

27 A 29 DE OUTUBRO DE 2020



ON LINE

7º Simpósio de
Segurança Alimentar

Inovação com sustentabilidade

QUALIDADE TECNOLÓGICA E NUTRICIONAL DE NOVAS LINHAGENS DE FEIJÃO DESENVOLVIDAS PARA O CULTIVO NO BRASIL

N.D. Ribeiro¹, G.R. Kläsener¹

1-Departamento de Fitotecnia – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais – CEP: 97105-900 – Santa Maria – RS – Brasil, Telefone: 55 (55) 3220-8357 – Fax: 55 (55) 3220-8899 – e-mail: nerineia@hotmail.com

RESUMO – Os objetivos desse trabalho foram avaliar se as novas linhagens de feijão diferem para os caracteres da qualidade tecnológica e nutricional e selecionar as linhagens superiores para esses caracteres. Para isso, quatro experimentos foram conduzidos para avaliar 17 genótipos de feijão (cultivares e linhagens) com grãos carioca (tegumento bege e estrias marrons) e preto. A qualidade tecnológica foi analisada pela massa de 100 grãos, coloração dos grãos e caracteres relacionados ao cozimento (grãos normais, absorção e tempo de cozimento), enquanto que a qualidade nutricional foi determinada pela concentração de minerais. Interação genótipo x ambiente significativa foi observada para a maioria dos caracteres avaliados. As linhagens de feijão carioca LP 09-33 e LEC 01-16 e as linhagens de feijão preto TB 03-11 e CHP 01-182-48 apresentam alta qualidade tecnológica e nutricional, sendo indicadas para uso na alimentação humana.

ABSTRACT – The objectives of this study were evaluated whether new common bean lines differ for the technological and nutritional quality traits and select the superior lines for these traits. Four experiments were carried out to examine 17 genotypes (cultivars and lines) of carioca beans (beige seed coat with brown streaks) and black beans. Technological quality was evaluated based on mass of 100 grains, grain color and cooking-related traits (normal grains, uptake and cooking time) and nutritional quality was analyzed based on the mineral concentration. A significant genotype × environment interaction effect was observed for most of evaluated traits. Carioca bean lines LP 09-33 and LEC 01-16 and black bean lines TB 03-11 and CHP 01-182-48 present high technological and nutritional quality and are thus recommended for use in human nutrition.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris*; coloração dos grãos; cozimento; minerais; índice \bar{Z} .

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris*; grain color; cooking; mineral; \bar{Z} index.

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento que apresenta vantagens para a biofortificação genética, pois os grãos são consumidos inteiros, sem a necessidade de serem previamente descascados ou polidos. Além disso, os grãos de feijão apresentam alta concentração de vários minerais (Silva et al., 2012; Steckling et al., 2017).

Uma nova cultivar de feijão de alta qualidade nutricional somente será aceita pelo consumidor se apresentar também alta qualidade tecnológica. Atentos a essa demanda de mercado, os programas de melhoramento de feijão têm procurado desenvolver padrões para os caracteres da qualidade tecnológica que agradem os consumidores. Para os tipos de grãos de feijão mais produzidos e consumidos no Brasil, carioca e preto, os grãos devem ser de tamanho médio (25 a 30 g), como recomendado por Carbonell et al. (2010), e de cozimento rápido (≤ 25 min), como sugerido por Santos et al. (2016). Os padrões de coloração de grãos foram estabelecidos em colorímetro pela determinação da luminosidade (valor de L^*), que representa a claridade dos

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



www.officeeventos.com.br



grãos. Os grãos de feijão carioca devem apresentar alta claridade, ou seja, valor de $L^* \geq 55,00$ (Arns et al., 2018) e os grãos de feijão preto necessitam ter pouca claridade, $L^* \leq 22,00$ (Ribeiro et al., 2003).

Desenvolver uma nova cultivar de feijão que apresente alta qualidade nutricional e tecnológica, não é uma tarefa fácil para os programas de melhoramento. Isso porque os caracteres da qualidade nutricional e tecnológica em feijão variam com o genótipo (G), o ambiente (A) e a interação G x A (Ribeiro et al., 2013; Steckling et al., 2017). Por isso, a seleção de genótipos superiores deve ser realizada em experimentos conduzidos em vários ambientes, o que permitirá uma indicação mais precisa das cultivares de feijão com melhor qualidade nutricional e tecnológica para uso na alimentação humana. Sendo assim, os objetivos desse trabalho foram avaliar se as novas linhagens de feijão carioca e preto diferem para os caracteres da qualidade tecnológica e nutricional e selecionar linhagens superiores para esses caracteres.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em quatro ambientes, abrangendo a combinação de épocas e anos de cultivo: safra 2016, safrinha 2017, safra 2017 e safrinha 2018, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. O delineamento experimental usado foi blocos ao acaso, com três repetições. A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de 4 m, espaçadas de 0,5 m, sendo consideradas apenas as duas linhas centrais como área útil (4 m²). Todos os experimentos seguiram as diretrizes do valor de cultivo e uso (VCU), necessário para o registro de novas cultivares de feijão no Brasil (Brasil, 2006).

Os tratamentos avaliados consistiram de 17 genótipos de feijão (cultivares e linhagens) do grupo gênico Mesoamericano, sendo nove genótipos de feijão carioca (SM 0312, BRS MG Uai, CNFC 15 097, LEC 02-16, GEN 45-2F-293P, LP 09-33, LEC 01-16, Pérola e Carioca) e oito genótipos de feijão preto (IAC Netuno, LP 11-117, TB 02-19, CHP 04-239-52, CHP 01-182-48, TB 03-11, BRS Valente e Guapo Brillhante). As cultivares Pérola, Carioca, BRS Valente e Guapo Brillhante foram consideradas testemunhas, pois já estão registradas para o cultivo na região Sul do Brasil. Os demais 13 genótipos de feijão avaliados são linhagens que integraram o VCU da rede Sul-brasileira de Feijão no biênio 2016 e 2018 com a finalidade de registro como novas cultivares.

As práticas de manejo foram uniformes em todos os experimentos e seguiram as recomendações técnicas para a cultura do feijão na região Sul do Brasil (Ctsbf, 2012). A colheita e o beneficiamento dos grãos foram realizados de maneira manual para evitar danos mecânicos e contaminação por metais. Os grãos foram secos ao sol e, havendo necessidade, em estufa a 40°C até 13% de umidade média.

A qualidade tecnológica foi avaliada pelos seguintes caracteres: (1) massa de 100 grãos determinada em três amostras de 100 grãos coletadas ao acaso; (2) coloração dos grãos medida em um colorímetro pelos valores de L^* (luminosidade) que varia de 0 (preto) a 100 (branco), a^* (cromaticidade a) adquire valores de - 60 (verde) a + 60 (vermelho) e b^* (cromaticidade b) que mede a variação de - 60 (azul) a + 60 (amarelo); e (3) caracteres relacionados ao cozimento: grãos normais, absorção e tempo de cozimento. Para tanto, uma amostra de 25 grãos de feijão foi colocada em embebição em 50 mL de água destilada, a temperatura ambiente (20 ± 2 °C). Após 8 h de embebição, os grãos foram parcialmente secos em papel toalha e os grãos normais foram obtidos pela contagem do número de grãos que absorveram água e expressos em %. A absorção foi calculada pela diferença de peso dos 25 grãos antes e após a embebição e apresentada em %. O tempo de cozimento foi determinado em um cozedor de Mattson de 25 hastes.

A qualidade nutricional foi analisada pela concentração de potássio, fósforo, cálcio, magnésio, ferro e cobre. A digestão das amostras de feijão foi realizada com ácido nítrico e ácido perclórico, seguindo a metodologia descrita por Miyazawa et al. (2009). A concentração de potássio foi obtida em um fotômetro de chama, o fósforo foi determinado em um espectrofotômetro de emissão óptica e a leitura dos demais minerais foi efetuada em um espectrofotômetro de absorção atômica.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância. Para a análise do índice de seleção (índice \bar{Z}), os dados foram padronizados por parcela, permitindo que fossem diretamente comparáveis. O cálculo do índice \bar{Z} foi realizado como descrito em Mendes et al. (2009). Uma constante igual a três foi somada ao índice \bar{Z} de cada caractere, na média dos quatro experimentos, para evitar valores negativos. A contribuição de cada caractere padronizado no valor do índice \bar{Z} foi apresentada em gráficos para cada genótipo avaliado. Os gráficos



de índice \bar{Z} foram elaborados no Microsoft Office Excel e as análises estatísticas foram realizadas no programa Genes (Cruz, 2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

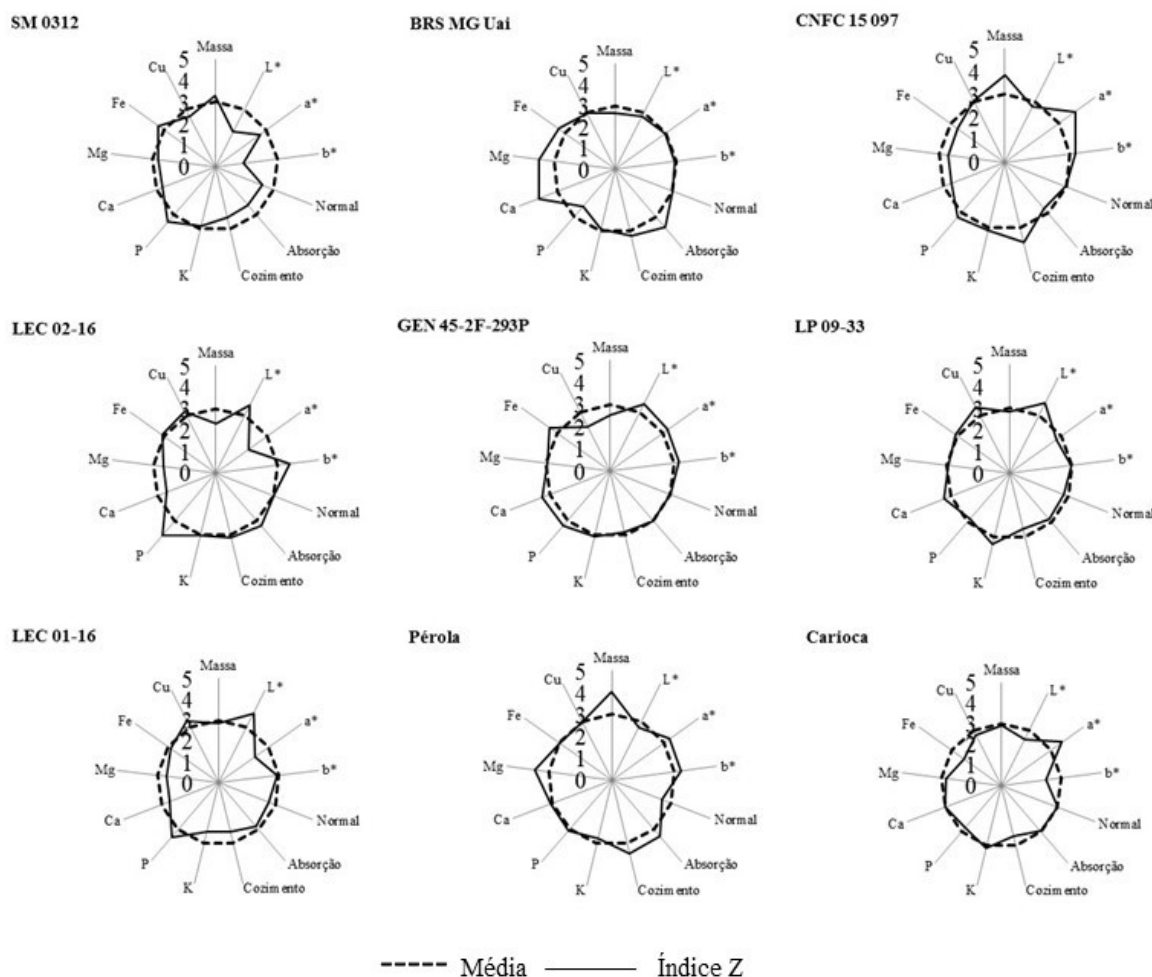
Interação G x A significativa (valor de $p < 0,05$) foi observada para todos os caracteres da qualidade tecnológica e nutricional, exceto para a concentração de potássio em que foram significativos apenas os efeitos individuais de G e de A. Por isso, o uso do índice de seleção (índice \bar{Z}), aplicado a vários caracteres avaliados na média de quatro experimentos, fornece uma indicação mais precisa das melhores linhagens de feijão para uso na alimentação humana.

Para feijão carioca, a seleção foi realizada para os maiores valores de índice \bar{Z} para massa de 100 grãos, L^* , grãos normais, absorção, potássio, fósforo, cálcio, magnésio, ferro e cobre e menores valores de índice \bar{Z} para a^* , b^* e cozimento (Figura 1). A linhagem SM 0312 apresentou o menor índice \bar{Z} para L^* , enquanto que as linhagens LEC 02-16 e GEN 45-2F-293P mostraram os menores valores de índice \bar{Z} para a massa de 100 grãos. Já, as linhagens BRS MG Uai e CNFC 15 097 exibiram os maiores valores de índice \bar{Z} para cozimento. As características tegumento mais escuro dos grãos da linhagem SM 0312, menor massa de 100 grãos das linhagens LEC 02-16 e GEN 45-2F-293P e maior tempo de cozimento das linhagens BRS MG Uai e CNFC 15 097 não são desejadas para feijão carioca, por isso a seleção dessas linhagens não é recomendada.

As linhagens LP 09-33 e LEC 01-16 exibiram o maior valor de índice \bar{Z} para L^* , menores valores de índice \bar{Z} para a^* , b^* e cozimento, e índice \bar{Z} médio para a massa de 100 grãos. Essas linhagens possuem grãos com coloração clara ($L^* \geq 55,00$), com tonalidades vermelho claro ($a^* \leq 7,00$) e amarelo claro ($b^* \leq 16,00$), ou seja, atendem o padrão recomendado por Arns et al. (2018) para feijão carioca. As linhagens LP 09-33 e LEC 01-16 superaram as cultivares Pérola e Carioca na claridade dos grãos, o que é muito valorizado no mercado, pois o consumidor associa grãos claros a colheita recente e cozimento rápido. Essas linhagens, também, apresentaram cozimento rápido (≤ 25 min), conforme Santos et al. (2016), e massa de 100 grãos entre 25 a 30 g, ou seja, grãos médios, segundo Carbonell et al (2010). Portanto, as linhagens LP 09-33 e LEC 01-16 se destacaram pela alta qualidade tecnológica e atenderam os padrões de coloração, cozimento e de massa de 100 grãos que se busca no melhoramento de feijão carioca.

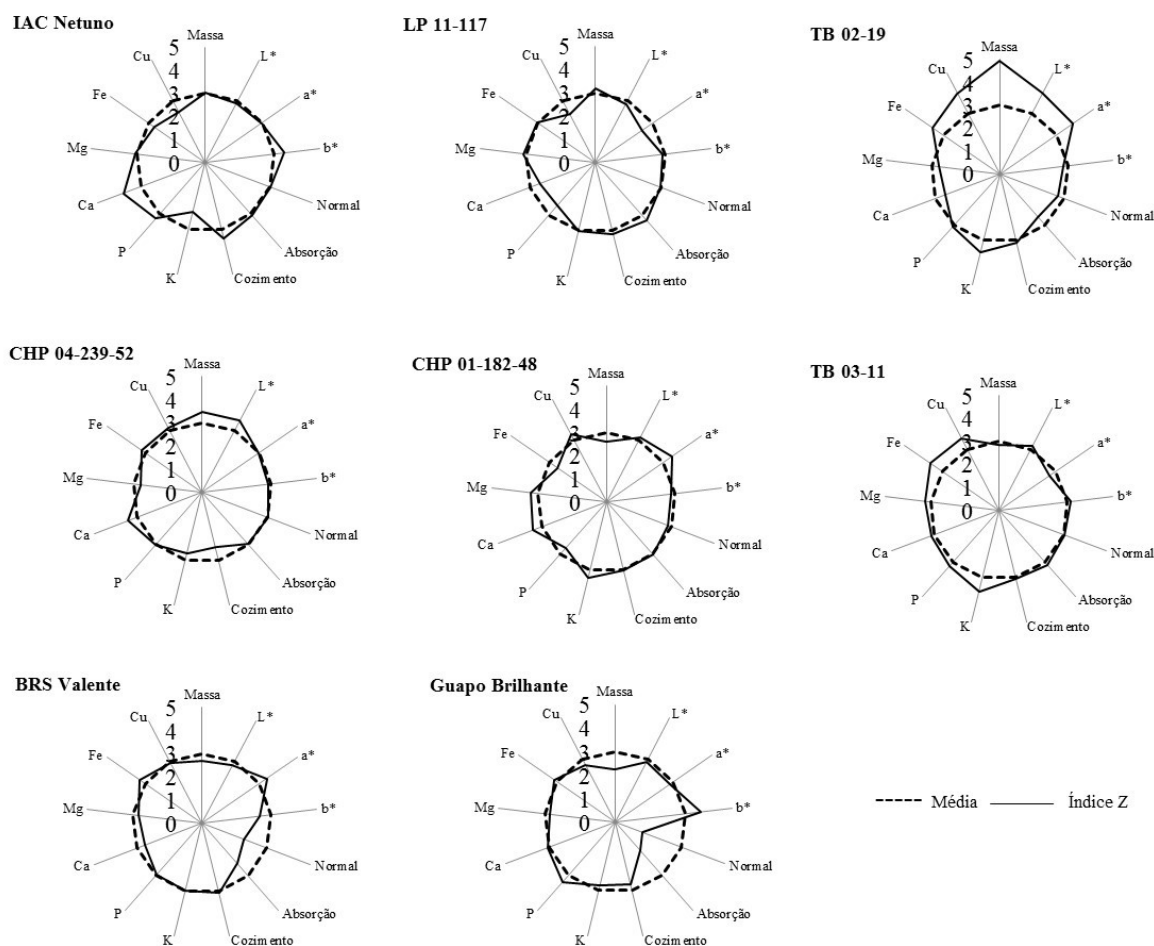
A linhagem LP 09-33 exibiu maiores valores de índice \bar{Z} para a concentração de potássio, cálcio, ferro e cobre, enquanto que a linhagem LEC 01-16 mostrou os maiores valores de índice \bar{Z} para a concentração de fósforo e de cobre (Figura 1). O índice \bar{Z} tem sido usado com sucesso na seleção de genótipos de feijão superiores para caracteres da qualidade nutricional (Silva et al., 2012) e para a seleção simultânea para caracteres agronômicos e de qualidade tecnológica e nutricional em genótipos de feijão (Ribeiro et al., 2013).

Figura 1 – Representação do índice \bar{Z} para massa de 100 grãos (massa, g), luminosidade (L^*), cromaticidade a (a^*), cromaticidade b (b^*), grãos normais (normal, %), absorção (%), tempo de cozimento (cozimento, min:s), concentração de potássio (K, g kg⁻¹ de matéria seca - MS), fósforo (P, g kg⁻¹ MS), cálcio (Ca, g kg⁻¹ MS), magnésio (Mg, g kg⁻¹ MS), ferro (Fe, mg kg⁻¹ DM) e cobre (Cu, mg kg⁻¹ MS) de nove genótipos de feijão carioca avaliados na média de quatro experimentos conduzidos entre 2016 a 2018.



Para feijão preto foi usado o mesmo critério de seleção descrito para as linhagens de feijão carioca, exceto que para o valor de L^* o menor índice \bar{Z} é desejado. As linhagens IAC Netuno e LP 11-117 exibiram os maiores valores de índice \bar{Z} para cozimento, enquanto que as linhagens TB 02-19 e CHP 04-239-52 mostraram os maiores valores de índice \bar{Z} para o valor de L^* (Figura 2). O maior valor de L^* em feijão preto indica a presença de grãos arroxeados, por isso Ribeiro et al. (2003) sugeriram valor de $L \leq 22,00$ como padrão na seleção de linhagens superiores. Em feijão preto, a maior claridade dos grãos é associada a grãos armazenados por longos períodos e que requerem maior tempo de cozimento, por isso há restrição na comercialização de genótipos de feijão preto com grãos mais claros. O maior tempo de cozimento das linhagens IAC Netuno e LP 11-117 e a maior claridade dos grãos das linhagens TB 02-19 e CHP 04-239-52 podem restringir a aceitação dessas linhagens pelos consumidores de feijão, por isso essas linhagens não foram selecionadas pelo programa de melhoramento.

Figura 2 – Representação do índice \bar{Z} para massa de 100 grãos (massa, g), luminosidade (L^*), cromaticidade a (a^*), cromaticidade b (b^*), grãos normais (normal, %), absorção (%), tempo de cozimento (cozimento, min:s), concentração de potássio (K, $g\ kg^{-1}$ de matéria seca - MS), fósforo (P, $g\ kg^{-1}$ MS), cálcio (Ca, $g\ kg^{-1}$ MS), magnésio (Mg, $g\ kg^{-1}$ MS), ferro (Fe, $mg\ kg^{-1}$ DM) e cobre (Cu, $mg\ kg^{-1}$ MS) de oito genótipos de feijão preto avaliados na média de quatro experimentos conduzidos entre 2016 a 2018.



Dentre as linhagens de feijão preto avaliadas, a TB 03-11 e a CHP 01-182-48 foram consideradas as melhores linhagens para os caracteres da qualidade tecnológica e nutricional. Isso porque essas linhagens apresentaram valores de índice \bar{Z} favoráveis aos objetivos da seleção para massa de 100 grãos, L^* , a^* , b^* , grãos normais, absorção e tempo de cozimento (Figura 2), superando as cultivares BRS Valente e Guapo Brilhante para grãos normais e não diferindo significativamente das testemunhas para os demais caracteres da qualidade tecnológica. A linhagem TB 03-11 mostrou maior valor de índice \bar{Z} para todos os minerais avaliados, enquanto que a linhagem CHP 01-182-48 exibiu maiores valores de índice \bar{Z} para potássio, cálcio, magnésio e cobre, superando as cultivares BRS Valente e Guapo Brilhante em qualidade nutricional.

4. CONCLUSÕES

As linhagens de feijão carioca e preto diferem para os caracteres da qualidade tecnológica e nutricional. As linhagens de feijão carioca LP 09-33 e LEC 01-16 e as linhagens de feijão preto TB 03-11 e CHP 01-182-48 apresentam alta qualidade tecnológica e nutricional, sendo indicadas para uso na alimentação humana.



5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro e bolsas concedidas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arns, F. D., Ribeiro, N. D., Mezzomo, H. C., Steckling, S. De M., Kläsener, G. R. & Casagrande, C. R. (2018). Combined selection in carioca beans for grain size, slow darkening and fast-cooking after storage times. *Euphytica*, 214:66.
- Brasil, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. (2006). *Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (Phaseolus vulgaris), para a inscrição no registro nacional de cultivares - RNC*. Anexo I. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br>
- Carbonell, S. A. M., Chiorato, A. F., Gonçalves, J. G. R., Perina, E. F. & Carvalho, C. R. L. (2010). Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. *Ciência Rural*, 40(10), 2067-2073.
- Cruz, C. D. (2016). Software Genes – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 38(4), 547-552.
- Ctsbf, Comissão Técnica Sul Brasileira de Feijão. (2012). *Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira 2012*. Florianópolis: EPAGRI.
- Mendes, F. F., Ramalho, M. A. P., & Abreu, A. F. B. (2009). Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44(10), 1312-1318.
- Miyazawa, M., Pavan, M. A., Muraoka, T., do Carmo, C. A. F. S., & Melo, W. J. (2009). Análise química de tecido vegetal. In: Silva, F. C. ed. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes* (2.ed). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- Ribeiro, N. D., Possebom, S. B., & Storck, L. (2003). Progresso genético em caracteres agrônômicos no melhoramento do feijoeiro. *Ciência Rural*, 33(4), 629-633.
- Ribeiro, N. D., Domingues, L. da S., Zemolin, A. E. M., & Possobom, M. T. D. F. (2013). Selection of common bean lines with high agronomic performance and high calcium and iron concentrations. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(10), 1368-1375.
- Santos, G. G. dos, Ribeiro, N. D., & Maziero, S. M. (2016). Evaluation of common bean morphological traits identifies grain thickness directly correlated with cooking time. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 46(1), 35-42.
- Silva, C. A., Abreu, A. de F. B., Ramalho, M. A. P., & Maia, L. G. S. (2012). Chemical composition as related to seed color of common bean. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12(2), 132-137.
- Steckling, S. De M., Ribeiro, N. D., Arns, F. D., Mezzomo, H. C., & Possobom, M. T. D. F. (2017). Genetic diversity and selection of common bean lines based on technological quality and biofortification. *Genetics and Molecular Research*, 16(1), 1-13.