitrogenada em características morfo-agronômicas e nos padrões eletroforéticos de proteínas e isoenzimas de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes, Lavras*, v.23, n.1, p.17-25, 2001.

JAQUES, B. A. J. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de cevada em função da adubação nitrogenada**. 2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

JORNADA, J. B. J.; MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; SAIBRO, J. C.; SILVA, M. A. Efeito da irrigação, épocas de corte da forragem e doses de nitrogênio sobre o rendimento de sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.50-58, 2005.

KIKUTE, A. L. P.; FILHO, J. M. Teste de vigor em sementes de alface. **Horticultura brasileira**, v.30, n.1, p.44-50, 2012.

KUSANO, M.; FUKUSHIMA, A.; REDESTIG, H.; SAITO, K. Metabolomic approaches toward understanding nitrogen metabolism in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.62, n.4, p.1439-1453. 2011.



OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, n.2, p.226-244, 2011.

MALONE, G. *et al.* Expressão diferencial de isoenzimas durante o processo de germinação de sementes de arroz e, grandes profundidades de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.61-67, 2007.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; PUCCI, A. L. R.; STRIEDER, M.; ZANIM, C. G.; SILVA, L. C.; VIEIRA, R. J. A aplicação precoce de nitrogênio em cobertura não aumenta o rendimento de grãos do trigo cultivado na presença do alumínio. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.912-920, 2008.

SCHEFER, A. *et al.* Eficiência técnica e econômica da cultura da soja submetida à aplicação de fertilizantes nitrogenados em semeadura e cobertura. **Revista Scientia Agraria**, v.17, n.2, p.14-20, 2016.

SOUZA, W, P. *et al.* Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.575-580, 2013.

TUNES, L, M. *et al.* Perfil enzimático em sementes de cevada em resposta a diferentes concentrações salinas. **Revista Interciência**, v.35, n.5, p.369-373, 2010.

Submetido em: **21/07/2021**

Aceito em: **20/10/2022**