



**FELIPE EMANUEL PEREIRA DE SOUZA**

**DOSE-RESPOSTA DO FEIJOEIRO-COMUM IAC 1850 A  
ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

**LAVRAS – MG  
2024**

**FELIPE EMANUEL PEREIRA DE SOUZA**

**DOSE-RESPOSTA DO FEIJOEIRO-COMUM IAC 1850 A ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras - DAG, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Christiane Augusta Diniz Melo  
Orientadora

**LAVRAS - MG**

**2024**

**FELIPE EMANUEL PEREIRA DE SOUZA**

**DOSE-RESPOSTA DO FEIJOEIRO-COMUM IAC 1850 A ADUBAÇÃO POTÁSSICA  
DOSE-RESPONSE OF COMMON BEAN IAC 1850 TO POTASSIUM  
FERTILIZATION**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras - DAG, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 16 de agosto de 2024.

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Christiane Augusta Diniz Melo – DAG/ESAL/UFLA

Hugo Nunes Martins Nogueira - Unicampo/BASF

Kamilly Maria Fernandes Fonseca De Oliveira – Consultora, Rehagro Grãos

Profa. Dra. Christiane Augusta Diniz Melo

Orientadora

**LAVRAS - MG**

**2024**

*Aos meus familiares e amigos, que  
tornaram a minha jornada até aqui mais leve.  
Aos meus pais, por todos os valores ensinados.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

“Lembre-se do seu passado com carinho. Afinal, é por causa dele que você está aqui hoje!” – autor desconhecido.

Com a frase acima inicio meus agradecimentos:

Primeiramente a Deus, pela oportunidade que me concedeu de estar em um ambiente incrível, com companhias extraordinárias.

À minha família, por todo carinho e apoio. Em especial, à minha mãe Eunice pelos esforços despendidos em favor de minha educação.

Ao meu tio Geraldo Souza, por ter me apoiado moralmente e financeiramente nesse momento tão importante em minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura (DAG), por ter me proporcionado um ambiente acolhedor e de intenso aprendizado.

À minha orientadora professora Christiane, que desde o primeiro momento foi muito prestativa e receptiva para comigo.

A todos os inúmeros amigos que fiz durante minha jornada na graduação, em especial, ao Pedro Manoel que esteve comigo durante o último ano da graduação, e foi fundamental para isso, e por fim para minha amiga Brenda Miriam, agradeço por todo apoio.

Aos meus amigos da "Casa 190", "Fernando (Peixinho), Pedro Paulo (Pep), Lucas (Calouro), Joãozinho, e aos demais que compõem aquela grande família que me acolheram.

A todos amigos da família “Pervertidos FC”, que estiveram comigo desde o início da graduação, e que me proporcionaram momentos memoráveis.

Ao Núcleo de Estudos em Sistema de Plantio Direto (NESP), por ter me proporcionado meu maior desafio de liderança e gestão até o presente momento.

Aos membros da banca, pelas contribuições ao trabalho.

**OBRIGADO!**

## RESUMO

O Brasil possui larga representação na produção de feijão no mundo, sendo também um grande consumidor deste grão, além de gerar alta demanda de mão de obra. Para alcançar altas produtividades no feijoeiro é necessário que a adubação seja adequada, já que os nutrientes são de suma importância. O potássio possui diversas funções fundamentais, como o funcionamento dos sistemas enzimáticos, que possui influência na realização da fotossíntese pela cultura, e a sua deficiência acarreta plantas com crescimento vagaroso, raízes instáveis e caules com maiores possibilidades de ter ataques de doenças. Entendendo a importância da cultura do feijão na produção e consumo nacional, e do potássio como elemento essencial para garantir a produtividade do feijoeiro, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de doses crescentes de potássio aplicadas em pré-plantio nos componentes de produção do feijoeiro-comum. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Setor de Tecidos Vegetais da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Campus Universitário Lavras – MG. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados (DBC), composto por seis repetições e seis tratamentos, correspondente as variações das doses de potássio, sendo: 0; 0,19; 0,38; 0,77; 1,54 e 3,08 g/vaso de KCl. A colheita ocorreu no estágio vegetativo R8/R9, e realizou-se a avaliação do diâmetro do caule, altura, massa da matéria seca de raiz, caule+folhas, grãos, vagens, vagens+grão, parte aérea, número de vagens, número de grãos por vagens número de grãos por planta e comprimento vagem. Os dados foram submetidos ao teste F e nos casos de efeito significativo, submetidos a análise de regressão. As diferentes doses de KCl ocasionaram um efeito significativo nas avaliações de massa da matéria seca do feijoeiro. De acordo com os aumentos das doses há um aumento das massas secas avaliadas, mas este chega até um limite, exceto para massa da matéria seca de raiz. Em relação a massa da matéria seca de vagens e grãos+vagens, verificou-se acúmulo semelhante a partir da dose 0,77 g/vaso de KCl, mostrando que não houve diferenças significativas para as doses superiores. As diferentes doses de potássio não exerceram interferência na maioria dos componentes de produção no feijoeiro, com exceção do número de grãos por planta. Mas houve incrementos significativos nos componentes de crescimento do feijoeiro-comum.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L.; componentes de produção; cloreto de potássio.

## ABSTRACT

Brazil has a large share of the world's bean production and is also a major consumer of this grain, as well as generating a high demand for labor. In order to achieve high yields in the bean plant, adequate fertilization is necessary, as nutrients are of the utmost importance. Potassium has several fundamental functions, such as the functioning of enzyme systems, which influences the crop's photosynthesis, and its deficiency leads to plants with slow growth, unstable roots and stems that are more likely to be attacked by diseases. In view of the importance of the bean crop in national production and consumption, and of potassium as an essential element to guarantee bean productivity, this work was carried out with the aim of assessing the influence of increasing doses of potassium applied pre-planting on the production components of the common bean. The experiment was conducted in the greenhouse of the Plant Tissue Sector of the Federal University of Lavras (UFLA), Lavras University Campus - MG. The design used was a randomized block design (DBC), made up of six replications and six treatments, corresponding to variations in potassium doses: 0; 0.19; 0.38; 0.77; 1.54 and 3.08 g/vessel of KCl. The crop was harvested at vegetative stage R8/R9 and the following were evaluated: stem diameter, height, dry matter mass of grains, root, aerial part, stem+leaves, pods, pods+grain, number of pods, number of grains per plant, pod length, number of grains per pod. The data was subjected to the F-test and, if significant, regression analysis. The different doses of KCl had a significant effect on the dry matter mass of the bean plant. As the doses increased, there was an increase in the dry matter masses evaluated, but this reached a limit, except for root dry matter mass. In relation to the dry matter mass of pods and grains+vines, there was a similar accumulation from the 0.77 g/vessel dose of KCl onwards, showing that there were no significant differences for the higher doses. The different doses of potassium did not interfere with most of the production components in the bean plant, with the exception of the number of grains per plant. However, there were significant increases in the growth components of the common bean, such as dry matter mass.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L.; production components; potassium chloride.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Homogeneização do solo para plantio.....	17
Figura 2 - Adubos utilizados no plantio.....	19
Figura 3 - Realização da adubação pré-plantio.....	19
Figura 4 - Emergência das plântulas (A) e vasos após capina manual (B) antes do desbaste.....	20
Figura 5 - Amostras em secagem em estufa.....	21
Figura 6 – Avaliações pós-colheita: separação dos grãos e vagem (A) e pesagem dos grãos (B).....	22
Figura 7 – Diâmetro de caule (A); e altura (B) do feijão carioca IAC1850, submetido a diferentes doses de potássio aplicadas no pré-plantio.....	25
Figura 8 - Plantas de feijoeiro-comum cultivar IAC1850 crescendo em vasos aos 15 DAE (A); 30 DAE; 45 DAE (C); e 60 DAE (D) submetidas a doses crescentes de potássio aplicadas no pré-plantio.....	26
Figura 9 - Massa da matéria seca raiz (A); Massa da matéria seca caule+folhas (B); Massa da matéria seca grãos+vagens (C); Massa da matéria seca de grãos (D); Massa da matéria seca vagens (E); e Massa da matéria seca parte aérea (F) do feijão carioca IAC1850, submetido a diferentes doses de adubação potássica aplicadas em pré-plantio.....	28
Figura 10 – Raízes de plantas de feijoeiro-comum submetidas a diferentes doses de adubação potássica aplicadas no pré-plantio.....	30
Figura 11 - Número de grãos por vagem (A); número de vagens (B); e número de grãos por planta (C); de plantas de feijoeiro-comum submetidos a diferentes doses de potássio.....	31



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físico-químicas do solo utilizado no experimento.....	18
Tabela 2 – Resumo da análise de variância para as variáveis Altura (Al) e Diâmetro (DC) em função de diferentes doses de potássio (Lavras-MG, 2024) .....	24
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para variáveis em função de diferentes doses de potássio (Lavras-MG, 2024).....	27

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>2.1 A cultura do feijão-comum</b> .....	12
<b>2.2 Mercado</b> .....	13
<b>2.3 Potássio</b> .....	15
<b>2.4 Adubação potássica no feijoeiro</b> .....	16
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	18
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de feijão, o que faz com esse produto tenha alta importância econômica e social no país, além de exercer grande valor sob o ponto de vista alimentar, como alternativa econômica de exploração agrícola em pequenas propriedades e como atividade de ocupação de mão de obra familiar nas diversas regiões rurais brasileiras (Araujo, 2011).

Apesar disso o cultivo do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) tem baixa produtividade na maioria das regiões do Brasil, sendo a média nacional de 1.160 kg/ha. Esse fato tem ocorrido devido ao baixo nível tecnológico utilizado, variações climáticas e esgotamento da fertilidade do solo sem a correta construção inicial ou reposição de nutrientes. Sendo assim, é necessário, para obtenção de elevadas produtividades, o uso de sistemas de produção que adotem práticas sustentáveis, manejando adequadamente a fertilidade do solo com acréscimo constante de fontes de matéria orgânica no solo (Pessoa et al., 1996).

Os nutrientes são de suma importância para a cultura do feijoeiro-comum, sendo o potássio um macronutriente que possui tem diversas funções, pois é capaz de acionar sistemas enzimáticos, que promovem papel importante no processo de fotossíntese. A deficiência do nutriente pode acarretar plantas com crescimento vagaroso, raízes instáveis, além de possuir caules mais frágeis a ataques de doenças, e afetar a na expansão celular e na qualidade e tamanho de frutos, características importantes para a comercialização de frutos in natura (Ernani et al., 2007). O feijão é uma leguminosa que possui um alto consumo de potássio, aproximadamente 50 kg de K<sub>2</sub>O por t/grãos, além de ser competente no aproveitamento deste nutriente, alcançado mais de 50% do total absorvido (Oliveira Junior et al., 2013).

Diante da escassez de trabalhos da literatura que evidenciam o consumo de K pelo feijoeiro-comum, especialmente pelas novas cultivares que estão sendo lançadas no mercado; e já sabendo da necessidade de uma adubação potássica adequada, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas e estratégias para a cultura, tornando o sistema cada vez mais produtivo e rentável, evitando a adubação em excesso e assim o “consumo de luxo pela cultura”. Assim, entendendo a importância da cultura do feijoeiro na produção e consumo nacional; e do potássio como elemento essencial para garantir a produtividade do feijoeiro, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a

influência de doses crescentes de potássio aplicadas no pré-plantio sobre os componentes de produção do feijoeiro.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do feijão-comum

São diversas as hipóteses que visam explicar a origem e domesticação do feijoeiro. Uma delas é que o feijão teria sido domesticado na Mesoamérica, há cerca de 7.000 a.C., sendo posteriormente disseminado pela América do Sul. Por outro lado, achados arqueológicos de feijões domesticados na América do Sul, mais especificamente no Peru há cerca de 10.000 a.C., são indícios de que o feijoeiro teria sido domesticado na América do Sul e então levado para a América do Norte (Moraes, 2022).

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) está presente na mesa da maioria dos brasileiros, sendo um alimento rico em proteínas, aproximadamente 22%, e com destaque para o tipo comercial carioca, que constitui preferência nacional. No Brasil, em mais de 70% das casas esse grão é consumido em cinco ou mais dias da semana, demonstrando a importância dessa cultura (Meléndez et al., 2012).

O feijão é um ingrediente indispensável na culinária brasileira e nordestina, além de ser uma fonte importante de energia, com baixo teor de gordura. É comumente encontrado na dieta das populações de baixa renda, especialmente em áreas rurais. Apesar de ser uma cultura principalmente familiar, sua rentabilidade é baixa em comparação com outras culturas, as classificações dos tipos de feijão e as dificuldades com a colheita são fatores que desestimulam maiores investimentos. O feijoeiro é uma planta rústica, resistente a estresses hídricos e tem um ciclo curto de produção, variando de 55 a 90 dias, dependendo da variedade (Coelho, 2018).

A cultura do feijão possui uma elevada adaptação as condições edafoclimática, o que facilita seu cultivo em diferentes épocas do ano, permitindo que o produto esteja sempre disponível no mercado. As três safras realizadas por ano são definidas, como: águas (outubro a dezembro); seca (janeiro a março); e inverno (maio a outubro) (CONAB, 2022). A safra das águas (1ª safra) é realizada, principalmente, nas regiões Sul e Sudeste e nos estados de Goiás e Bahia, e o plantio se estende de julho a outubro e a colheita de novembro a dezembro. A safra da seca (2ª safra) acontece nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste. O período de plantio inicia em janeiro e se estende até março e a colheita é feita de abril a final de julho. (Sinuelo, 2018). O feijão de terceira safra, também chamado de safra de inverno é cultivado entre os meses de abril e outubro.

Dentre as três safras, o feijão das águas é conhecido por envolver grandes riscos no manejo quando se trata de condições ideais para a proliferação de pragas e doenças que afetam a produtividade da lavoura, bem como há alto risco de ocorrência de chuva durante a colheita. (Pereira; Costa; Gouveia, 2022). Durante as outras safras os principais problema se dão principalmente pelos veranicos durante a safra da seca, e baixas temperaturas, o que pode causar abortamento dos botões florais e flores e maior incidência de mofo-branco durante a safra de inverno.

Segundo a CONAB (2024), o feijão deverá registrar um incremento de 9,7% na produção total na temporada 2023/2024, ultrapassando as 3,3 milhões de toneladas. Apenas na segunda safra da leguminosa, a estatal prevê uma alta de 26,3% no volume a ser colhido.

Nas três safras 2022/23, a área de cultivo foi de 2.699,5 mil ha, e teve uma produtividade média de 1.125 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2024). Não sendo uma commodity, o mercado do feijoeiro possui grandes variações de preço quando há quedas na disponibilidade dos grãos, reduzindo a oferta ou elevadas produções.

## **2.2 Mercado**

O atual mercado de feijão é muito dinâmico e volátil, as empresas não trabalham com estoque expressivos, pois o produto com melhor qualidade culinária é logo comercializado após a colheita, já que o grão não tolera longos períodos de armazenamento, podendo perder sua qualidade. Os preços ao produtor, de atacado e de varejo, representam os principais mercados no sentido vertical da cadeia produtiva. (Wander; Silva, 2023).

Os grãos de feijão são classificados em categorias que variam de acordo com limites máximos tolerados de defeitos para serem vendidos. Conforme o manual da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), há defeitos classificados como graves (mofado, germinado) e leves (amassado, quebrado). Sendo assim, o feijão tipo 1 é o que tem a menor proporção de defeitos graves e leves no grão; por sua vez, o tipo 3 é o que tem a maior proporção de avarias. Isso impacta diretamente o preço de comercialização desde o produtor ao varejo (Fontoura, 2024).

De acordo com Stecca (2021) o feijão carioca escurecido é associado popularmente a um feijão velho e de difícil cozimento. Porém, a ciência já mostrou que não necessariamente um grão escurecido perde suas propriedades nutricionais ou demora

a cozinhar, o que não impede o consumidor de escolher com base nas suas preferências um produto na prateleira. Outras características que afetam o preço do produto no mercado é seu tamanho.

O consumidor apresenta uma preferência regionalizada e diferenciada quanto ao tipo comercial de feijão a ser consumido, quanto à cor e ao tipo de grão. O feijão-comum é cultivado ao longo do ano, na maioria dos estados brasileiros, proporcionando constante oferta do produto no mercado e pode ser classificado comercialmente nos grupos carioca, preto, branco, jalo, rosinha, mulatinho, roxo e outros. É cultivado tanto em culturas de subsistência quanto em cultivos de alta tecnologia (Lima, 2019).

Além de *Phaseolus vulgaris* L., há também a espécie *Vigna unguiculata* L. (feijão-caupi), que constitui a principal cultura de subsistência no sertão do semiárido do Nordeste e em áreas isoladas da Amazônia, especialmente em regiões onde se instalaram emigrantes nordestinos. Constitui nestas regiões um alimento básico para a população, exercendo a função social de suprir as necessidades alimentares das camadas carentes, com propriedade nutricional relativamente superior ao feijão-comum (Cavalcante, 2001).

Para Coelho (2018), o mercado do feijão é muito influenciado pelo tipo de grão comercializado, fatores agronômicos e sazonalidade, com o preço dependendo basicamente do mercado interno, já que praticamente não existe exportação. O fato de a cultura possuir três safras facilita a mudança na intenção de plantio pelo produtor ao longo do ano, podendo influenciar preços.

No ano de 2024 o valor de feijão comum cores (60 kg), teve altas variações, caindo seu preço médio, saindo de valores próximos de R\$343,60 para valores de R\$ 283,44, representando quedas de mais de R\$50,00 por sacas (CONAB, 2024)

Segundo a Conab (2023), há uma tendência de redução de área de plantio de feijão-comum nos próximos anos, e com isso a projeção é de menor produção no próximo ciclo da cultura. Com essa alteração na oferta do grão possivelmente haverá flutuação nos preços do grão no mercado, por isso estudos que visam aumentar a produtividade das lavouras são de extrema importância, principalmente quando se trata do controle de pragas e doenças, e do manejo de adubação, já que assim as flutuações poderiam ser menos expressivas impactando menos os preços.

## 2.3 Potássio

O potássio (K) se posiciona como o sétimo elemento mais presente na crosta terrestre, representando 2,6% de sua composição total. A maioria do K do solo (98%) encontra-se na estrutura de minerais e só uma pequena fração está presente em formas mais prontamente disponíveis às plantas, seja ligado às cargas elétricas do solo (K trocável) ou na solução do solo (K solução). Apesar de os feldspatos serem o grupo mais prevalente de minerais na crosta terrestre e a maioria deles possuir altas concentrações de potássio, não são classificados como minerais de minério, ou seja, com potencial de utilização como fonte do elemento, devido à dificuldade de extração do potássio (Ataíde, 2024).

No decorrer do tempo geológico o intemperismo provoca a sua alteração química, gerando compostos de potássio solúveis que são transportados pelos rios para o mar ou depositados em bacias fechadas ou interiores (Nascimento; Stone; Oliveira, et al., 2001).

Por ser um nutriente altamente móvel no solo, possui uma característica que faz com que seja lixiviado com facilidade no perfil do solo, o que resulta em redução da oferta desse nutriente para a planta, muitas vezes em níveis insuficientes, condição essa que é favorecida em solos de textura arenosa (Werle et al., 2008).

A potassagem é utilizada para elevar os níveis do nutriente no solo, até um valor considerado adequado para obter 95% do rendimento máximo da cultura. Recomenda-se que os teores de K trocável no solo (resina), em  $\text{mmol}/\text{dm}^3$ , estejam acima de 3 e, preferencialmente, que sua participação na CTC potencial esteja na faixa de 3 a 5%. A aplicação, em uma única vez, de doses maiores que 100 kg/ha de  $\text{K}_2\text{O}$  em solos arenosos não é recomendada, pois altas quantidades de K podem ser perdidas por lixiviação. Essa correção geralmente é feita por meio da aplicação do fertilizante na área total em pré-plantio ou logo após o plantio da cultura (SGS, 2021).

Segundo a CIBRA (2022), em solos com alta disponibilidade de K, pode acontecer o consumo de luxo, ou seja, as plantas absorvem quantidades maiores do elemento do que suas exigências nutricionais, acumulando-as no vacúolo. Essa acumulação não é uma exclusividade do K: o fenômeno também pode ser observado para N e P. Embora o excesso de K no solo não gere sintomas de toxidez, pode gerar deficiência induzida de Ca e Mg. Por outro lado, em condições de pouca disponibilidade de K no solo, observamos sintomas de deficiência nas plantas. Inicialmente, o sintoma é a redução do desenvolvimento das plantas, ocasionando também clorose nas bordas das folhas mais



velhas avançando para o centro, podendo chegar a necrose. Os folíolos ficam com tamanho reduzindo, bem como a planta. Ocorre redução do número e tamanho de vagens.

Como o K é muito móvel nos tecidos vegetais, sintomas de deficiência são comumente notados em folhas mais velhas, devido à redistribuição deste nutriente para as partes novas. O sinal de deficiência nas folhas velhas é clorose seguida e necrose nas pontas e margens das folhas. Sintomas mais avançado também podem ser notados pela redução e/ou lentidão do crescimento da lavoura, além de um sistema radicular bem comprometido. O excesso de potássio nas plantas raramente manifesta sintoma típico, esse desequilíbrio nutricional, no entanto, afeta a absorção cálcio e magnésio, causando os sintomas de deficiência desses nutrientes (Duarte, 2019).

Em relação às funções do potássio nas plantas, ele atua regulando o fechamento dos estômatos, o que afeta a capacidade de absorver dióxido de carbono para a fotossíntese. Além disso, participa também da ativação enzimática e controle osmótico dos tecidos (Safras, 2023), sendo assim de grande importância para o cultivo das diversas culturas.

#### **2.4 Adubação potássica no feijoeiro**

O feijoeiro é uma cultura exigente no manejo nutricional. O nutriente absorvido em maior quantidade pela planta é o nitrogênio, que é, em partes, disponibilizado pela fixação biológica de nitrogênio (FBN), seguido do potássio (K), que é fornecido a planta através da aplicação de Cloreto de Potássio (KCl) no solo (Galeazzi, 2016).

Para Rosolem e Marubavashi (1994), o feijão pode ser considerado uma planta exigente em nutrientes, em função do pequeno e pouco profundo sistema radicular e do ciclo curto. Por isso, é fundamental que o nutriente seja colocado à disposição da planta em tempo e local adequados. O padrão de absorção de potássio é diferente, já que aparentemente, são dois os períodos de grande demanda: o primeiro período corresponde à diferenciação dos botões florais (R5), quando a cultura absorve, em média, 1,7 kg ha/dia de K, e o segundo, ao final do florescimento (R6) e início de formação das vagens (R7), quando o feijoeiro absorve, em média, de 2,2 a 3,3 kg ha/dia de K.

As doses de K sugeridas para o feijão nos boletins oficiais de adubação das principais regiões produtoras variam entre 30 kg/ha a 140 kg/ha de K<sub>2</sub>O, as quais são definidas em função do teor de K trocável no solo e da expectativa de produção da cultura.

Na região do Cerrado, quando se trabalha com média e alta tecnologia, a maioria das regiões produtoras de feijão apresenta teor de K no solo classificado como adequado ou alto ( $> 80 \text{ mg/dm}^3$ ), de acordo com Souza e Lobato (2004). Assim, a adubação da cultura com K deve ser feita para manter a fertilidade do solo e maximizar a produtividade das lavouras de feijão, visto a importância deste elemento durante todo o ciclo da cultura. (Carvalho; Silveira, 2023).

A exportação de nutrientes ocorre quando os grãos são colhidos e removidos da área de cultivo. Com a colheita, os elementos presentes nesses produtos são exportados para fora do sistema de produção agrícola, sendo as médias de nutrientes exportados pela cultura do feijoeiro-comum de 27, 4 e 13  $\text{kg t}^{-1}$  grãos de N, P e K, respectivamente (Carvalho; Silveira, 2023).

Dada a importância do elemento na cultura do feijoeiro, se vê a necessidade de entender a dinâmica e atuação deste macronutriente, para que as recomendações sejam as mais assertivas no intuito de aumentar a produtividade, evitando assim déficit ou excessos nas adubações.

### 3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Setor Agrotecnologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA)– MG, situada à latitude de 21°13'35"S, longitude 44°58'21"W e altitude de 900 m. O clima de Lavras, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso.

O solo utilizado no experimento foi coletado em barranco, na camada de 0-20 cm, e apresentou as seguintes características físico-químicas após analisado, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Características físico-químicas do solo utilizado no experimento

pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	T
água	%	mg/dm <sup>3</sup>			-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----			
6,47	0,75	6,46	73,06	1,34	0,36	3,24	0,02	5,13

Legenda: MO: Matéria orgânica; T: Capacidade de troca catiônica potencial em pH = 7,0  
P e K - Extrator Mehlich 1  
pH em água –Relação 1:2,5

Fonte: Do Autor (2023).

Para o cultivo do feijoeiro, o solo coletado foi homogeneizado, peneirado (Figura 1) e, posteriormente, colocado em vasos plásticos com capacidade de 3 dm<sup>3</sup> na proporção de 2 kg de solo e 1 kg de areia.

Figura 1 – Homogeneização do solo para plantio



Fonte: Do Autor (2023)

O delineamento utilizado foi blocos casualizados (DBC), composto por seis tratamentos, correspondente as variações das doses de potássio, sendo: 0; 0,19; 0,38; 0,77; 1,54 e 3,08 g/vaso KCl (Novais e Alvarez, 2002), tendo o fertilizante utilizado 60% de  $K_2O$  em sua composição. Todas as doses de potássio foram aplicadas e incorporadas por vaso, em pré-plantio, como mostrado nas figuras a seguir:

Figura 2 – Adubos utilizados no pré-plantio



Fonte: Do Autor (2023)

Figura 3 -Realização da adubação pré-plantio



Fonte: Do Autor (2023)

A cultivar de feijão utilizada foi IAC 1850 de ciclo médio de 90 dias e tipo de crescimento indeterminado (Tipo II). A cultivar tem tolerância às principais doenças que acometem a cultura, como a antracnose, causada pelo patógeno *Colletotrichum lindemuthianum* e também para a murcha de fusarium, causada pelo patógeno *Fusarium oxysporum*., além de possuir alto potencial produtivo, alcançando acima de 4.500 quilos/há. Sendo recomendada atualmente para cultivo nos estados de SP, PR, SC, RS, MS, MG e GO (GOMES, 2019).

A fim de manter a máxima similaridade com as condições de campo, no momento do plantio foi incorporado ao solo de cada vaso a adubação fosfatada e nitrogenada, com 30 g/vaso de Super Fosfato Simples e 1,33 g/vaso de ureia, os quais possuem, respectivamente, 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 46% de N em suas composições.

O plantio foi realizado de forma manual, no dia 03 de dezembro de 2023, sendo colocadas seis sementes por vaso, na profundidade de 3 cm. Com 4 dias todas as plântulas já haviam emergido (Figura 4A), e aos 10 dias após a semeadura, realizou-se o desbaste das plantas menos desenvolvidas (Figura 4B), deixando uma planta por vaso/repetição. Foi utilizado um sistema de irrigação já instalado na casa de vegetação, o qual ativa a aspersão quando a temperatura interna atinge 29 °C, sendo a umidade do solo mantida sempre próxima da capacidade de campo. Durante o experimento todas as plantas daninhas emergidas foram removidas manualmente. Após 40 dias de emergência, foi necessário fazer o tutoramento das plantas, já que estas estavam se entrelaçando e assim dificultando as avaliações.

Figura 4 - Emergência das plântulas (A) e vasos após capina manual (B) antes do desbaste.

A



B



Fonte: Do Autor (2023)

Após 30 dias da sementeira foi realizada uma adubação foliar com N na forma de Catalise, Zi na forma de Maxi Zinc, Mn na forma de Concentrat, Mo e Co na forma de Big Red, nas respectivas dosagens 0,3 L/ha, 5 L/ha, 0,3 L/ha e 0,05 L/ha.

Foram realizadas avaliações a cada 15 dias após a emergência das plantas, analisando o diâmetro de caule (DC), altura de planta (Al) e estágio vegetativo que estas se encontravam. O experimento foi conduzido até o estágio vegetativo R8/R9, que ocorreu próximo aos 68 dias após o plantio.

Posteriormente a parte aérea das plantas foram cortadas rente ao solo; contou-se o número de vagens e grãos de cada planta e o sistema radicular foi lavado para a retirada do excesso de solo da raiz. Imediatamente foram armazenados em sacos de papel identificados e transportados ao Laboratório do Setor de Grandes Culturas para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir peso constante (Figura 5).

Figura 5 – Amostras em secagem em estufa



Fonte: Do Autor (2024)

Em todos os níveis de adubação potássica foram realizadas as seguintes avaliações pós-colheita, como demonstrado na Figura 6.

a) Massa da matéria seca (MMS): as plantas foram colocadas em sacos de papel e levadas a estufa de circulação de ar forçada a 60 °C por 72 h, em seguida foi aferida a massa da matéria seca da parte aérea pelo somatório da MMS de caule+folhas, vagens e grãos,

MMS do sistema radicular, a partir de uma balança de precisão (0,01g), e os resultados expressos em g por planta.

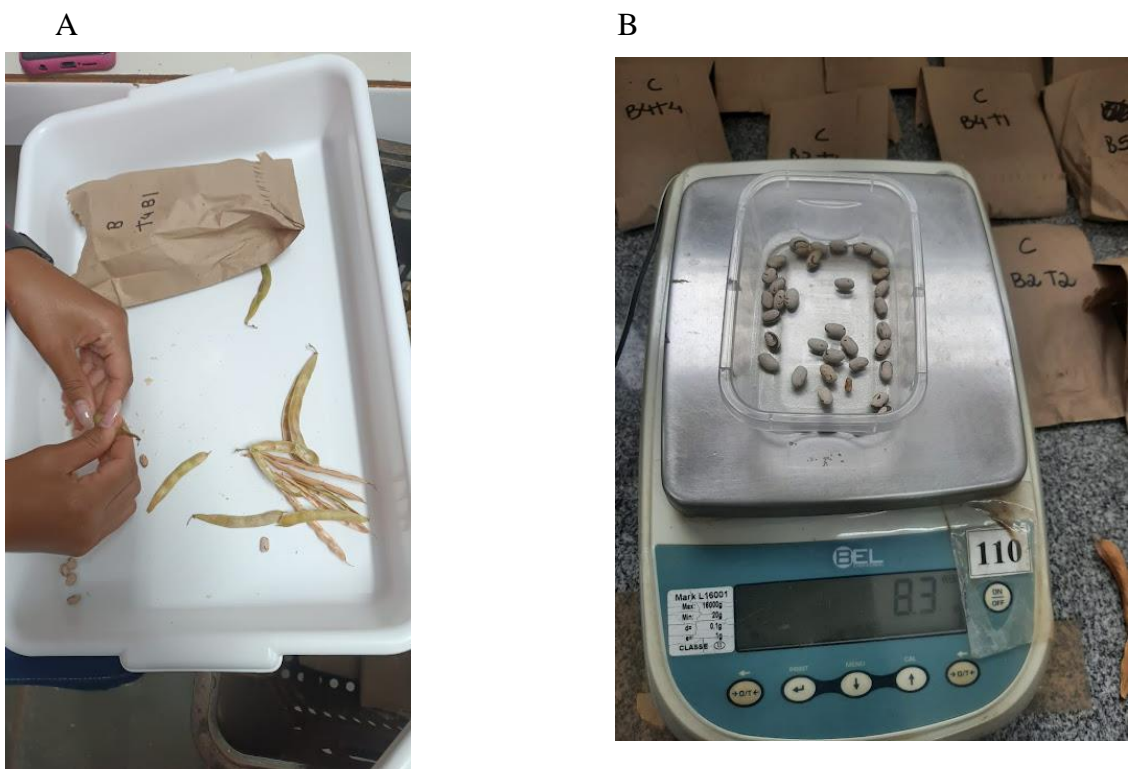
b) Número de vagens (NV): foi feito através da contagem manual das vagens que estavam viáveis por planta.

c) Comprimento vagem (CV): feita através da medição da vagem iniciando do pedúnculo até o ápice da mesma.

d) Número de grãos por vagens (NGV): foi feito através da contagem manual das vagens que possuíam grãos viáveis por planta.

e) Número de grãos por planta (NTGP): foi feito através do somatório da contagem manual dos grãos produzidos por planta.

Figura 6 – Avaliações pós-colheita: separação dos grãos e vagem (A) e pesagem dos grãos (B)



Fonte: Do Autor (2024)

Após realizada todas as avaliações de massa de matéria seca, os dados obtidos foram transcritos para tabelas, dessa forma foi possível analisá-los e alterar todos aqueles que eram inconsistentes com os demais.

Os dados, após confirmação do atendimento aos pressupostos de normalidade e homoscedasticidade, foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste F ( $p < 0,05$ ), pelo software SpeedStat (Carvalho et al., 2020). Posteriormente, ajustaram-se as equações de regressão por meio do pacote estatístico Sigmaplot 12.0 (2011). Os modelos de regressão foram escolhidos considerando-se a significância dos coeficientes da regressão, coeficiente de determinação e resposta ao fenômeno biológico.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um resumo da análise de variância (ANOVA) dos dados obtidos para altura e diâmetro conforme diferentes níveis de adubação potássica são apresentados na Tabela 2. Todas as variáveis de diâmetro foram influenciadas pelos efeitos dos tratamentos. As avaliações de altura aos 15 e 30 dias após a emergência das plântulas foram não significativas.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para as variáveis Altura (Al) e Diâmetro (DC) em função de diferentes doses de potássio (Lavras-MG, 2024).

		F - calculado						
		----- Altura -----			----- Diâmetro -----			
FV	GL	15 DAE	30 DAE	45 DAE	15 DAE	30 DAE	45 DAE	60 DAE
Potássio	5	1,44 <sup>Ns</sup>	2,13 <sup>Ns</sup>	2,62*	20,09**	6,46**	16,23**	12,47**
Resíduo	25							
p-valor		0,246	0,095	0,049	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Média		20,39	88,33	94,28	3,43	4	4,44	4,85
C.V.(%)		11,71	18,05	22,24	2,34	6,45	4,94	4,62

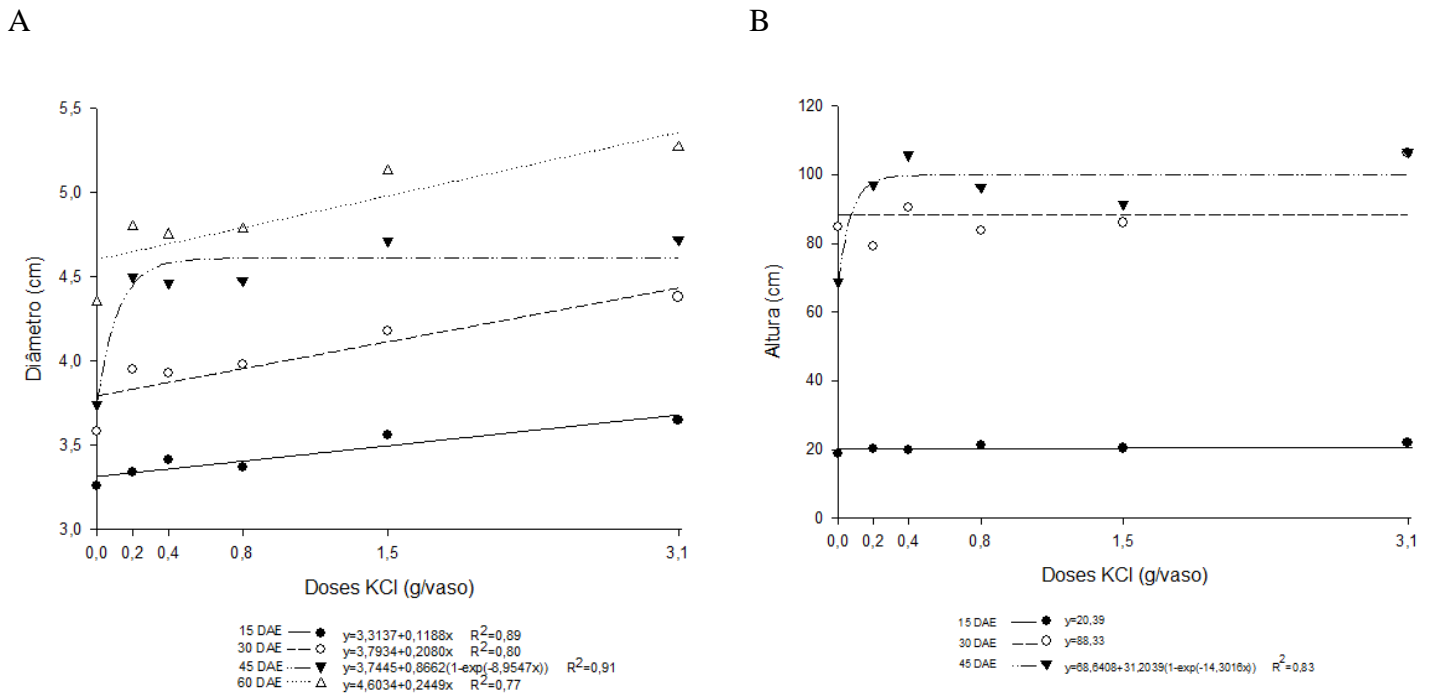
ns, \*, \*\* = não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade; FV = fonte de variação; C.V. (%) = coeficiente de variação; GL = grau de liberdade; 15DAE = 15 dias após a emergência; 30DAE = 30 dias após a emergência; 45DAE = 45 dias após a emergência; 60DAE = 60 dias após a emergência.

O tratamento sem adição de Cloreto de Potássio (testemunha), resultou em menores diâmetros do caule (Figura 7A). O aumento das doses de KCl gerou aumentos lineares nos diâmetros de caule das plantas aos 15, 30 e 60 DAE. Aos 60 DAE o diâmetro do tratamento com maior dose (3,08 g/vaso) em relação à testemunha teve 21,15% de acréscimo.

Para Carneiro (1995), é fundamental que o diâmetro do caule tenha maiores dimensões, pois as plantas de feijoeiro que possuem maiores diâmetros consequentemente conseguem ter um melhor equilíbrio no crescimento da parte aérea, o que pode acarretar em melhor desenvolvimento da cultura.

Já nas avaliações de altura aos 45 DAE viu-se um aumento exponencial de acordo com o incremento da dose de KCl. Ademais, não houve estatisticamente diferenças nas avaliações de 15 e 30 DAE (Figura 7B). Os valores da variável altura aos 60 DAE não foram apresentados pois, em função de quebra da guia de algumas plantas durante a avaliação anterior, estas tiveram a estatura reduzida.

Figura 7 – Diâmetro de caule (A); e altura (B) do feijão carioca IAC1850, submetido a diferentes doses de potássio aplicadas no pré-plantio.

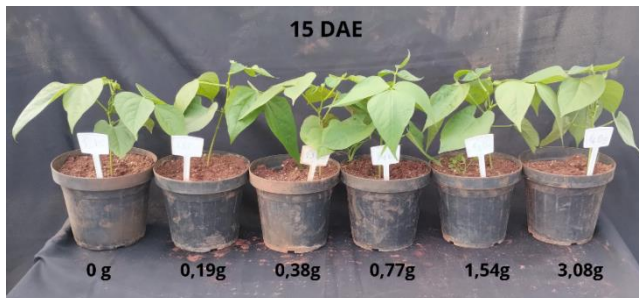


Fonte: Do Autor (2024)

Notou-se para a variável altura que não existiu variação visível entre os tratamentos, nas avaliações que foram realizadas aos 15 e 30 DAE das plantas (Figura 8A e 8B). Nas avaliações realizadas aos 45 e 60 DAE, já foi visível as diferenças entre os tratamentos com doses de KCl e o tratamento 1 (testemunha), sendo este visivelmente menor (Figura 8C e 8D).

Figura 8 – Plantas de feijoeiro-comum cultivar IAC1850 crescendo em vasos aos 15 DAE (A); 30 DAE (B); 45 DAE (C); e 60 DAE (D) submetidas a doses crescentes de potássio aplicadas no pré-plantio.

A



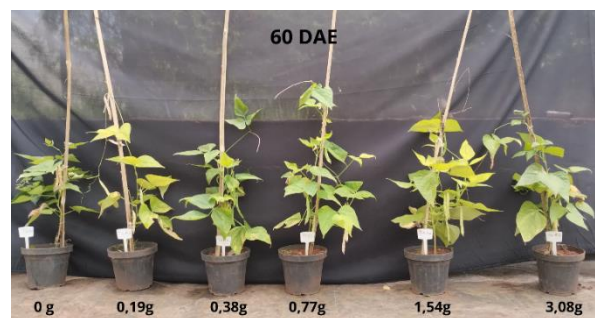
B



C



D



Fonte: Do Autor (2023)

Os resultados da análise de variância (ANOVA) para massa da matéria seca de raiz (MSR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA), massa da matéria seca de caule+folhas (MSCF), massa da matéria seca de vagens (MSV), massa da matéria seca de grãos (MSG), massa da matéria seca de vagens+grãos (MSVG), comprimento vagem (CV), número de grãos por vagens (NGV), número de vagens (NV), número total de grãos/planta (NTGP) de plantas de feijoeiro-comum submetidas a doses crescentes de adubação potássica são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para variáveis em função de diferentes doses de potássio (Lavras-MG, 2024).

		F - calculado									
FV	GL	MSR	MSPA	MSCF	MSV	MSG	MSVG	CV	NGV	NV	NTGP
Potássio	5	11,33**	10,47**	5,73**	6,2**	7,47**	8,77**	1,58 <sup>Ns</sup>	0,36 <sup>Ns</sup>	1,89 <sup>Ns</sup>	4,52**
Resíduo	25										
p-valor		< 0,001	< 0,001	0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,203	0,87	0,131	0,005
Média		4,24	14,11	5,09	1,52	8,4	9,68	90,5	4,56	7,36	33,67
C.V.(%)		28,42	16,18	19,56	23,3	15,69	15,66	7,42	12,24	19,97	17,56

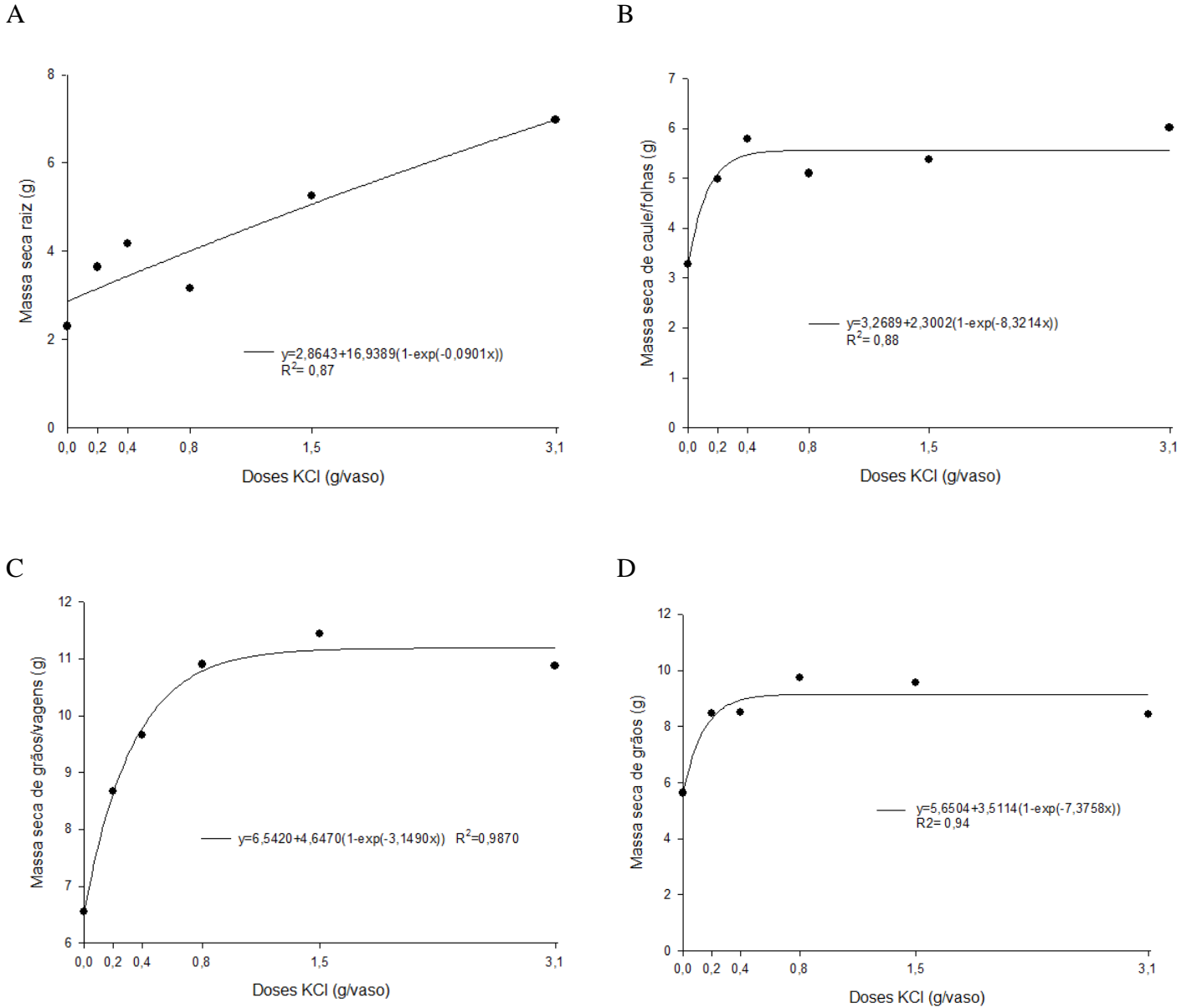
<sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; C.V. (%) = coeficiente de variação; GL = graus de liberdade; MSR = massa da matéria seca raiz; MSPA = massa da matéria seca parte aérea; MSCF = massa da matéria seca caule+folhas; MSV = massa da matéria seca vagens; MSG = massa da matéria seca de grãos; MSVG = massa seca vagens+grãos; CV = comprimento vagem; NGV = número de grãos por vagens; NV = número de vagens; NTGP = número total de grãos+planta.

As diferentes doses de KCl ocasionaram um efeito significativo nas avaliações de massa da matéria seca do feijoeiro. Verificou-se que de acordo com os aumentos das doses há um aumento das massas secas avaliadas, mas este chega até um limite, exceto para MSR (Figura A), no qual com o incremento da dose do nutriente, provocou uma resposta exponencial crescente das raízes da cultura. Para a massa da matéria seca de raiz o tratamento com dose de 0,77g/vaso e 3,08g/vaso tiveram acréscimo de 37,39% e 202,61%, respectivamente, em relação à testemunha.

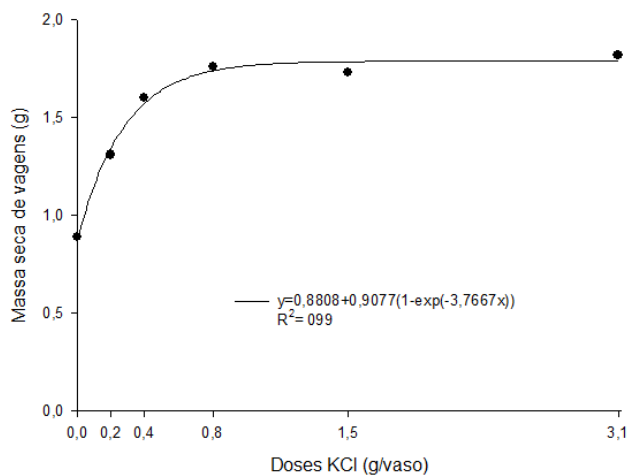
Em relação a massa da matéria seca do caule+folhas (Figura 9B), que são componentes da parte aérea juntamente com vagens, grãos e grãos+vagens (Figura 9E, 9D e 9C, respectivamente), e que são componentes da parte reprodutiva, verificou-se acúmulo semelhante a partir da dose 0,77 g/vaso de KCl, mostrando que não houve diferenças significativas para as doses superiores. A dose de 0,77 g/vaso de KCl constituiu, portanto, a dose ótima para resposta destas variáveis, com acréscimos de 55,49%, 97,75%, 73,00% e 66,41%, respectivamente, em comparações com a dose da testemunha.

Na figura 9F, observou-se também que a partir da dose de 1,54 g/vaso de KCl, há um decréscimo no acúmulo de massa da matéria seca, indicando que doses mais altas podem causar efeito contrário daquele esperado, diminuindo o acúmulo de biomassa da parte aérea e nos grãos, já que segundo ATOMICAGRO (2020) um dos problemas com a fonte potássica mais usada na adubação, o Cloreto de Potássio (KCl) é o seu excesso de cloro, o qual se absorvido em excesso pelas plantas pode causar um processo de necrose nos tecidos vegetais, incluindo as folhas.

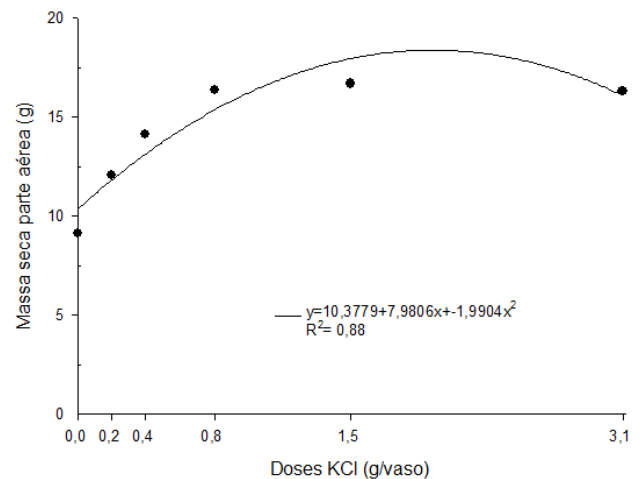
Figura 9 – Massa da matéria seca raiz (A); Massa da matéria seca caule+folhas (B); Massa da matéria seca grãos+vagens (C); Massa da matéria seca de grãos (D); Massa da matéria seca vagens (E); e Massa da matéria seca parte aérea (F) do feijão carioca IAC1850, submetido a diferentes doses de adubação potássica aplicadas em pré-plantio.



E



F



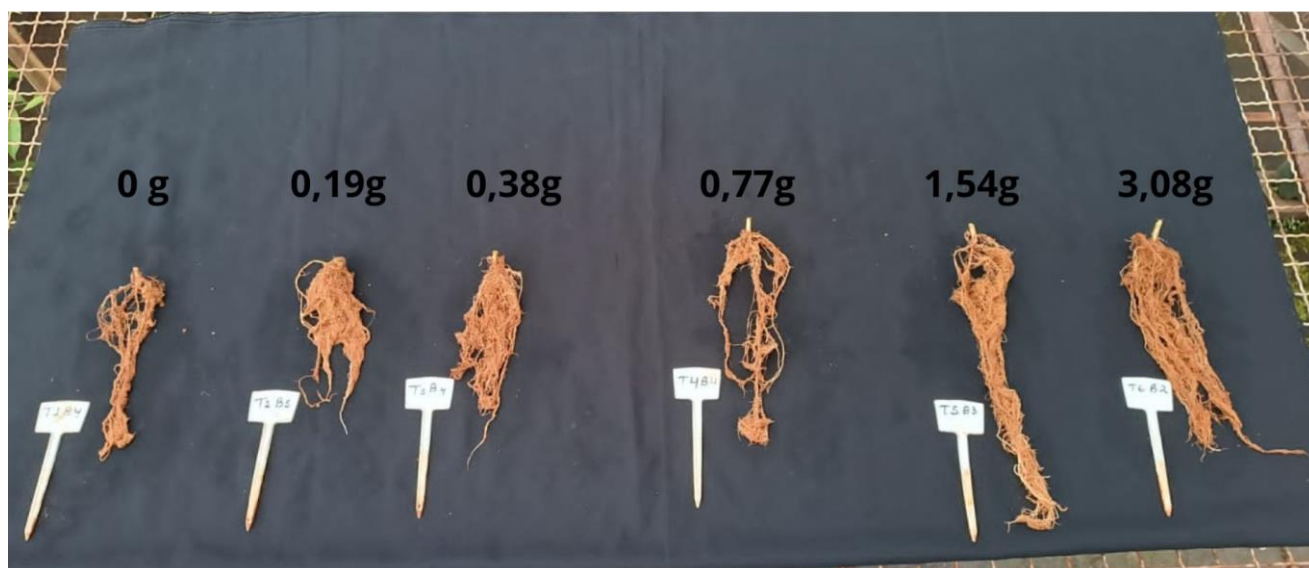
Fonte: Do Autor (2024)

Observou-se comportamento exponencial para a influência das doses crescentes de Cloreto de potássio sobre a massa da matéria seca de raiz (Figura 9A), indicando que mesmo doses mais elevadas possuem uma influência positiva na mesma, aumentando visualmente seu volume e peso (Figura 10).

Segundo Santos et al. (2020), o potássio é responsável pelo incremento no crescimento das raízes, aumento de resistência às adversidades, e ainda promove a absorção de nitrogênio e síntese de proteínas, favorecendo o processo de formação de nódulos em leguminosas.

Em diversas culturas nota-se que existe relação entre aumentos das doses de potássio e o aumento radicular, como é descrito por Mattos e Monteiro (1998), que observou que o incremento nas doses de potássio na solução nutritiva provocou um aumento no rendimento de matéria seca da parte aérea da planta e das raízes da forrageira *Brachiaria brizantha*. Já em trabalhos realizados por Junior e Monteiro (2003) houve diferenças significativas no comprimento radicular e a superfície radicular específica influenciados tanto pelo suprimento de N como de K, no capim-Mombaça.

Figura 10 – Raízes de plantas de feijoeiro-comum submetidas a diferentes doses de adubação potássica aplicadas no pré-plantio.



Fonte: Do Autor (2024)

De acordo com os dados apresentados, os componentes de rendimento número de grãos por vagens (NGV) e número de vagens (NV), bem como o comprimento de vagem (CV) não se diferiram entre os níveis de potássio a 5% de probabilidade, com médias respectivas de 90,5; 4,56 e 7,36 g/planta (Tabela 3).

Após a verificação de respostas não significativas para estas variáveis analisadas, algumas hipóteses foram levantadas:

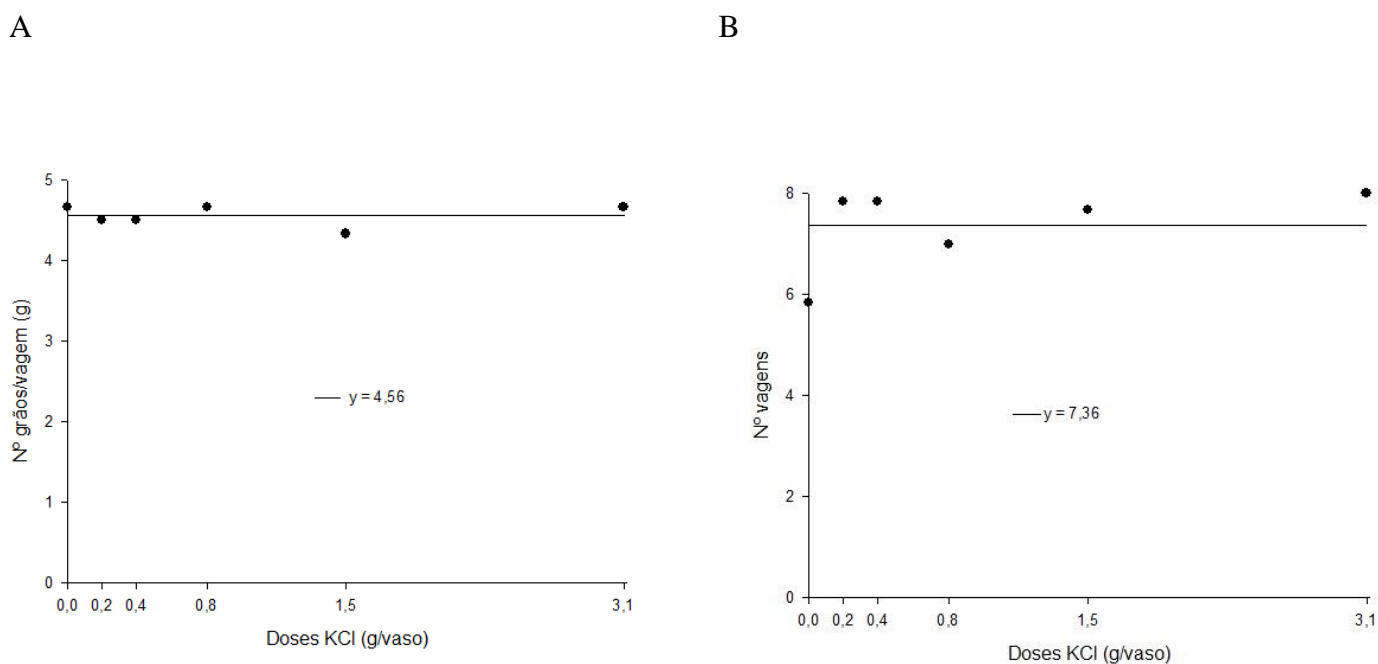
- i) a adubação fosfatada e nitrogenada realizada nos parâmetros recomendados para a cultura no plantio, no intuito de zelar pela melhor representação da condição de campo, pode ter influenciado a solução do solo, e conseqüentemente, a absorção e necessidade de K pelas plantas. O potássio está presente na solução do solo na forma de  $K^+$ , cuja absorção pode ser afetada pelas concentrações de cálcio ( $Ca^{2+}$ ), devido à inibição competitiva, pois estes elementos disputam pelo mesmo sítio de ligação na planta.
- ii) as parcelas experimentais (vasos de 3 L) podem ter limitado o crescimento radicular e conseqüentemente a absorção de  $K^+$  pelas plantas;
- iii) o solo já apresentava uma quantidade adequada do nutriente ( $73,06 \text{ mg dm}^{-3}$  de K) e, possivelmente, o teor presente no solo já teria sido suficiente para atender a demanda inicial das plantas.

Visto todas as hipóteses acima, torna-se necessário novos trabalhos de campo a fim de não limitar o volume de solo explorado e permitir maior diluição dos nutrientes, evitando possíveis competições.

Os valores médios de número de grãos por planta, número de vagens, relação de grãos por vagem, são demonstrados na Figura 11. Os resultados de número de grãos por planta (Figura 11C) mostraram que doses mais elevadas influenciaram diretamente sobre o aumento linear do número de grãos, isso é descrito de acordo com Agr Jr. (2024), que o potássio possui efeito sobre o aumento do diâmetro da haste, que pode possibilitar maior disponibilidade de soluto das raízes para as vagens em fase de crescimento.

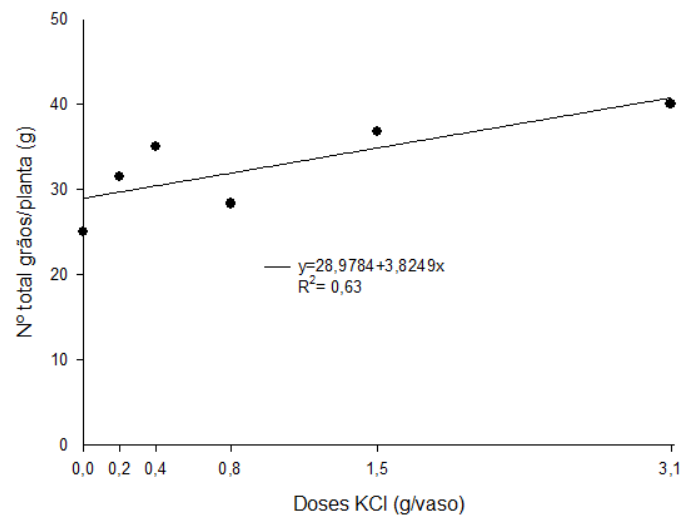
Contudo, independente da dose de cloreto de potássio utilizada, a média de número de grãos por vagem (4,56) permaneceu a mesma. Observou-se ainda que o número de vagens por planta (7,36) foi estatisticamente semelhante em relação as doses de KCl utilizadas. No número de vagens, pode-se notar que existiu uma variação de 5 a 8 vagens, o que explica a crescente linear no número de grãos por planta de acordo com o aumento das doses, e o tratamento que possui menores valores é a testemunha, apesar de não haver significância.

Figura 11 – Número de grãos por vagem (A); número de vagens (B); e número de grãos por planta (C); de plantas de feijoeiro-comum submetidos a diferentes doses de potássio.





C



Fonte: Do Autor (2024)

## **5 CONCLUSÕES**

As diferentes doses de potássio não exerceram interferência expressiva na maioria dos componentes de produção no feijoeiro, com exceção do número de grãos por planta. Contudo, houve incrementos significativos nos componentes de crescimento vegetativo do feijoeiro-comum, como nas raízes, caule, folhas, vagens e grãos, constituindo assim a dose 0,77 g/vaso de KCl com os melhores resultados obtidos.

Avaliações a campo tornam-se necessárias a fim de evitar limitações de volume de solo explorado, e assim determinar a melhor dose de eficiência econômica e produtiva de cloreto de potássio para a cultura do feijoeiro-comum.

## REFERÊNCIAS

AGR JR. CONSULTORIA AGRONÔMICA - Empresa Júnior do Curso de Agronomia da UFSM Campus Frederico Westphalen. Nutrientes fundamentais para o enchimento de grãos: o equilíbrio entre os nutrientes é fundamental para atingir altas produtividades na soja. 3tentos, 2024. Disponível em: <https://www.3tentos.com.br/triblog/post/169>. Acesso em: 05 ago. 2024.

ARAÚJO, Luiz Gonzaga. Importância do feijão para o Brasil. Portal Mercado Aberto, 2011. Disponível em: <https://portalmercadoaberto.com.br/blogs-categoria-det?post=3399>. Acesso em: 07 abr. 2024.

ATAÍDE, Alan. Origem do Potássio: descubra a fascinante jornada desse elemento essencial para a agricultura. Nutrição de Safras, 2024. Disponível em: <https://nutricaodesafras.com.br/origem-do-potassio>. Acesso em: 14 abr. 2024.

ATOMICAGRO - Atomic Agro. Como o excesso de cloro pode prejudicar as culturas de grãos! Atomic Agro, 2020. Disponível em: <https://atomicagro.com.br/como-o-excesso-de-cloro-pode-prejudicar-as-culturas-de-graos/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

Carneiro, José Geraldo de A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, Campos: UENF, 1995. 451 p.

CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q.; MENDES, F.Q.; TAVARES, L.F. SPEED Stat: Spreadsheet Program para Estatística Experimental e Descritiva. Versão 3.4. 2018.

CARVALHO, Maria da Conceição Santana de; SILVEIRA, Pedro Marques da. Cultivo do feijão: Adubação. Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/adubacao>. Acesso em: 03 abr. 2024.

CAVALCANTE, Emanuel. Embrapa indica Caupi para a Região Norte. Embrapa, 2001. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/embrapa-indica-caupi-para-a-regiao-norte\\_383461.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/embrapa-indica-caupi-para-a-regiao-norte_383461.html). Acesso em: 14 abr. 2024.

CIBRA, Cibrafertil – Companhia Brasileira de Fertilizantes. Como funciona a dinâmica do potássio no solo. Cibra, 2022. Disponível em: <https://www.cibra.com/noticias-agricolas/artigos-tecnicos/como-funciona-a-dinamica-do-potassio-no-solo/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

COELHO, Jackson Dantas. Produção de grãos - feijão, milho e soja. Caderno Setorial ETENE, ano 3, nº 51, novembro/2018. Disponível em: [https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1038/1/2018\\_CDS\\_51.pdf](https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1038/1/2018_CDS_51.pdf). Acesso em: 05/03/2024.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Mercado Nacional de Feijão, Boletim da Safra de Grãos. 10º levantamento, Safra 2023/2024. <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-degraos>> Acessado em: 07, abril. 2024.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Nova estimativa para a produção de grãos na safra 2023/2024 está em 297,54 milhões de toneladas. <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5579-nova-estimativa-para-a-producao-de>

graos-na-safra-2023-2024-esta-em-297-54-milhoes-de-toneladas> Acessado em: 19, julho. 2024.

DUARTE, Giuliana Rayane Barbosa. Potássio nas plantas: tudo que você precisa saber para fazer melhor uso dele: Potássio nas plantas: Como identificar sinais de deficiência e acertar na aplicação do mineral para melhorar a produtividade da lavoura! Agro, 2019. Disponível em: <https://abrir.link/vaJwM>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: UFV, 2007. 1017 p.

FONTOURA, Samantha. Agro Riqueza dos Campos Gerais. Feijão tipo 1, 2 ou 3: entenda a diferença e identifique a qualidade do grão na hora da compra, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/campos-gerais-sul/agro-riqueza-campos-gerais/noticia/2024/01/15/feijao-tipo-12-ou-3-entenda-a-diferenca-e-identifique-a-qualidade-do-grao-na-hora-da-compra.ghtml>. Acesso em: 14 abr. 2024.

GALEAZZI, Marco Antônio Marchesi. Cultivo do feijoeiro submetido a diferentes doses de adubação potássica em latossolo vermelho; Dissertação. Erechim, RS. UFFS, 2016.

GOMES, Carla. IAC lança a 50ª cultivar do feijão Carioca. Notícias IAC, 2019. Disponível em: <https://www.iac.sp.gov.br/noticiasdetalhes.php?tag=1281#:~:text=A%20IAC%201850%20tem%20alto,de%20S%C3%A3o%20Paulo%20e%20outros..> Acesso em: 20 ago. 2024.

JUNIOR, José Lavres; MONTEIRO, Francisco Antônio. Perfilamento, área foliar e sistema radicular do capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. R. Bras. Zootec. 32 (5) • out 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000500006>. Acesso em: 03 ago. 2024.

LIMA, Waleska Maria Fernandes. Viabilidade agroeconômica da produção de feijões especiais em Goiás. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2019. 145 p.

MATTOS, W.t. De Mattos; MONTEIRO, F.a. Respostas de braquiária brizantha a doses de potássio. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.) 55 (3) • 1998. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161998000300011>.

MELÉNDEZ, G. V. et al. Tendências da frequência do consumo de feijão por meio de inquérito telefônico nas capitais brasileiras, 2006 a 2009. **Ciência e Saúde Coletiva**, v.17, n.12, p. 3363- 3370, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012001200021>

MORAES, Michelly. Origem do feijão: entenda sua importância!. **AgroPós**, 2022. Disponível em: <https://agropos.com.br/origem-do-feijao/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

NASCIMENTO, J. L. do; STONE, L. F.; OLIVEIRA, L. F. C. de. DEMANDA TOTAL DE ÁGUA DO FEJJOEIRO NOS SISTEMAS DE PLANTIO CONVENCIONAL E

DIRETO. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 159–161, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/2485>. Acesso em: 8 ago. 2024.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. Um sistema simples de interpretação de análise de solo e recomendação de corretivos e fertilizantes. Anais FertBio. Santa Maria-RS, 2002. Disponível em: <https://docplayer.com.br/8337114-Um-sistema-simples-de-interpretacao-de-analise-desolo-e-recomendacao-de-corretivos-e-fertilizantes-1-roberto-ferreira-denovais.html>

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.de.; OLIVEIRA, F.A.de.; JORDÃO, L.T. Adubação potássica da soja: cuidados no balanço de nutrientes. (Informações Agrônomicas n.143). Piracicaba, SP: IPNI, 2013. 10p.

PEREIRA, Gabrielly Machado; COSTA, Maria Gabriela Mendes Da; GOUVEIA, Aline Mendes De Sousa. Feijão das águas. Biotecnologia em prol de uma safra mais produtiva, 2022. Disponível em: <https://revistacampeonegocios.com.br/feijao-das-aguas/#:~:text=Entretanto%2C%20em%202021%2C%20em%20função,chamado%20%27feijão%20das%20águas%27>. Acesso em: 14 abr. 2024.

PESSOA, A.C.S.; KELLING, C.R.S.; POZZEBON, E.J.; KONIG, O. Concentração e acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo feijoeiro cultivado sob diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, v.16, n.1, p.69-74, 1996.

ROSOLEM, Ciro A.; MARUBAYASHI, Osvaldo M. Seja o doutor do seu feijoeiro. ARQUIVO DO AGRÔNOMO - Nº 7, 1994. Disponível em: [https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3143/\\$File/Seja%20Feijoeiro.pdf](https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3143/$File/Seja%20Feijoeiro.pdf). Acesso em: 04 abr. 2024.

SAFRAS, Nutrição De Origem do Potássio: descubra a fascinante jornada desse elemento essencial para a agricultura. Nutrição de Safras, 2023. Disponível em: <https://nutricaodesafras.com.br/origem-do-potassio>. Acesso em: 14 abr. 2024.

SANTOS, Aline Tramontini dos; et al. Manejo do potássio na linha de plantio. Ilsabrazil, 2020. Disponível em: <https://ilsabrazil.com.br/manejo-do-potassio-na-linha-de-plantio/#:~:text=A%20import%C3%A2ncia%20do%20pot%C3%A1ssio,forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20n%C3%B3dulos%20em%20leguminosas>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SGS. Correção do Solo: Como fazer a distribuição de corretivos e fertilizantes. **SGS do Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.sgs.com/pt-br/noticias/2021/02/correcao-do-solo>. Acesso em: 15 maio 2024.

SINUELO, Sinuelo Agrícola. Feijão: épocas de cultivo e controle de plantas daninhas. <<https://sinueloagricola.com.br/noticias/feijao-epocas-de-cultivo-e-controle-de-plantas-daninhas/#:~:text=Sua%20produção%20é%20bem%20distribuída,safra%20ou%20safra%20de%20inverno.>> Acesso em: 14, abril. 2024

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 2. ed. 416 p. Livros. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/555355>. Acesso em: 05 dez. 2023.

STECCA, Kharen. Estudo avalia características e aproveitamento do feijão. **Jornal UFG**, 2021. Disponível em: <https://jornal.ufg.br/n/143108-estudo-avalia-caracteristicas-e-aproveitamento-do-feijao>. Acesso em: 21 maio 2024.

WANDER, Alcido Elenor; SILVA, Osmira Fátima. Cultivo do feijão: Mercado. Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pos-producao/mercado>. Acesso em: 02 abr. 2024.

WERLE, Rodrigo et al. Lixiviação de Potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 32, p. 2297-2305, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000600009>