

Aplicação foliar de nitrogênio, cálcio, boro e manganês na produção e qualidade tecnológica de feijão comum

Daiane Aparecida Weber^{1*}; Nayara Parisoto Boiago¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*} daianeweber4@gmail.com

Resumo: O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é de suma importância para alimentação e sua qualidade tecnológica pode influenciar financeiramente para quem o produz. Portanto, o presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito individual das aplicações de fertilizantes foliares a base de nitrogênio, cálcio, boro e manganês nos componentes de produção e qualidade tecnológica do feijão. A semente utilizada foi da variedade BRS FP403 e o delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições cada, totalizando 20 parcelas, sendo os tratamentos: T1 – testemunha (sem aplicação), T2 – aplicação foliar de nitrogênio, T3 – aplicação foliar de cálcio, T4 – aplicação foliar de boro e T5 – aplicação foliar de manganês. Os parâmetros avaliados foram número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e produtividade e os parâmetros de qualidade pós-colheita foram o teor de água, tempo de cocção e teor de proteína dos grãos. Os dados coletados foram submetidos à análise descritiva e teste de normalidade de Anderson-Darling. As médias submetidas à análise de variância e, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico Minitab 17. Nenhum parâmetro apresentou diferença estatística para os tratamentos estudados. Assim, conclui-se que o efeito individual das aplicações de fertilizantes foliares a base de nitrogênio, cálcio, boro e manganês não interfere nos componentes de produção e qualidade tecnológica do feijão nas condições realizadas nesse trabalho.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; fertilizantes foliares; pós-colheita.

Foliar application of nitrogen, calcium, boron and manganese in production and technological quality of common bean

Abstract: The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is extremely important for food and its technological quality can financially influence those who produce it. Therefore, this study aims to evaluate the individual effect of foliar fertilizer applications based on nitrogen, calcium, boron and manganese on the components of production and technological quality of beans. The seed used was of the variety BRS FP403 and the experimental design was in randomized blocks (DBC), with five treatments and four replications each, totaling 20 plots, being the treatments: T1 - control (no application), T2 - foliar application of nitrogen, T3 - foliar application of calcium, T4 - foliar application of boron and T5 - foliar application of manganese. The parameters evaluated were number of pods per plant, number of grains per pod, weight of a thousand grains and yield, and postharvest quality parameters were water content, cooking time and grain protein content. The collected data were submitted to descriptive analysis and Anderson-Darling normality test. The means were subjected to analysis of variance and, when significant, compared by Tukey test at 5% significance, with the aid of the statistical program Minitab 17. No parameter showed statistical difference for the treatments studied. Thus, it is concluded that the individual effect of the application of foliar fertilizers based on nitrogen, calcium, boron and manganese does not interfere in the components of production and technological quality of the bean under the conditions carried out in this work.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; foliar fertilizers; postharvest.

Introdução

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa que destaca-se pela qualidade nutricional e habitualmente consumida pela população brasileira diariamente em suas refeições, pois é considerado um alimento com alto teor de proteínas, carboidratos, fibras, minerais e vitaminas. Para isso, produzir grãos de qualidade e que satisfaçam as características de consumo é necessário, além de proporcionar maior rendimento da cultura.

Na safra 2019/2020, o Brasil cultivou uma área com aproximadamente 2,9 milhões de hectares, correspondente a uma produção de 3 milhões de toneladas (CONAB, 2020). Entretanto, devido a uma produção concentrada em pequenos produtores, verifica-se baixa produtividade, resultado de fatores como adubação desequilibrada e falta de controle fitossanitário (CHIDI *et al.*, 2002).

A adubação pode contribuir para aumentar a produtividade da cultura, uma vez que proporciona o pleno desenvolvimento, devido a disponibilidade adequada e balanceada de nutrientes (FAGERIA, SANTOS e MOREIRA, 2010; PAGANI e MALLARINO, 2012; CRUSCIOL *et al.*, 2013). Do mesmo modo, a adubação foliar pode auxiliar nesse aumento devido a capacidade de absorção das folhas, principalmente dos micronutrientes que são requeridos em baixas dosagens (JUNQUEIRA NETO, JUNQUEIRA e JUNQUEIRA, 2001). A utilização de fertilizantes foliares é uma estratégia, porém, o custo na aquisição destes produtos e a incerteza do resultado são fatores que interferem na tomada de decisão do produtor (REETZ JUNIOR, 2017).

Na cultura do feijoeiro, o nitrogênio é o nutriente absorvido em maior quantidade (GALLO e MIYASAKA, 1961), é elemento da clorofila, nucleotídeos, aminoácidos, proteínas e outros componentes do metabolismo das plantas (MARSCHNER, 2012). Chidi *et al.* (2002), em estudo sobre nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro, observaram que a aplicação de nitrogênio via foliar aumentou a produtividade, e a aplicação no solo proporcionou aumento no teor de nitrogênio, massa de 100 sementes e produtividade.

Outro macronutriente é o cálcio, que atua na formação do pectato de cálcio na planta, encontra-se na lamela média da parede celular, na germinação do grão de pólen e desenvolvimento do tubo polínico (BEVILAQUA, SILVA FILHO e POSSENTI, 2002). De acordo com o experimento conduzido por Silva *et al.* (2006), a aplicação foliar de cálcio na cultura do feijoeiro não influenciou os componentes da produção e produtividade, mas interferiu na qualidade fisiológica das sementes aumentando o vigor.

Com relação aos micronutrientes, o boro é importante na formação da parede celular e translocação de açúcares na planta (BEVILAQUA, SILVA FILHO e POSSENTI, 2002).

Para Kappes, Golo e Carvalho (2008), ao avaliarem doses de aplicação foliar de boro na cultura da soja em épocas diferentes, verificaram influência positiva na altura de plantas, mas que não houve influência sobre a produtividade. Assim como Calonego *et al.* (2010), relataram que a adubação foliar de boro não interferiu na produtividade de soja. E no estudo de Silva *et al.* (2006) sobre aplicação foliar de boro em feijoeiro, obtiveram que a aplicação via foliar não afetou os componentes da produção e produtividade, mas, interferiu na qualidade fisiológica das sementes, aumentando seu vigor.

Além disso, tem-se o manganês que exerce função no metabolismo das plantas, pois atua na ativação de enzimas, síntese de clorofila e fotossíntese (FAGERIA, 2001; TAIZ *et al.*, 2017). Ao aplicar manganês via foliar em feijoeiro, Fernandes *et al.* (2007) observaram aumento do número de vagens por planta, massa de 100 sementes e produtividade, mesmo com alto teor desse nutriente no solo.

O uso de fertilizantes é realizado principalmente via solo, podendo ser aplicados via foliar também, assim contribuindo na produção da planta e respondendo de forma satisfatória quando realizado corretamente (MALAVOLTA, 2006). Além de alcançar alta produtividade, é essencial obter um produto final com qualidade tecnológica desejável (SILVA, LEMOS e TAVARES, 2006) e aceitável ao consumo. Em relação aos grãos de feijão essa qualidade está relacionado com a absorção de água dos grãos antes e após o cozimento, tempo de cocção e coloração do tegumento (COELHO *et al.*, 2009). Ressalta-se também que a qualidade tecnológica e nutricional do feijoeiro é determinada através do genótipo e influenciada pelo ambiente durante o desenvolvimento da planta e dos grãos (DALLA CORTE *et al.*, 2003).

Assim, a adubação foliar é uma maneira de aumentar os nutrientes nas sementes ou grãos, pois estes suprem a plântula nos estádios iniciais de crescimento ou melhoram a qualidade nutricional dos grãos (FERREIRA *et al.*, 2002).

Portanto, o presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito individual das aplicações de fertilizantes foliares a base de nitrogênio, cálcio, boro e manganês nos componentes de produção e qualidade tecnológica do feijão.

Material e Métodos

O experimento ocorreu no período de outubro de 2020 a janeiro de 2021, iniciando na etapa de cultivo que foi conduzida a campo no município de Campo Bonito – Paraná (-25.020917, -53.014009). Segundo Camargo (1991), o clima da região é considerado subtropical úmido com inverno seco. A temperatura média do ar é de 19,3 a 20,1 °C e a precipitação média anual é de 1550 a 1650 mm (APARECIDO *et al.*, 2016) e o solo é

classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (SANTOS, 2018). As análises foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Produtos Agrícolas (LACON) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, no *campus* de Cascavel – Paraná e no Laboratório de Química do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz no município de Cascavel – Paraná.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos contendo quatro repetições cada, totalizando 20 parcelas. O campo experimental possuiu área total de 257,4 m², sendo cada parcela com 4 metros de comprimento, 2,25 metros de largura (6 linhas) e uma área de 9 m² cada parcela. A área útil para avaliação foi considerada a parte central de cada parcela eliminando a bordadura de 50 cm cada lado.

Os tratamentos foram: T1 – Testemunha (sem aplicação), T2 – Aplicação foliar de nitrogênio, T3 – Aplicação foliar de cálcio, T4 – Aplicação foliar de boro e T5 – Aplicação foliar de manganês.

Os produtos utilizados foram adquiridos comercialmente. O fertilizante foliar a base de nitrogênio (32 % N) apresenta como formulação água potável e ureia, na densidade de 1,32 g mL⁻¹. O fertilizante foliar a base do macronutriente cálcio (10 % Ca) cuja matéria prima é cloreto de cálcio totalmente solúvel em água e com densidade de 1,25 g cm⁻³. O fertilizante foliar a base de boro possui em sua formulação 17 % boro (B) e 1 % óxido de potássio (K₂O) e é um fertilizante em pó e solúvel em água. Já o fertilizante foliar a base de manganês tem em sua formulação 11 % Mn na densidade de 1,25 g cm⁻³. As doses aplicadas foram realizadas conforme as recomendações do fabricante de cada produto para feijão ou, não havendo, seguindo a recomendação para leguminosas.

Cultivo e avaliação da produção

O feijoeiro foi submetido as aplicações de cada tratamento no início da floração, em R2 e repetida após 10 dias em condições climáticas favoráveis para absorção e translocação dos produtos na planta. Essas foram efetuadas após as 18 horas, com temperatura ideal em torno de 21 °C, umidade relativa mais que 70% e a velocidade do vento menor que 8 km h⁻¹. Utilizou-se pulverizador costal elétrico com bico cônico e pressão constante de 70 psi (4,9 bar) com volume de calda de 100 L ha⁻¹.

Anterior a semeadura, a coleta de solo de uma camada de 0-20 cm foi realizada para avaliação e os resultados estão expressos na Tabela 1. Com base nesta, realizou-se adubação de base com o adubo na formulação 10-15-15 conforme necessário.

A semeadura ocorreu no dia 2 do mês de outubro de 2020 com colheita no dia 12 de janeiro de 2021. A semente utilizada da variedade BRS FP403, com semeadora mecanizada na distribuição de 15 sementes por metro, com espaçamento entre linhas de 45 centímetros e com profundidade de 4 centímetros. Após a emergência, as parcelas foram demarcadas.

Tabela 1 – Resultado da análise de solo da saturação de bases (V) em porcentagem, matéria orgânica (MO) em g kg⁻¹, cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) em cmol_c dm⁻³, fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), boro (B) e enxofre (S) em mg dm⁻³.

V	MO	Ca	Mg	K	P	Fe	Mn	Zn	B	S
58,50	47,68	8,69	3,42	0,24	19,56	23,17	216,79	8,65	0,23	4,42

Fonte: Laboratório SBS, 2020.

Durante o período em que a cultura esteve implantada, os manejos de controle de plantas daninhas, pragas e doenças necessários seguiram como indicado para o desenvolvimento da cultura. De acordo com Quintela *et al.* (2005), o controle de plantas daninhas deve ser baseado nas plantas daninhas que apresentam-se em maior quantidade e nas espécies amostradas. No controle de doenças, levou-se em consideração as condições ambientais que a favorecem e o estágio de desenvolvimento da cultura e o momento adequado para efetuar o controle com inseticidas somente quando houve necessidade, sem que ocorresse perda na produção.

Quanto aos parâmetros de produção avaliados na maturação fisiológica dos grãos, uma amostra de dez plantas por parcela foi utilizada para quantificar o número de vagens por planta e o número de grãos de três vagens aferidos em dez plantas por parcela.

O peso de mil grãos conforme a Brasil (2009) utilizando como amostra de trabalho a porção de oito repetições de 100 sementes sendo contadas manualmente. Em seguida, as sementes de cada repetição foram pesadas com auxílio de balança eletrônica de precisão de 0,001 gramas. O resultado final expresso em gramas.

Para avaliação da produtividade, a quantidade dos grãos colhidos em toda a área útil da parcela foi aferida e expresso em kg ha⁻¹. O peso de mil grãos e produtividade obtidos com padronização da umidade dos grãos sendo de 13% para a cultura do feijoeiro.

Avaliação da qualidade tecnológica

Após colhidos, os grãos foram refrigerados à -18 °C (congelamento) até a realização das análises laboratoriais. Os parâmetros de qualidade tecnológica avaliados na pós-colheita foram teor de água, tempo de cocção (MATTSON, 1946) e teor de proteína dos grãos produzidos perante a aplicação foliar de nitrogênio, cálcio, boro e manganês.

Para avaliar o teor de água, as amostras submetidas a pesagem e levadas à estufa em temperatura de 105 °C por 24 horas (BRASIL, 2009). Esse método é gravimétrico e demonstra a diferença entre o peso inicial e final da amostra, através da perda de peso amostral em porcentagem (SILOCHI, 2015).

O método de avaliação do tempo de cocção utiliza-se o aparelho de Mattson (MATTSON, 1946). É baseado no tempo de cocção que 13 barras de agulha demoram para atravessar os grãos de feijão (PROCTOR e WATTS, 1987). Para a realização, utilizou-se amostras previamente imersas em água por 16 horas, posteriormente os grãos foram inseridos no aparelho cozedor com água em ebulição volume constante. Por fim, o tempo de cocção que as hastes levaram para atravessar os grãos foi anotado, tendo como unidade de medida minutos (RESENDE *et al.*, 2008).

Para a determinação do teor de proteína dos grãos produzidos, o método de semi-micro-Kjeldahl foi utilizado em três etapas. Primeiramente, realizou-se a digestão da amostra por ácido sulfúrico e, com auxílio do catalisador para acelerar a etapa, fez-se a destilação do nitrogênio. Por fim, a titulação ácida foi realizada e os resultados expressos em porcentagem de proteína bruta calculada por fator de conversão 6,25 (IAL, 2008).

Os dados coletados foram submetidos à análise descritiva e teste de normalidade de Anderson-Darling. As médias submetidas à análise de variância e, quando significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico Minitab 17 (MINITAB, 2016).

Resultados e Discussão

A análise descritiva e análise de variância dos parâmetros de produção e tecnológicos de feijão estão descritos nas Tabelas 2 e 3. Verificou-se pelo coeficiente de variação do número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil sementes, teor de água, tempo de cocção e teor de proteína foram inferiores a 10%, significando que os dados tiveram baixa dispersão, exceto a produtividade na qual teve média dispersão ficando entre 10 e 20% conforme a classificação de Gomes (2009), mostrando-se dados bem homogêneos.

Tabela 2 – Resumo da análise descritiva e análise de variância do número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de mil sementes (PMS) e produtividade (P) de feijão submetido a aplicação foliar de nitrogênio, cálcio, boro e manganês.

	NVP	NGV	PMS	P
Média	18,80	6,18	280,75	4011
C.V. (%)	9,57	2,57	3,16	13,85
Anderson-Darling	0,48 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,52 ^{ns}
p-valor da ANOVA	0,43 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,18 ^{ns}

C.V. = coeficiente de variação; ns = não significativo; * = significativo pelo teste F ($p \geq 0,05$).

O teste de normalidade realizado através de Anderson-Darling mostrou que todos os dados são normais, sem necessitar de transformação. E de acordo com a análise de variância (ANOVA), os resultados foram não significativos pelo teste F, ou seja, todos os valores ficaram acima de 0,05, o que indica que as aplicações de nutrientes via foliar em feijão estudadas não diferem entre si para os parâmetros de número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil sementes, produtividade, teor de água, tempo de cocção e teor de proteína.

Tabela 3 – Resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros de teor de água, tempo de cocção e teor de proteína dos grãos de feijão submetido a aplicação foliar de nitrogênio, cálcio, boro e manganês.

	Teor de água	Tempo de cocção	Teor de proteína
Média	16,22	19,56	17,57
C.V. (%)	3,09	3,00	3,37
Anderson-Darling	0,81 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,40 ^{ns}
p-valor da ANOVA	0,31 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,20 ^{ns}

C.V. = coeficiente de variação; ns = não significativo; * = significativo pelo teste F ($p \geq 0,05$).

Portanto, as médias demonstradas na Tabela 4 não apresentaram diferença estatística entre as aplicações foliares de nitrogênio, cálcio, boro e manganês na cultura do feijoeiro.

Tabela 4 – Médias de número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso de mil sementes (PMS) e produtividade (P) de feijão submetido a aplicação foliar de nitrogênio, cálcio, boro e manganês.

	NVP (un)	NGV (un)	PMS (g)	P (kg ha ⁻¹)
Testemunha	19,15	6,17	282,33	4347
Nitrogênio	18,26	6,17	276,38	3694
Cálcio	17,61	6,01	278,43	3596
Boro	19,01	6,31	285,44	4137
Manganês	19,97	6,19	281,18	4279

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Resultado semelhante foi observado por Almeida *et al.* (2000), que verificaram a influência de diferentes concentrações de nitrogênio na forma de ureia em solução para aplicação via foliar e em cobertura na cultura do feijoeiro e concluíram que aplicação via foliar não mostrou-se efetiva na produtividade e nas características agrônomicas.

Em contrapartida Soratto *et al.* (2011), ao avaliarem na cultura do feijoeiro o efeito da adubação nitrogenada em cobertura e via foliar sobre a produtividade e qualidade dos grãos, tiveram como resultado que somente a aplicação de nitrogênio via foliar na fase reprodutiva aumentou o tamanho de grãos, produtividade e o teor de proteína nos grãos de feijão. Do mesmo modo Buratto *et al.* (2018) em estudo sobre aplicação foliar de nitrogênio em diferentes estádios fenológicos na cultura da soja, observaram que adubação foliar proporcionou aumento no acúmulo de nitrogênio da parte aérea, do número de vagens e de grãos por planta.

Esses resultados devem-se ao fato de que esse nutriente possui translocação rápida pelo floema (ROSOLEM, 2002). Diante desta condição, a aplicação de nitrogênio via foliar pode ser uma alternativa viável, principalmente a partir do florescimento, momento em que há maior exigência da planta ocorrendo a translocação para as vagens e grãos, sendo absorvido mais eficientemente, com redução de perdas (BURATTO *et al.*, 2018).

O cálcio é um dos elementos mais importante das plantas. O fato da sua aplicação foliar não demonstrar aumento nos parâmetros produtivos e de pós-colheita nesse trabalho se deve, provavelmente, a calagem do feijoeiro, necessária para evitar a toxidez por alumínio. Neste âmbito, seu fornecimento através da calagem é capaz de aumentar o rendimento de grãos e até influenciar no tempo de cocção, além de estender um efeito residual no solo (BARBOSA FILHO, FAGERIA e ZIRMMERMANN, 2005; SILVA, LEMOS e CRUSCIOL, 2011). Isso porque, conforme Taiz *et al.* (2017), o cálcio regula muitos processos celulares, desde o controle de transcrição e sobrevivência celular, até a liberação de sinais químicos.

Além disso, o cálcio é um macronutriente absorvido rapidamente pelas folhas e, portanto, a aplicação foliar seria considerada como uma correção mais rápida de deficiências pela planta quando este nutriente estiver em baixa dosagem no solo, ou seja, quando a calagem não supre a necessidade da cultura (MALAVOLTA e VIOLANTE NETTO, 1989; ROSOLEM, 2002). Entretanto, não há relação com a taxa de translocação, já que este é classificado de acordo com a mobilidade na planta como imóvel e, portanto, quando aplicados via foliar pode não afetar parâmetros tecnológicos como aqui observado.

O efeito do cálcio via foliar em parâmetros de produção ainda é controverso. Mesmo com adição de um micronutriente as aplicações foliares, Arantes *et al.* (2009) em experimento

sobre cálcio e boro na cultura da soja, não obtiveram resultado satisfatório para número de vagens, número de grãos por vagens, peso de 100 sementes. Ao contrário de Farinelli *et al.* (2006), ao avaliarem a influência de doses de adubação foliar de cálcio e boro na produtividade e qualidade fisiológica das sementes de feijão, constataram acréscimo na produtividade da cultivar Pérola e aumento no vigor das sementes.

A aplicação de boro isoladamente não trouxe resultado significativo neste trabalho. Do mesmo modo, Santana *et al.* (2020) estudando o boro em feijão-de-corda, verificaram que não há influência significativa no que refere-se ao número de vagens por planta. Quanto a cultura da soja, submetida a aplicação foliar de boro, Santos, Cerutti e Wille (2019) constataram eficácia no estágio reprodutivo para maior peso de mil sementes, porém, não promoveu aumento na produtividade da cultura. Apesar da sua grande importância, Tomicioli, Leal e Coelho (2021) trazem que o boro possui uma complexa dinâmica no solo, mas pode ser aumentado apenas com correção do solo, matéria orgânica e plantio direto.

Na planta, o manganês é de extrema importância, pois encontra-se na reação fotossintética onde o oxigênio é produzido a partir da água (TAIZ *et al.*, 2017). Além disso, é transportado pelo xilema e possui baixa mobilidade no floema, considerado altamente dependente do pH do solo, fazendo com que o aumento do pH pela calagem diminua o teor deste nutriente (SFREDO e BORKERT, 2004). Neste estudo, o solo em que cultivou-se o feijoeiro já possuía alta concentração de manganês, que segundo Vendruscolo, Raimundo e Schoninger (2020), solos que possuem alto teor de manganês não respondem a aplicação do mesmo micronutriente de forma aérea na soja. Em contrapartida, Valeriano *et al.* (2019) testou diferentes micronutrientes em feijão e obteve resultado positivo quanto a produtividade do mesmo perante aplicação de manganês, pois o solo encontrava-se com baixo teor deste nutriente.

A Tabela 5 demonstra que o feijoeiro não respondeu a adubação foliar de nitrogênio, cálcio, boro e manganês nos parâmetros de teor de água, tempo de cocção e teor de proteína.

Tabela 5 – Médias de teor de água, tempo de cocção e teor de proteína dos grãos de feijão submetido a aplicação foliar de nitrogênio, cálcio, boro e manganês.

Aplicações	Teor de água (%)	Tempo de cocção (min)	Teor de proteína (%)
Testemunha	16,05	19,32	18,01
Nitrogênio	16,17	19,73	17,89
Cálcio	15,96	19,29	17,51
Boro	16,68	19,97	17,25
Manganês	16,24	19,49	17,22

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Apesar da qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijão estar relacionada com o ambiente (CARBONELL, CARVALHO e PEREIRA, 2003). Rodrigues *et al.* (2005), que tinham por objetivo analisar o efeito de épocas de semeadura de feijão na qualidade de cocção dos grãos, concluíram que esse parâmetro é variável em função da época de semeadura, além das características de absorção de água e tempo de cocção que sofrem interação entre o genótipo e o ambiente.

Além disso, Oliveira *et al.* (2012) estudaram o tempo médio de cocção dos grãos de feijão de diferentes cultivares colhidos na safra das águas, e constataram que a qualidade tecnológica de grãos de feijão-comum é influenciada pela cultivar. Sendo assim, pode-se considerar que neste estudo a aplicação foliar não interfere no teor de água e tempo de cocção dos grãos de feijão, mas, possivelmente a cultivar e a interação entre a genética e o ambiente.

Quanto ao teor de proteína dos grãos de feijão, as aplicações foliares obtiveram resultados semelhantes a testemunha. Entretanto, sabe-se que a utilização de nitrogênio na forma de ureia como adubação de cobertura em feijoeiro, tem-se incremento no valor de proteína bruta (GOMES JUNIOR *et al.*, 2005), assim como fósforo e zinco em cobertura possuem resultados positivos, que segundo Melo *et al.* (2019), o feijão-caupi teve aumento no teor de proteína bruta dos grãos com aplicação destes nutrientes. Portanto, a partir do exposto a aplicação foliar não expressa influencia sob o teor de proteína dos grãos de feijão, porém, a aplicação em cobertura pode interferir.

Mediante o exposto, a presença de nitrogênio, cálcio, boro e manganês no solo parece ser capaz de suprir a necessidade da cultura do feijão, além de considerar o fator econômico, que Pinto *et al.* (2020) verificaram na cultura da soja, sob adubação nitrogenada via foliar, e concluíram que por não haver acréscimo produtivo, não são suficientes financeiramente para utilização. Também, baseado na revisão bibliográfica efetuada neste trabalho, observa-se que há divergências entre os resultados, sendo importante frisar que a aplicação foliar de nutrientes na cultura do feijoeiro ainda é uma prática a ser estudada profundamente, pois há pesquisas que mostram muitos benefícios e outras em controversa.

Conclusões

O efeito individual das aplicações de fertilizantes foliares a base de nitrogênio, cálcio, boro e manganês não interfere nos componentes de produção e qualidade tecnológica do feijão nas condições realizadas nesse trabalho.

Referências

- ALMEIDA, C.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Ureia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 2, p. 293-298, 2000.
- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para zoneamento climático no Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- ARANTES, R. P.; CURY, T. N.; LEÃO, F. P.; MACIEL JUNIOR, V. A. Aplicação foliar de cálcio e boro com produto industrializado para avaliação de rendimento e qualidade de semente de soja. **Nucleus**, v. 6, n. 2, p. 111-116, 2009.
- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; ZIRMMERMANN, F. J. P. Atributos de fertilidade do solo e produtividade do feijoeiro e da soja influenciados pela calagem em superfície e incorporada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 507-514, 2005.
- BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA FILHO, P. M.; POSSENTI, J. C. Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 31-34, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- BURATTO, W.; BURATTO, W.; OLIVEIRA, A. M.; OLIVEIRA, R.; CAIONE, G.; SEBEN JUNIOR, G. F. Aplicação foliar de nitrogênio na soja em diferentes fases fenológicas e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Nativa**, v. 6, n. 4, p. 333-337, 2018.
- CALONEGO, J. C.; OCANI, K.; OCANI, M.; SANTOS, C. H. Adubação boratada foliar na cultura da soja. **Colloquium Agrariae**, v. 6, n. 2, p. 20-26, 2010.
- CAMARGO, A. P. Classificação climática para zoneamento de aptidão agroclimática. In: _____. **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. 7. ed. Viçosa: Anais, 1991, p. 126-131.
- CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.
- CHIDI, S. N.; SORATTO, R. P.; SILVA, T. R. B.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1391-1395, 2002.
- COELHO, S. R. M.; PRUDENCIO, S. H.; NÓBREGA, L. H. P.; LEITE, C. F. R. Alterações no tempo de cozimento e textura dos grãos de feijão comum durante o armazenamento. **Ciência Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 539-544, 2009.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento de grãos confirma produção acima de 250 milhões de toneladas na safra 2019/2020**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3371-levantamento-de-graos->

confirma-producao-acima-de-250-milhoes-de-toneladas-na-safra-2019-2020>. Acesso em: 13 ago. 2020.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; SORATTO, R. P.; ROSOLEM, C. A. Upland rice growth and mineral nutrition as affected by cultivars and sulfur availability. **Soil Science Society of America Journal**, v. 77, n. 1, p. 328-335, 2013.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 3, n. 3, p. 193-202, 2003.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; MOREIRA, A. Yield, nutrient uptake and changes in soil chemical properties as influenced by liming and iron application in common bean in a no-tillage system. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 41, n. 14, p. 1740-1749, 2010.

FAGERIA, V. D. Nutrient interactions in crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, p. 1269-1290, 2001.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; SOUZA, F. S.; PIEDADE, A. R.; LEMOS, L. B. Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 59-65, 2006.

FERNANDES, D. S.; SORATTO, R. P.; KULCZYNSKI, S. M.; BISCARO, G. A.; REIS, C. J. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão em consequência da aplicação foliar de manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 419-426, 2007.

FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. A. A.; CARDOSO, A. A.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, C. Influência do molibdênio contido na semente e da sua aplicação foliar sobre a composição mineral de folhas e sementes do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 49, n. 284, p. 443-452, 2002.

GALLO, J. R.; MIYASAKA, S. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento a maturação. **Bragantia**, v. 20, n. 40, p. 867-884, 1961.

GOMES JUNIOR, F. G.; LIMA, E. R.; LEAL, A. J. F.; MATOS, F. A.; SÁ, M. E.; HAGA, K. I. Teor de proteína em grãos de feijão em diferentes épocas e doses de cobertura nitrogenada. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 455-459, 2005.

GOMES, F.; P. **Curso de Estatística Experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.

JUNQUEIRA NETO, A.; JUNQUEIRA, A. D. A.; JUNQUEIRA, G. D. A. Micronutrientes: recomendações práticas. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Sistemas de produção de feijão irrigado**. Piracicaba: Esalq-USP, 2001, p. 35-54.

KAPPES, C.; GOLO, A. L.; CARVALHO, M. A. C. Doses e épocas de aplicação foliar de boro nas características agronômicas e na qualidade de sementes de soja. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 3, p. 291-297, 2008.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 631 p.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. 1. ed. Piracicaba: Nagy, 1989. 153 p.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. Academic Press, 2012. 649 p.

MATSSON, S. The cookability of yellow peas: A colloid-chemical and biochemical study. **Acta Agric. Suecana II**, Stockholm, v. 2, p. 185-231, 1946.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RIBEIRO, V. Q. Adubação química no feijão-caupi no cerrado do leste maranhense. **Anais do Congresso Nacional De Feijão-Caupi**, v. 5, 2019.

MINITAB. **Getting started with Minitab 17**. Minitab, p. 82. 2016.

OLIVEIRA, D. P.; VIEIRA, N. M. B.; SOUZA, H. C.; MORAIS, A. R.; PEREIRA, J. ANDRADE, M. J. B. Qualidade tecnológica de grãos de cultivares de feijão-comum na safra das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 5, p. 1831-1838, 2012.

PAGANI, A.; MALLARINO, A. P. Soil pH and crop grain yield as affected by the source and rate of lime. **Soil Science Society of America Journal**, v. 76, n. 5, p. 1877-1886, 2012.

PINTO, A. C.; ZAMBENEDETTI, R.; OLIVEIRA, A. J. C.; PEREIRA, C. S.; SILVA, A. A. Aplicação foliar de nitrogênio em diferentes estádios fenológicos na cultura da soja. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 376-380, 2020.

PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cook ability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

QUINTELA, E. D.; SARTORATO, A.; LOBO JÚNIOR, M.; COBUCCI, T. **Manejo Fitossanitário do Feijoeiro**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa – Circular Técnica 73, 2005. 16 p.

REETZ JUNIOR, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. 1. ed. São Paulo: Edição em português ANDA, 2017. 178 p.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; FARONI, L. R. A.; CECON, P. R. Avaliação da qualidade tecnológica do feijão durante o armazenamento. **Ciência Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 517-524, 2008.

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TRENTIN, M.; LONDERO, P. M. G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 369-376, 2005.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 98 p.

SANTOS, M.; CERUTTI, P. H.; WILLE, C. L. Adubação foliar com boro em sistema de plantio direto na cultura da soja. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2019.

SANTANA, I. O.; SANTOS, M. S.; SANTOS, C. A. P.; CAMPOS, N. M. Produção de feijão-de-corda sob diferentes doses de nitrogênio aliado a aplicação de boro. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 16, n. 2, p. 75-80, 2020.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. 356 p.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja**. 1. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 44 p.

SILOCHI, R. M. H. Q. **Caracterização tecnológica nutricional e metabólitos secundários em cultivares de feijão carioca armazenados**. 2015. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; TAVARES, C. A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 739-745, 2006.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade e características tecnológicas de cultivares de feijão em resposta à calagem superficial em plantio direto. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 196-205, 2011.

SILVA, T. R. B.; SORATTO, R. P.; BÍSCARO, T.; LEMOS, L. B. Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, v. 34, n. 1, p. 46-52, 2006.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; SOUZA, E. F. C.; SOUZA-SCHLICK, G. D. Produtividade e qualidade dos grãos de feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 2019-2028, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TOMICIOLI, R. M.; LEAL, F. T.; COELHO, A. P. Limitação da produtividade pela deficiência de boro nas culturas da soja, milho, feijão e café. **South American Sciences**, v. 2, n. 1, e21100, 2021.

VALERIANO, T. T. B.; SILVA NETO, O. F.; BORGES, R. M.; SANTANA, M. J.; SILVA, K. A. Turnos de rega e adubações foliares com produtos comerciais de fontes de

micronutrientes na cultura do feijoeiro. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, v. 5, n. 2, p. 5-11, 2019.

VENDRUSCULO, B. E.; RAIMUNDO, C. B.; SCHONINGER, E. L. Formas de aplicação e fontes de manganês na soja em solo de cerrado. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 18, n. 2, p. 82-87, 2020.