

ADUBAÇÃO SUPLEMENTAR VIA FOLIAR NA CULTURA DO FEIJOEIRO IRRIGADO POR GOTEJAMENTO

João Pedro Lopes Almeida¹, João Valdenor Pereira Filho¹, Tadeu Barbosa Martins Silva¹, Lucas Alves Sousa¹, Alysson Ramos Pereira¹, Lucas Moraes de Souza¹

¹Universidade Estadual do Piauí, Uruçuí, Brasil (joaopalmeida@aluno.uespi.br)

Resumo: A alta exigência nutricional do feijoeiro e seu curto ciclo, torna a cultura altamente demandante em nutrientes. Objetivou-se avaliar o desempenho vegetativo do feijoeiro através do manejo da adubação suplementar. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com três repetições, sendo os tratamentos constituídos de dois modos de fertilização (Convencional e Misto – Convencional + Foliar). A adubação mista propiciou ganho em todas as variáveis vegetativas analisadas.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L.; adubação; crescimento; deficiência de fertilizante

INTRODUÇÃO

O feijoeiro-comum é uma planta considerada altamente exigente em qualidade do solo, devido ao ciclo curto e ao sistema radicular superficial e pouco desenvolvido. O manejo adequado da fertilidade do solo, por meio da correção da acidez e do suprimento equilibrado dos nutrientes, é um fator determinante da produtividade da cultura e deve ser conduzido de maneira criteriosa, buscando a máxima eficiência econômica. O uso inadequado e excessivo de fertilizantes sem atender aos critérios técnicos pode causar desequilíbrios nutricionais que resultam em aumento da incidência de doenças e pragas, podendo afetar negativamente a produtividade e a rentabilidade (Sousa, 2023). Por ser considerada uma cultura de ciclo relativamente curto, e de rápido acúmulo de matéria seca, o feijão necessita de adequados níveis nutricionais, sendo os nutrientes mais requeridos pela cultura o Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

Historicamente, o feijão já foi cultivado no país por muitos pequenos produtores, com baixo uso de insumos externos, e voltado sobretudo para a subsistência das famílias. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão, com produção de 3345,5 mil toneladas estimadas para a safra 2017/18, com área plantada chegando a 3185,8 mil hectares (CONAB, 2016).

Cultivado em três épocas (das águas, da seca e de inverno), o feijoeiro tem produção durante todo o ano. Segundo Stone e Pereira (1994), dentre as culturas de inverno irrigadas por aspersão, a do feijão é a principal nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e algumas áreas da

Região Nordeste. Os Estados do Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás são os principais produtores desta leguminosa. Em Goiás, na safra 2015/16, poucas áreas de feijão, segunda safra, apresentaram resultados ruins, contudo algumas áreas não obtiveram bons preços pagos ao produtor, devido aos grãos com baixa qualidade. Ocorreram chuvas no período de maturação, o que promoveu escurecimento e queda de qualidade do grão colhido. Já para o feijão da terceira safra de inverno), o clima apresentou-se favorável ao bom desenvolvimento da cultura, que por ser irrigada, não sofreu com o déficit hídrico. Entretanto, o baixo volume de chuvas fez que os reservatórios dos irrigantes ficassem abaixo dos níveis, o que leva a acreditar em baixa oferta de água (CONAB, 2016).

De acordo com Prado et al. (2016) o estudo das funções dos nutrientes na planta torna-se importante, por estabelecer a relação da taxa fotossintética com a transformação de compostos orgânicos, evidenciando assim seu ciclo fisiológico e determinando qual a participação de cada nutriente, auxiliando na avaliação do estado nutricional e as suas implicações nas características agrônômicas da cultura, pois elementos macro e micronutrientes, desempenham funções exclusivas na planta, e estas podem ser qualificadas em: estrutural, constituinte de enzima e ativador enzimático. Portanto, cada nutriente cumpre funções determinadas dentro da planta e não pode ser inteiramente substituído por outro. Fageria (2000) ressalta que o efeito de cada nutriente, no desenvolvimento da planta é dependente da reserva de outros nutrientes essenciais (Lei do Mínimo de

Liebig), e nenhum resultado de cada elemento pode ser explicado independentemente.

Ante o exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho vegetativo (estatura de plantas, diâmetro do caule, número de folhas e comprimento radicular) do feijoeiro comum adubado convencionalmente (via solo) e suplementado via adubação foliar.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Universidade Estadual do Piauí (UESPI), no município de Uruçuí, Piauí, com coordenadas geográficas 07° 13' 46" S, 44° 33' 22" W e altitude média de 167 m, numa área que compreende o bioma cerrado (Figura 1).



Figura 1. Localização da área experimental onde a pesquisa foi desenvolvida

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno, temperatura média anual de 26,1 °C, umidade relativa do ar média anual de 64,2% e precipitação pluviométrica entre 800 e 1200 mm anuais (Medeiros et al., 2013).

Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0 – 0,20 m para a determinação das características químicas e físico-hídricas da área experimental, percorrendo a área em zig-zag e coletando subamostras com o auxílio de um trado tipo Holandês, de tal forma que se obteve uma amostra composta representativa para a profundidade amostrada. O resultado da análise química e granulométrica do solo da área experimental foram:

pH (CaCl₂) - 5,8; M.O (g/Kg) - 12,7; P (mg/dm³) - 104,6; Complexo Sortivo (cmol /dm³), K - 0,23; Ca - 3,31; Mg - 0,61; Al - 0,00; H+Al - 0,49; SB - 4,15; CTC - 4,64; Saturação do Complexo Sortivo (%), V - 89,4; m - 0,0; Ca - 71,3; Mg - 13,1 e K - 4,9; Micronutrientes (mg/dm³), S - 4,04; Fe - 56,36; Mn - 17,77; Cu - 0,65; e Zn - 12,57; Análise Granulométrica (g/Kg) – Areia – 800; Silte – 110; Argila – 90, com classificação textural denominada Arenosa.

O preparo do solo foi realizado de forma manual com o auxílio de equipamentos como enxada e pá, para o revolvimento do solo e aberturas dos sulcos para o plantio. A adubação de fundação convencional se baseou na análise química do solo e nas exigências nutricionais da cultura, sendo usados como fonte nutricional o superfosfato simples (P₂O₅), Cloreto de potássio (KCl); já a adubação de cobertura para a necessidade de nitrogênio (N) foi realizada utilizando como fonte a ureia.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com três repetições, sendo a composição dos tratamentos delineada através da aplicação da recomendação de adubação para a cultura do feijão, realizada de maneira convencional (aplicação em covas, via solo); e através da adubação suplementar (convencional + via foliar).

A área útil total do experimento foi de 72,0 m², sendo as parcelas, constituídas por 4 linhas de plantio, distribuídas em campo, de acordo com o delineamento experimental adotado. Cada parcela, individualmente, ocupou uma área útil de 12,0 m², sendo composta por 40 plantas, cultivadas no espaçamento de 0,30 m entre plantas e 1,0 m entre linhas, totalizando uma área útil por planta de 0,3 m².

O método de manejo de irrigação empregado foi por via clima, sendo os dados diários da evapotranspiração de referência – ETo (método de Penman-Monteith - FAO), para o cálculo das lâminas de irrigação, obtidos através do aplicativo EVAPO® (Maldonado Júnior; Valeriano; Rolim, 2019).

O experimento foi irrigado por meio de um sistema de irrigação localizado, do tipo gotejamento, com uma linha de irrigação por fileira de plantas, tendo um emissor por planta, espaçado de 0,30 m e com uma vazão por emissor de 2,0 L h⁻¹, os quais foram previamente avaliados em campo, sob condições normais de operação, conforme a metodologia descrita por Keller e Karmelli (1975). O tempo de irrigação foi calculado a partir da Equação (1):

$$Ti = 60 \times \frac{f \cdot ETo \cdot Ap}{Ea \cdot qi} \quad (1)$$

Em que: Ti – Tempo de irrigação (minutos); ETo – Evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); Ap – Área útil da planta (0,3 m²); Ea – Eficiência do sistema de irrigação (0,90); qi – Vazão por tratamento (2,0 L h⁻¹).

As variáveis destinadas a análise do crescimento, para as medidas dos parâmetros de desenvolvimento da planta foram: Altura das plantas (AP), aferidas através do uso de uma trena graduada em cm; Diâmetro do caule (DC), mensurada por meio de um paquímetro digital, em mm; Número de folhas (NF), contadas manualmente em cada trifólio, sendo seus valores expressos em unidades por plantas; Número de ramos (NR), obtido através da contagem direta, sendo seus valores expressos em unidades por plantas e Comprimento radicular (CR), aferidas através do uso de uma trena graduada em cm;

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, a 1 e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo, as médias obtidas dos tratamentos serão comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é possível analisar o resumo da análise variância (ANOVA) para os dados de crescimento da cultura do feijoeiro submetida ao manejo da adubação complementar via foliar. Pelos resultados, constatou-se que apenas as variáveis Altura de plantas (AP), Diâmetro do caule (DC) e Comprimento radicular (CR) foram influenciadas significativamente pelo teste F ($p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os dados dos parâmetros biométricos do feijoeiro comum cultivado sob diferentes manejos de adubação.

FV	Quadrados médios				
	AP	DC	NF	NR	CR
Adubação	12,8*	60,9**	1,25 ^{ns}	0,05 ^{ns}	387,2**
erro	2,5	1,6	1,98	1,27	3,22
Total cor.					
CV(%)	2,1	11,4	11,2	7,25	4,88

FV: Fontes de variação; GL: Graus liberdade; (*) Significativo pelo teste F a 5%; (**) Significativo pelo teste F a 1%; (ns): não significativo; CV: Coeficiente de variação;

Dentre as alternativas para economicidade no sistema de produção em relação a adubação convencional, a fertilização foliar pode ser uma técnica que reduza os custos causando menor prejuízo ao sistema. A adoção desta prática se tornou preferível economicamente em

relação à fertilização apenas por via solo. Desta forma, parte do adubo colocado no solo é substituído por aplicações foliares (Rosolem, 2002). Contudo, a aplicação de nutrientes em soluções na parte aérea das plantas consiste em suplementar a adubação realizada no solo na sua forma sólida favorecendo o equilíbrio nutricional das plantas.

Na Figura 2 verifica-se o comportamento da variável AP do feijoeiro comum, em função dos diferentes manejos de adubação. Observa-se que o tratamento misto, referente a aplicação de fertilizantes via solo e via foliar, realizados em conjunto propiciaram os maiores resultados em estatura, com 74,2 cm. Tais resultados demonstram os efeitos positivos que a adubação complementar (via foliar) ocasiona sobre tal característica.

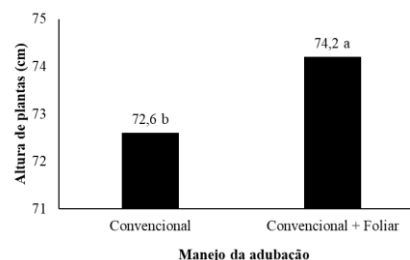


Figura 2. Altura de plantas (cm) na cultura do feijoeiro comum em função de dois manejos de adubação.

Resultados semelhantes foram reportados por Nascente et al. (2014), ao destacar que a aplicação foliar de NPK durante o período vegetativo proporciona aumentos nas quantidades dos nutrientes nas plantas, as quais eram superiores às quantidades aplicadas via solo, permitindo inferir o efeito estimulante da adubação foliar na absorção radicular.

O N pode ser o responsável por esse crescente no porte da planta, e isso se deve principalmente ao fato deste nutriente estar associado ao crescimento e ao desenvolvimento dos drenos reprodutivos e por participar na molécula de clorofila, indispensável para a manutenção da atividade fotossintética. Sendo assim, o N atua no crescimento vegetativo influenciando diretamente a divisão e a expansão celular e o processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta Basi et al. (2011).

Na Figura 3 é possível verificar o comportamento da variável DC do feijoeiro comum, em função dos diferentes manejos de adubação. Novamente observa-se que o tratamento misto, referente a aplicação de fertilizantes via solo e via foliar em conjunto, ocasionaram maiores resultados no diâmetro das plantas, com 13,08 mm.

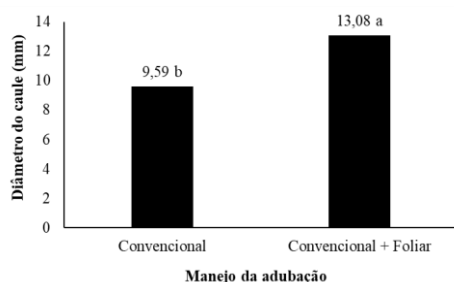


Figura 3. Diâmetro do caule (mm) em plantas de feijoeiro comum em função do manejo da adubação por via foliar e via solo.

Resultados semelhantes foram demonstrados por Pessoa et al. (2000), ao verificarem que maiores teores de N total e N orgânico nas folhas do feijoeiro em função da aplicação de Mo via foliar, indicaram efeito positivo do micronutriente no aproveitamento do N absorvido pela planta. Desta forma pode-se inferir que o manejo da adubação complementar via foliar propicia um melhor aproveitamento dos fertilizantes na planta, ocasionando plantas com caule mais espessos, que possivelmente permitiram ter plantas com maior capacidade de sustentação, com resistência ao acamamento.

Já na Figura 4 observa-se o comportamento da variável CR do feijoeiro comum, em função dos diferentes manejos de adubação. Observou-se que o tratamento misto ocasionou os maiores resultados de comprimento radicular, com 42,2 cm. Os resultados obtidos vão de encontro com o que destacam Baumgartner e Otávio, (1999), ao mencionarem que a adubação foliar é uma alternativa eficiente de nutrição que visa contribuir para minimizar os efeitos degradantes da falta de nutrientes, complementando a adubação de solo e/ou de cobertura. No entanto, Mocellin (2004) ressaltam que nos últimos anos e em diversas culturas de interesse econômico tem se adotado esse tipo de adubação, que por muitas vezes tem se mostrado mais eficientes que a adubação via solo, porém, a mesma não deve substituir o uso dos fertilizantes sólidos.

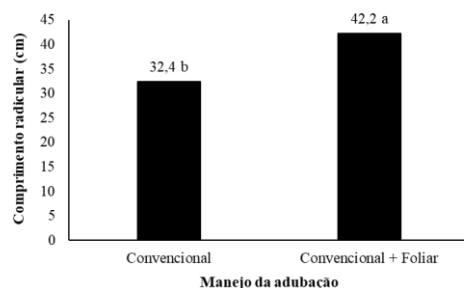


Figura 4. Comprimento radicular (cm) em plantas de feijoeiro comum em função do manejo da adubação por via foliar e via solo.

Segundo Deuner et al. (2008), a suplementação de fertilizantes via foliar pode ser uma forma eficiente para suplementar o que é absorvido pelas raízes, porém, não substitui a aplicações via solo para fornecimento de nutrientes às plantas e respeitando a concentração a ser utilizada a fim de evitar possível fitotoxicidade.

O produto químico foliar utilizado na pesquisa foi o UBYFOL Potamol Plus®, que possui em sua composição química 7,0% de N; 2,3% de K₂O; 2% de Mo e 11,5% COT. O mesmo também atua como um estimulante radicular, o que possivelmente propiciou uma maior eficiência para a expansão radicular da cultura, resultando num incremento no crescimento e no desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento das células.

Segundo Castro e Vieira (2001), bioestimulantes ou estimulantes vegetais são misturas de reguladores vegetais ou destes com outros compostos de diferentes naturezas bioquímicas (aminoácidos, micronutrientes ou vitaminas). Logo, essas substâncias são eficientes quando aplicadas em baixas doses favorecendo o bom desempenho dos processos vitais da planta e permitindo a obtenção de melhores colheitas, além de garantir rendimentos satisfatórios em condições ambientais adversas.

A maior parte das plantas consegue absorver nutrientes pelas folhas de forma passiva e ativa, sendo uma alternativa para suprir os nutrientes que estão em baixa concentração no solo (Faquin, 2005). A adubação foliar pode ser mais vantajosa em relação a aplicação de micronutrientes no solo (Araújo, Peres e Itamar, 2008). O tempo de absorção pode ser menor com suprimento mais rápido do elemento deficiente, além de facilitar a aplicação de uma pequena quantidade de nutriente em uma grande área. Alguns nutrientes possuem interação com as argilas e com a matéria orgânica podendo dificultar a absorção pelas raízes em algumas condições. Quando aplicados via foliar o elemento pode ser absorvido livremente pela planta (Taiz e Zeiger, 2017).

Em pesquisa desenvolvida por Sousa et al. (2023) os autores analisaram a rentabilidade do uso de bioestimulantes na cultura do feijão em diferentes meios de aplicação e concluíram que o uso de bioestimulantes na cultura do feijão pode obter uma boa produtividade e resultarem maior rentabilidade. O experimento com a dose de 0,50 L ha⁻¹ de Agri Algas® obteve melhor rentabilidade. No experimento de fases foi o destaque do trabalho, todos os tratamentos

obtiveram resultado positivo sendo a fase R1 com a maior rentabilidade.

De acordo com Soratto et al. (2011), a utilização da adubação foliar, desde que realizada adequadamente, a eficiência do fornecimento de nutrientes via foliar é geralmente maior que o fornecimento via solo, acarretando economia de fertilizantes utilizado no ciclo da cultura. Assim, o suprimento de nutrientes por meio da adubação foliar é de fácil aplicação e apresenta custos relativamente baixos, além de ser adaptável aos pulverizadores normalmente utilizados pelos produtores na aplicação de outros produtos, tais como inseticidas e fungicidas.

De maneira geral, foi possível verificar que a aplicação da adubação suplementada por via foliar ocasiona ganhos nas variáveis morfológicas de altura das plantas, diâmetro do caule e crescimento radicular. Possivelmente em função do melhor aproveitamento dos nutrientes (Nitrogênio e Potássio), que propiciaram uma melhor eficiência quando translocado na cultura, principalmente, durante os períodos de aplicação, que foram realizados na fase V4 (estádio de desenvolvimento vegetativo) e R1 (início da fase reprodutiva), sendo esta última um dos estádios de maior demanda de nutrientes.

Rezende et al. (2005), salientam que dentre as variantes de aplicação via foliar, a adubação suplementar no estágio reprodutivo que, somada à adubação do solo, possibilitaria ao produtor um acréscimo de rendimento na produção de grãos. Também é possível efetuar a aplicação de fósforo foliar na fase vegetativa como efeito estimulante ao crescimento da planta com consequente aumento da absorção de nutrientes do solo, ou seja, aplicação de fósforo foliar para aumentar a eficiência de utilização do fósforo presente no solo pelo feijoeiro (Cobucci et al., 2011).

CONCLUSÃO

O manejo da adubação suplementar por via foliar propiciou maiores resultados nos parâmetros de crescimento (altura de plantas, diâmetro do caule e crescimento radicular) na cultura do feijoeiro comum irrigado por gotejamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Estadual do Piauí pelo apoio durante a condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Araújo, A. A.; Peres, R. S.; Itamar, W. M. Aplicação Foliar de Molibdênio, Produtividade e Qualidade Fisiológica de Sementes de Feijoeiro Irrigado. *Bragantia*, v.67, p.377-384, 2008.
- Basi, S.; Neumann, M. Marafon, F.; Ueno, R. K.; Sandini, I. E. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v.4, p.219-234, 2011.
- Baumgartner, J. G.; Otávio, R. S. Líquida e foliar para citros em produção. *Boletim citrícola*, 1999.
- Castro, P. R. C.; Vieira, E. L. Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical. *Guaíba: Agropecuária*, 2001.
- Cobucci, T.; Lima, D. A. P.; Kluthcouski, J.; Oliveira, P. E. Nascente, A. S. Aumento da eficiência de utilização de fósforo do solo em razão de aplicações foliares do nutriente. *Embrapa Arroz e Feijão*. Santo Antônio de Goiás. 2011.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.3 – Safra 2015/16 – n.10, Décimo Levantamento, p.1-179, 2016.
- Deuner, S.; Nascimento, R.; Ferreira, L. S.; Badinelli, P. G.; Kerber, R. S. Adubação foliar e via solo de Nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, p. 1359-1365, 2008.
- Fageria, N. K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.4, p.390 - 395, 2000.
- Faquin, V. Nutrição Mineral de Plantas. Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Solos e Meio Ambiente). Universidade Federal de Lavras, Curso de Pós-Graduação especialização a distância, Lavras, 2005.
- Ferreira, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. *Brazilian Journal of Biometrics*, v. 37, p. 529-535, 2019.
- Keller, J.; Karmeli, D. Trickle irrigation design. *Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation*, 1975.
- Maldonado Júnior, W.; Valeriano, T. B.; Rolim, G. de S. EVAPO: Um aplicativo para smartphone para estimar a evapotranspiração em potencial usando dados meteorológicos em grade do sistema NASA-POWER. *Science Direct, Computadores e Eletrônicos na Agricultura*, v. 156, p. 187-192, 2019.

- Medeiros, R. M., Silva, V. P. R., Filho, M. F. G. Análise Hidroclimática da Bacia Hidrográfica do Rio Uruçuí Preto. Revista de Engenharia e Tecnologia. v. 5, p. 151-163, 2013.
- Mocellin, R. S. P. Princípios da adubação foliar. Coletânea de dados e revisão bibliográfica, Canoas, 2004.
- Nascente, A. S.; Cobucci, T.; de Sousa, D. M. G.; Lima, D. de P. Adubação fosfatada no sulco e foliar afetando a produtividade de grãos do feijoeiro comum. Semina: Ciências Agrárias, v. 35, p. 1231-1240, 2014.
- Pessoa, A. C. S. et al. Concentração foliar de molibdênio e exportação de nutrientes pelo feijoeiro "Ouro Negro" em resposta à adubação foliar com molibdênio. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, p. 75-84, 2000.
- Prado, M. R.; Weber, O. L. D. S.; Moraes, M. F.; dos Santos, C. L.; Tunes, M. S. Liquid organomineral fertilizer containing humic substances on soybean grown under water stress. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.20, p. 408-414, 2016.
- Rezende, P. M.; Gris, C. F.; Carvalho, J. G.; Gomes, L. L. E Bottino, L. Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. Ciência Agrotecnologia. v. 29, p. 1105-1111, 2005.
- Rosolem, C. A. Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar. Ufla/Faepe, Lavras, 2002.
- Soratto, R. P.; Fernandes, A. M.; Souza, E. F. C. E Sousa-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.
- Sousa, G. M. de; Cabral Filho, F. R.; Andrade, C. L. L. de; Ventura, M. V. A. Análise econômica do uso de bioestimulantes na cultura do feijão em diferentes métodos de aplicação. Brazilian Journal of Science, v.2, p. 24-31, 2023.
- Taiz L, Zeiger E, Møller I. M, Murphy A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6th. edn. Artmed. Porto Alegre, 2017.