

Manejo da adubação borácica na cultura da cevada e sua influência nos componentes de produção e produtividade

Daviane Gomes Ribeiro¹; Rhanna Luiza de Paula¹; Leonardo José Cantelle Gomes¹; Thaysa de Farias¹; Bárbara Ribas Borkoski¹; Flávio Corrêa de Carvalho^{2*}; André Luiz Oliveira de Francisco¹

¹Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, Ponta Grossa, Paraná.

²Mestrando em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná

^{2*}flavio_sjbv@hotmail.com

Resumo: A utilização de boro na adubação das culturas é essencial para o aumento do potencial produtivo, mas como a sua dose é relativamente baixa e o intervalo entre deficiência e toxicidade é muito pequeno, é necessário pesquisas sobre esse manejo. Posto isso, o objetivo deste trabalho foi analisar o manejo da adubação borácica via solo na cultura da cevada e sua influência nos componentes de produção e produtividade. O presente trabalho foi instalado na Fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, situada na cidade de Ponta Grossa-PR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 5 repetições, empregando cinco doses de bórax (11,5% de B), fertilizante utilizado como fonte de boro (B), sendo uma testemunha com 0 kg ha⁻¹, 0,5 kg ha⁻¹, 1,0 kg ha⁻¹, 1,50 kg ha⁻¹ e 2,0 kg ha⁻¹, realizando apenas uma aplicação via solo no início da floração. A cultura da cevada foi semeada no dia 29 de junho de 2019, conforme recomendado para a cultivar BRS Caue. 127 dias após a semeadura, as plantas foram colhidas manualmente para a realização das avaliações, sendo as variáveis determinadas, o número de grãos por espiguetas, peso de mil grãos, número de espiguetas por metro quadrado e produtividade. Não foram verificadas diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisadas em resposta as doses de bórax aplicadas via solo. A adubação borácica até a dose de 5 kg ha⁻¹ de bórax não proporciona melhoria dos componentes de produção e produtividade da cultura da cevada.

Palavras-chave: Bórax; *Hordeum vulgare* L.; Micronutriente.

Management of boracic fertilization in barley and its influence on production and productivity componentes

Abstract: The use of boron in the fertilization of crops is essential to increase the productive potential, but as its dose is relatively low and the interval between deficiency and toxicity is very small, research on this management is necessary. That said, the objective of this work was to analyze the management of boracic fertilization via soil in barley culture and its influence on the components of production and productivity. The present work was installed at the Escola Farm of the Campos Gerais Higher Education Center, located in the city of Ponta Grossa-PR. The experimental design used was randomized blocks, with 5 replications, using five doses of borax (11.5% of B), fertilizer used as a source of boron (B), with a control with 0 kg ha⁻¹, 0,5 kg ha⁻¹, 1,0 kg ha⁻¹, 1,50 kg ha⁻¹ and 2,0 kg ha⁻¹, performing only one application via soil at the beginning of flowering. The barley crop was sown on June 29, 2019, as recommended for cultivar BRS Caue. 127 days after sowing, the plants were manually harvested to carry out the evaluations, and the variables determined were the number of grains per spikelet, weight of a thousand grains, number of spikelets per square meter and yield. There were no significant differences in any of the variables analyzed in response to the doses of borax applied via soil. Borax fertilization up to a dose of 5 kg ha⁻¹ of borax does not improve the production and productivity components of the barley crop.

Key words: Borax; *Hordeum vulgare* L.; Micronutrient.

Introdução

Segundo Carpentieri-Pipolo *et al.* (2021), dentre as plantas domesticadas pelo homem, a cevada é considerada uma das primeiras culturas a passarem por esse processo, sendo primordialmente empregada na alimentação humana. De caráter mais precoce e necessitando de menor quantidade de água durante seu ciclo em face de outras poáceas cultivadas, a cevada despertou o interesse dos agricultores devido a sua produção interessante, mesmo em áreas de altitudes extremas ou com precipitações reduzidas e estações de cultivo mais curtas, se encaixando nas janelas agrícolas onde a produção de milho, arroz ou trigo não era atrativa (MINELLA, 1999).

Devido a características importantes dessa cultura, como a adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, alta qualidade de seu malte para a produção de cerveja e utilização na nutrição humana e animal, a cevada ao longo do tempo se manteve entre os cereais mais cultivados mundialmente, ficando atrás somente do trigo, milho e arroz. Atualmente, aproximadamente 70 milhões de hectares são cultivados, resultando em uma produção mundial de até 160 milhões de toneladas, dividindo essa produção em 2% para consumo humano, 85% para ração animal e 13% vão para as maltarias para a fabricação de cerveja (CARPENTIERI-PIPOLO *et al.*, 2021; FAO, 2020).

Tendo a cultura da cevada importância no cenário agrícola, de acordo com Barzotto *et al.* (2018), para que a mesma tenha expansão de cultivo é preciso que a pesquisa seja voltada para manejos e tecnologias específicas para a cevada, permitindo que esta cultura alcance grandes produtividades e obtenha melhorias na sua qualidade nutricional, se tornando assim mais interessante e competitiva na visão dos produtores.

Nesse contexto, a cultura da cevada é altamente responsiva ao manejo de adubação, resultando em ganhos de rendimento quando o fornecimento de nutrientes é adequado (LANTMANN; CASTRO; WIELTHOLTER, 2005). Contudo, os micronutrientes que de maneira geral são exigidos em menores doses, também demonstram funções importantes no desenvolvimento das plantas, como o seu papel nas reações redox e também na síntese de enzimas como co-fatores (FAROOQ; WAHID; SIDDIQUE, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Sendo assim, o emprego de insumos que venham a fornecer micronutrientes para o cultivo da cevada, podem ser considerados como uma ferramenta interessante para o produtor (CAVALCANTE *et al.*, 2017). Como é o caso do micronutriente Boro (B), elemento importante no desenvolvimento dos vegetais, pois atua em diferentes processos metabólicos como na translocação de açúcares, absorção de íons, síntese de carboidratos e lipídeos, entre outros, e

também características morfológicas, como no crescimento do tubo polínico e otimização da utilização da energia gerada pela fotossíntese (BROADLEY *et al.*, 2012; TAHIR; ASHRAF; IBRAHIM, 2013).

Os efeitos da aplicação de B podem ser vistos em diferentes culturas, como é o caso do girassol, onde esse nutriente tem ação benéfica na produção de aquênios (LIMA *et al.*, 2013), teor de óleo nos mesmos (SANTOS *et al.*, 2010), e massa fresca de planta (ZAHOOR *et al.*, 2011). Ou no desenvolvimento normal do tubo polínico e formação de frutos de melancia (FARAG *et al.*, 2017). E ainda, no aumento do peso por cabeça e produtividade da cultura do repolho (SILVA *et al.*, 2014).

Scivittaro e Machado (2004), consideram que a utilização de boro na adubação das culturas é essencial para o aumento do potencial produtivo, mas como a sua dose é relativamente baixa e o intervalo entre deficiência e toxicidade é muito pequeno, é necessário pesquisas sobre esse manejo. Posto isso, o objetivo deste trabalho foi analisar o manejo da adubação borácica via solo na cultura da cevada e sua influência nos componentes de produção e produtividade.

Material e Métodos

O presente trabalho foi instalado na Fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, situada na cidade de Ponta Grossa-PR, localizada na BR 376 - KM 503, sob as coordenadas de latitude 25° 10' 44"S e longitude de 50° 06' 46" W, aproximadamente 825 metros de altitude. Apresenta clima subtropical úmido (Cfb), classificado segundo Köppen com temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C e ocorrência de geadas frequentes (mesotérmico), verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca definida (ALVARES *et al.*, 2013).

O experimento foi instalado sob delineamento em blocos aleatorizados, com quatro repetições. A área total corresponde a 20 x 25 m (500 m²) com um corredor de 2,5 m. Dessa maneira são vinte parcelas de 5 x 4,3 m (21,5 m²), para cinco parcelas em cada bloco.

A finalidade do corredor é concentrar o tráfego de máquinas e evitar a compactação adicional e irregular nas parcelas. Assim, destaca-se que a delimitação do tamanho das parcelas foi definida com base no comprimento das barras de pulverização do pulverizador disponível na Fazenda Escola.

Os tratamentos aplicados nas parcelas foram cinco doses de bórax (11,5% de B), fertilizante utilizado como fonte de boro (B), sendo uma testemunha (0 kg ha⁻¹), 50% (0,5 kg

ha⁻¹), 100% (1,0 kg ha⁻¹), 150% (1,50 kg ha⁻¹) e 200% (2,0 kg ha⁻¹) da dose recomendada, realizado apenas uma aplicação via solo no início da floração. Na adubação de base foi utilizado 296,6 kg ha⁻¹ do formulado 13-34-00 e como fonte potássica, o fertilizante cloreto de potássio na dose de 20 kg ha⁻¹ (60 % de K₂O).

Antes da semeadura realizou-se a dessecação da área com glifosato, durante a condução do experimento foi realizado o controle manual por capina das plantas daninhas nas entre linhas, não havendo necessidade de aplicação de defensivos agrícolas para controle de doenças e pragas.

A cultura da cevada foi semeada no dia 29 de junho de 2019, conforme recomendado para a cultivar BRS Caue. Essa cultivar possui ciclo de 125 a 132 dias, muito utilizada em sistema de rotações de culturas (EMBRAPA, 2009). O espaçamento utilizado para semeadura foi de 18 cm entre linhas, semeando manualmente cerca de 50 a 60 sementes por metro linear, com um total de 150 kg de sementes por hectare, tendo uma expectativa de 300 plantas por metro quadrado.

Após a cultura atingir o estágio de maturação de grãos (127 dias após a semeadura), as parcelas foram colhidas manualmente e então realizado as avaliações estipuladas. As variáveis analisadas foram o número de grãos por espiguetas, adaptando a metodologia de Tavares *et al.* (2018), foi selecionado oito espiguetas aleatórias dentro das unidades experimentais e realizado a contagem de grãos contidos em cada uma, determinando-se a média entre as mesmas.

O peso de mil grãos foi determinado através da aferição da massa de três amostras de 200 sementes, extrapolando-se o valor para mil sementes e realizando a média entre as amostras, expressando os valores em gramas (g). Para o número de espiguetas por m², foi contabilizada a quantidade de espiguetas contidas em um metro quadrado, determinado aleatoriamente dentro da unidade experimental com o auxílio de um esquadro quadrado com medidas de 1x1 m, sendo lançado três vezes dentro de cada parcela.

A produtividade foi quantificada por meio da colheita de cada unidade experimental e posterior pesagem extrapolando o valor encontrado para 10.000 m², equivalente a um hectare, expressando o resultado em kg ha⁻¹.

Para análise dos dados obtidos foi aplicado o modelo estatístico de análise de variância (ANOVA) de experimento em blocos ao acaso, com 5 repetições. As pressuposições de normalidade dos resíduos e homocedasticidade foram verificadas através dos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett. Em casos de interações significativas no teste de F, foram realizadas análises de desdobramento, com posterior análise de regressão polinomial para constatação dos efeitos

das doses. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R, na plataforma Rstudio.

Resultados e Discussão

Diante dos resultados obtidos, não houve significância entre as doses de B via solo para o número de grãos por espiguetas na cultura da cevada (Tabela 1). Esse resultado é semelhante ao citado por Pessenti *et al.* (2021), constatando que a aplicação foliar de boro no florescimento da cevada não aumenta o número de grãos por espiguetas em relação a testemunha. Diferente de Tavares *et al.* (2018), citando em seu trabalho que a adubação com B na semeadura ou no perfilhamento pode reduzir linearmente o número de grãos por espiguetas até a dose de 5 kg ha⁻¹.

O número de grãos por espiguetas variou entre 20,97 e 23,81 para as doses 0 e 0,5 kg ha⁻¹, mesmo assim não foi possível considerar benefício significativo da adubação borácica (Tabela 1). Essa situação indica que a adubação borácica não foi fator limitante para o enchimento de grãos na espiguetas de cevada, igualmente ao que é demonstrado por Leite *et al.* (2011), mas para a cultura do arroz irrigado.

Quando o elemento B é fator limitante, seja pela deficiência deste nutriente no solo ou excesso do mesmo, as plantas apresentam aborto de sementes e má formação de frutos ou morte de plantas e podridão das inflorescências, respectivamente (DELL; HUANG, 1997; LUZ *et al.*, 2017).

Tabela 1 – Número de grãos por espiguetas em função de adubação borácica via solo na cultura da cevada. Ponta Grossa-PR, 2019.

Bórax (kg ha ⁻¹)	NÚMERO DE GRÃOS POR ESPIGUETA
0,0	20,97
0,5	23,81
1,0	22,69
1,5	22,19
2,0	21,78
CV %	6,53 ^{NS}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si no Teste de F; ^{NS} não significativo. CV%: coeficiente de variação.

Para o peso de mil grãos, não foi possível destacar diferenças significativas entre as doses de B aplicados via solo (Tabela 2). Na cultura do trigo, a adubação borácica promove

aumento do peso de mil sementes até a dose de $0,7 \text{ kg ha}^{-1}$, a partir desta dose, esse componente de produção é desfavorecido pela adubação (BRUNES *et al.*, 2016). Segundo Amabile *et al.* (2008), a cultura da cevada não é tão exigente a adubação borácica como a cultura do trigo por exemplo, onde a deficiência de B pode prejudicar o estágio reprodutivo e enchimento de grãos, o que pode explicar a falta de resposta da cultura da cevada ao manejo nutricional com B, no presente estudo.

Os valores para o peso de mil grãos oscilaram entre 43,12 e 71,12 para as doses de 1,5 e $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de bórax, nesta ordem (Tabela 2). Esses valores são superiores aos citados por Pessenti *et al.* (2021), que encontraram o peso de mil sementes alcançando 36,5 g quando as plantas de cevada receberam adubação borácica foliar no estágio de florescimento. Também foram superiores a massa média de mil grãos (37,5 g), em todas as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura ou perfilhamento na cultivar de cevada BRS Aliensa, testadas por Biazus (2015).

Tabela 2 – Peso de mil grãos em função de adubação borácica via solo na cultura da cevada. Ponta Grossa-PR, 2019.

Bórax (kg ha^{-1})	PESO DE MIL GRÃOS (g)
0,0	64,50
0,5	71,12
1,0	45,75
1,5	43,12
2,0	57,87
CV %	48,58 ^{NS}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si no Teste de F; ^{NS} não significativo. CV%: coeficiente de variação.

Em relação ao número de espiguetas por m^2 , assim como as demais variáveis já mencionadas, também não demonstrou diferenças estatisticamente significativas no teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 3). Diferente disso, Corrêa *et al.* (2005) denotam que a adubação entre 0,90 e $1,06 \text{ g dm}^{-3}$ de B, é capaz de aumentar significativamente a eficiência de plantas de triticales em produzir espiguetas e grãos. Igualmente a aplicação de parcelada de octaborato de sódio (B) no sulco de semeadura (1 kg ha^{-1}) e via foliar (150 ml ha^{-1}) na cultura do trigo, aumentam a produção de grãos por planta em comparação a testemunha sem adubação borácica (MACULAN; BRUNING; NUNES, 2020).

A falta de responsividade no presente estudo para a cultura da cevada frente as doses de bórax via solo, pode estar relacionada com a característica que o elemento B tem perante a sua

disponibilidade no solo ou absorção das plantas, sendo no primeiro caso dificultada devido a sua lixiviação considerada fácil na solução do solo, uma vez que o B apresenta adsorção fraca aos colóides do mesmo (OLIVEIRA *et al.*, 2009). No segundo caso, a absorção de B pelas plantas depende da transpiração adequada das mesmas, uma vez que, o transporte de B acontece pelo xilema, o que dificulta ainda mais a sua mobilidade na planta e traz a necessidade do transporte ideal de água pelos vasos condutores (KOJOI *et al.*, 2009).

Tabela 3 – Número de espiguetas por m² em função de adubação borácica via solo na cultura da cevada. Ponta Grossa-PR, 2019.

Bórax (kg ha ⁻¹)	NÚMERO DE ESPIGUETAS POR M ²
0,0	639
0,5	663
1,0	786
1,5	729
2,0	741
CV %	23,30 ^{NS}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si no Teste de F; ^{NS} não significativo. CV%: coeficiente de variação.

A produtividade da cultura da cevada também não sofreu alterações significativas frente as doses de bórax aplicadas via solo (Tabela 4), apresentando variação entre 2.416,23 e 3.392,64 kg ha⁻¹ de produtividade para as doses correspondentes a 2,0 e 0,0 kg ha⁻¹, respectivamente. Conforme Tavares *et al.* (2018), a adubação borácica na semeadura pode aumentar o rendimento de grãos por planta de cevada, por outro lado, estes autores citam que esse rendimento decresce linearmente com o aumento das doses de bórax até 5 kg ha⁻¹.

Tabela 4 – Produtividade em função de adubação borácica via solo na cultura da cevada. Ponta Grossa-PR, 2019.

Bórax (kg ha ⁻¹)	PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)
0,0	3.392,64
0,5	2.605,30
1,0	3.385,23
1,5	3.127,68
2,0	2.416,23
CV %	30,50 ^{NS}

Médias seguidas na coluna não diferem entre si no Teste de F; ^{NS} não significativo. CV%: coeficiente de variação.

A adubação borácica é um manejo que necessita de muita atenção, não só pelo limite pequeno entre deficiência e toxicidade pelo B dentre as culturas, mas também pelas respostas variáveis dependendo da cultura, como pode ser visto na cultura do girassol, onde diferentes genótipos desta cultura apresentam oscilando entre as melhores doses de boro em relação a produtividade, como o genótipo BRS 321 tendo uma dose de máxima eficiência com 4 kg ha⁻¹ de B e o genótipo BRS 323 não tendo diferenças entre as doses (LEANDRO *et al.*, 2020), ou então a variedade Aditya respondendo melhor na dose de 2,32 kg ha⁻¹ (BHATTACHARYA *et al.*, 2015) e a cultivar M734 na dose de B com 6,29 kg ha⁻¹ (SILVA *et al.*, 2016).

Essa situação também é vista em culturas como o cafeeiro, onde na safra 2010/2011 a adubação foliar com B não elevou a produtividade de plantas de *Coffea arabica*, mas na safra 2012/2012 elevou significativamente essa variável (CLEMENTE *et al.*, 2018), ou então para a cultura da couve-flor, onde a maior produtividade se deu na dose de 4,57 kg ha⁻¹ de bórax (LUZ *et al.*, 2017). Isso denota a necessidade de mais pesquisas para determinar a real eficiência do manejo da adubação borácica, não só para a cultura da cevada, mas também para diversas culturas pouco estudadas quanto a esse assunto.

Conclusão

A adubação borácica até a dose de 5 kg ha⁻¹ de bórax não proporciona melhoria dos componentes de produção e produtividade da cultura da cevada, necessitando-se de estudos mais aprofundados para atestar a viabilidade deste manejo.

Referências

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/schweiz/mz/2013/00000022/00000006/art00008?crawler=true&mimetype=application/pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

AMABILE, R. F.; GUERRA, A.; ROCHA, O.; PAIVA, D. W. Cevada: opção para os produtores irrigantes do Cerrado brasileiro. **Embrapa Cerrados**: Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571984/1/art034.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2021.

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**, Sinop, v. 6, n. 1, p. 01-08, 2018. Disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/4611>. Acesso em: 03 ago. 2021.

BHATTACHARYYA, K.; MANDAL, J.; BANERJEE, H., ALIPATRA, A.; RAY, K.; PHONGLOSA, A. Boron fertilization in sunflower (*Helianthus annuus* L.) in an inceptisol of West Bengal, India. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 46, n. 4, p. 528-544, 2015. <https://doi.org/10.1080/00103624.2014.997389>.

BIAZUS, V. **Produtividade e valor nutritivo de grãos de cevada superprecoce no outono em diferentes épocas de semeadura, doses de nitrogênio e espaçamentos**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1060274/1/ID438692015TsvValderiaBiazus.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2021.

BROADLEY, M.; BROWN, P.; CAKMAK, I.; RENGEL, Z.; ZHAO, F. Function of nutrients: micronutrients. In: **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Londres: Academic Press, 2012. p. 191-248. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Zed-Rengel-2/publication/279430334_Function_of_Nutrients/links/59d9e61aaca272e6096bc1f1/Function-of-Nutrients.pdf. Acesso em: 03 ago. 2021.

BRUNES, A. P.; MENDONÇA, A. O.; OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; LEITZKE, I. D.; VILLELA, F. A. Produção, qualidade e expressão isoenzimática de semente de trigo produzidas sob diferentes doses de boro. **Revista brasileira de Biociências**, v. 14, n. 3, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Zed-Rengel-2/publication/279430334_Function_of_Nutrients/links/59d9e61aaca272e6096bc1f1/Function-of-Nutrients.pdf. Acesso em: 03 ago. 2021.

CARPENTIERI-PIPOLO, V.; MINELLA, E.; VARESCHI, L. J. L.; GROSSMANN, M. V. E. **Melhoramento de Cevada nua com elevados níveis de β -glucana e seus benefícios na redução do colesterol**. Passo Fundo: Embrapa Trigo (Documentos Online 191), 2021. 21 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1132286/1/Doc-191-online.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2021.

CAVALCANTE, J. A.; RITTER, R.; LEMES, E. S.; OLIVEIRA, S.; BONATO, N.; GATTO, M.; MENEGHELLO, G. E. Manejo nutricional com micronutrientes em cevada: efeito na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, Bagé, p. 1-11, 2017.

CLEMENTE, J. M.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, A. W.; NEVES, Y. P.; CECON, P. R.; JIFON, J. L. Boron, copper, and zinc affect the productivity, cup quality, and chemical compounds in coffee beans. **Journal of Food Quality**, p. 1-14, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/7960231>

CORRÊA, J. C.; ESTEVES, J. A. D. F.; GRASSIFILHO, H.; ALVES, E.; CECCON, G. Níveis de boro em cultivares de triticale e trigo. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 2, p. 145-149, 2005. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/sa/a/L8WTm6QHkSZYVKKtr5mwFTH/?format=pdf&lang=en>.
Acesso em: 03 ago. 2021.

DELL, B.; HUANG, L. Physiological response of plants to low boron. **Plant and Soil**. v.193, n.1/2, p.103–120, 1997. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1004264009230>. Acesso em: 03 ago. 2021.

EMBRAPA. **Cevada BRS Caue**. 2009. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/842959/1/FD0346.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2021.

FAO. **FAO Statistical Programme of Work 2020–2021**. Rome: FAO, 2020. DOI 10.4060/ca9734en. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9734en/CA9734EN.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.

FARAG, M.; NAJEEB, U.; YANG, J.; HU, Z.; FANG, Z. M. Nitric oxide protects carbon assimilation process of watermelon from boron-induced oxidative injury. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 111, p. 166-173, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0981942816304569>. Acesso em: 03 ago. 2021.

FAROOQ, M.; WAHID, A.; SIDDIQUE, K. H. M. Micronutrient application through seed treatments a review. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 12, n. 1, p. 125-142, 2012. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-95162012000100011&script=sci_arttext. Acesso em: 10 jul. 2021.

KOJOI, C.; MELLO, S. C.; CAMARGO, M. S.; FAGAN, E. B.; RIBEIRO, M. F. Adubação com nitrogênio e boro na incidência de hastas ocas e na produção de couve-flor. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 13-17, jan./fev., 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/Ky9TXGMdkrvyyvTKc5rQ5cc/abstract/?lang=pt&stop=previous&format=html>. Acesso em: 10 jul. 2021.

LANTMANN, A.F.; CASTRO, C.; WIETHOLTER, S. O potássio na cultura do trigo. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (Ed). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 723-742.

LEANDRO, R. I.; MENEZES, C. W. G.; GOMES FILHO, A.; GOMES, P. L.; PACHECO, D. D.; CARVALHO, C. G. P. Sunflower subjected to boron doses in the semi-arid from Northern Minas Gerais, Brazil. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 15, n. 3, 2020. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria.v15i3a6614&path%5B%5D=5311>. Acesso em: 12 jul. 2021.

LIMA, A. D.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B. DUARTE, J. M. L. Adubação borácica na cultura do girassol. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 3, p. 269-276, 2013. Disponível em: <https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/1237>. Acesso em: 12 jul. 2021.

LUZ, S.; MARTINS, J.; SOUSA, K.; ROCHA, E.; SOUZA, F. Produção e qualidade da couve flor em função de doses de boro na região amazônica. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia v. 14, n. 26, p. 1-8 2017. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2017b/agrар/producao%20e%20qualidade%20da%20couve.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.

MACULAN, A. K.; BRUNING, S. M.; NUNES, A. L. P. Crescimento e rendimento da cultura do trigo com aplicações de boro. **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 460-466, 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/9639/6389>. Acesso em: 12 jul. 2021.

MINELLA, E. Melhoramento da cevada. In: BOREM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. 6 ed. Viçosa: Editora UFV, 1999. p. 253-272. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/825403>. Acesso em: 12 jul. 2021.

OLIVEIRA, C. O.; PINTO, C. C.; GARCIA, A.; BETTIOL, J. V. T.; SÁ, M. E.; LAZARINI, E. Produção de sementes de soja enriquecidas com molibdênio. **Revista Ceres**, v. 64, n. 3, p. 282-290, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/sSgCSjgr4TxD9rsF7mVg75Q/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 12 jul. 2021.

OLIVEIRA, N. W.; MUNIZ, S. A.; SILVA, G. A. M.; CASTRO, C.; BORKERT, M. C. Boron extraction and vertical mobility in Paraná State Oxisol, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1259-1267, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/3SQpCp7zwTnLW7rC83W6qWh/abstract/?lang=en>. Acesso em: 12 jul. 2021.

PESENTI, I. L., TORRES, A. L., MARTINS, W. S., MACOSKI, N. Manejo nutricional com micronutrientes e seus efeitos sobre os componentes de produtividade na cevada. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, e30910313225, 2021. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13225/12019>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SANTOS, L.; MELO, F.; SOUZA, U.; PRIMO, D.; SANTOS, A. Fósforo e boro na produção de grãos e óleo no girassol. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-8, 2010. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/fosforo%20e%20boro.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, O. M. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JUNIOR, A. M. (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2004. p. 259-297.

SILVA, L. M.; BASÍLIO S. A.; SILVA JÚNIOR, R. L.; NASCIMENTO, M. V.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Aplicação de ácido bórico sobre as características produtivas do repolho em diferentes épocas. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 1, n. 2, p. 26-34, out./dez. 2014. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/228>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SILVA, F. D. B.; AQUINO, L. A.; PANOZZO, L. E.; LIMA, T. C.; BERGER, P. G.; DIAS, D. C. F. D. S. Influence of boron on sunflower yield and nutritional status. **Communications**

in **Soil Science and Plant Analysis**, v. 47, n. 7, p. 809-817, 2016.
<https://doi.org/10.1080/00103624.2016.1146894>

TAHIR, M.; ASHRAF, S.; IBRAHIM, M. Effect of Foliar Application of Boron on Yield and Quality of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Crop & Environment**, v. 4, n. 1, p. 23-27, 2013.

TAVARES, L. C.; LEMES, E. S.; BRUNES, A. P.; OLIVEIRA, S.; MENDONÇA, A. O.; VILLELA, F. A. Suplementação de boro na semeadura e no perfilhamento em cevada. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém v. 61, p. 1-7, 2018. Disponível em: <http://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/2648/1493>. Acesso em: 12 jul. 2021.

ZAHOOR, R.; AHMAD BASRA, S. M.; MUNIR, H.; NADEEM, M. A.; YOUSOF, S.; OUSAF, S. H. Y. Role of Boron in Improving Assimilate Partitioning and Achene Yield in Sunflower. **Journal of Agricultural & Social Sciences**, v. 7, n. 2, p. 49-55, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rizwan-Zahoor-3/publication/313823607_Role_of_Boron_in_Improving_Assimilate_Partitioning_and_Achene_Yield_in_Sunflower/links/58a80412a6fdcc0e078afa64/Role-of-Boron-in-Improving-Assimilate-Partitioning-and-Achene-Yield-in-Sunflower.pdf. Acesso em: 12 jul. 2021.