

FEIJÃO PRETO IPR URUTAU: EFEITO DE PRODUTOS A BASE DE URÉIA E CLORETO DE POTÁSSIO NOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE

BLACK BEAN IPR URUTAU: EFFECT OF PRODUCTS BASED ON UREA AND POTASSIUM CHLORIDE ON YIELD AND PRODUCTIVITY COMPONENTS

Alex Zanetti dos Santos¹, Igor Augusto Kuller², Mateus Mayer³, Tereza Cristina de Carvalho⁴

Resumo: O feijão é uma cultura bem difundida, usada como carro chefe na mesa dos brasileiros, rotação de culturas e possui expressivo cultivo. Contudo no experimento realizado, a cultura foi conduzida com diferentes doses de úrea e cloreto de potássio. Desse modo o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de produtos à base de uréia e cloreto de potássio, nos componentes de rendimento e na produção do feijão da cultivar IPR Urutau. O experimento foi conduzido na safra de 2022, no período compreendido entre 01/03 a 23/07. O experimento foi instalado de acordo com delineamento de blocos casualizados, sendo constituído por quatro tratamentos, que são produtos com variações de uréia (NH²) e cloreto de potássio (KCL) a saber: 0-P-0, 50-P-42, 100-P-84 e 200-P-168, Kg ha⁻¹ de NH²-P e KCL, respectivamente, com quatro repetições. No campo foram distribuídas 16 parcelas experimentais, sendo que cada uma foi constituída por 9 m² cada. A semeadura do feijão foi realizada com espaçamento de 50 cm entre linhas, com 12 plantas por metro linear. As variáveis analisadas foram número médio de grãos por vagem, comprimento médio de vagens por planta, grau de umidade dos grãos, massa média de grãos por planta e produtividade. Pela análise dos resultados obtidos verificou-se que as distintas formulações a base de NH² e KCL, não causaram alterações no número médio de grãos por vagem, comprimento médio de grãos por vagem, comprimento médio de grãos por planta e produtividade da cultura.

Palavras-Chave: *Phaseolus vulgaris*. Adubação. Fertilidade. Produção.

Abstract: Beans are a widespread crop, used as a flagship at the Brazilian table, crop rotation and have significant cultivation. However, in the experiment carried out, the culture was conducted with different doses of urea and potassium chloride. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of products based on urea and potassium chloride, on yield components and production of bean cultivar IPR Urutau. The experiment was conducted in the 2022 harvest, in the period between 03/01 to 07/23. The experiment was installed according to a randomized block design, consisting of four treatments, which are products with variations in urea (NH²) and potassium chloride (KCL), namely: 0-P-0, 50-P-42, 100-P-84 and 200-P-168, Kg ha⁻¹ of NH²-P and KCL, respectively, with four replications. In the field, 16 experimental plots were distributed, each consisting of 9 m² each. Bean sowing was carried out with 50 cm spacing between rows, with 12 plants per linear meter. The analyzed variables were average number of grains per pod, average length of pods per plant, degree of grain moisture, average weight of grains per plant and productivity. By analyzing the results obtained, it was verified that the different formulations based on NH² and KCL did not cause changes in the average number of grains per pod, average length of grains per pod, average length of grains per plant and crop productivity.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Fertilization. Fertility. Production.

1 Tec. Agrop., Graduando de Agronomia. Palmeira, PR - Brasil, E-mail: santoszanettialex@gmail.com

2 Tec. Agrop., Graduando de Agronomia. Fernandes Pinheiro, PR – Brasil, E-mail: igorkuller@hotmail.com

3 Tec. Agrop., Graduando de Agronomia. Palmeira, PR - Brasil, E-mail: mateusmayer29@hotmail.com

4 Eng.Agr., Professora Pós-Doutora da Faculdades Integradas do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa, PR - Brasil, E-mail: tereza.cristina@cescage.edu.br

INTRODUÇÃO

O feijão é um alimento de extrema relevância, sendo um coadjuvante no aporte calórico para populações de baixa renda, e um dos principais alimentos de fonte proteica, de carboidratos complexos, vitaminas, fibras e minerais (BRANCALIONE *et al.*, 2021). De acordo com a (CONAB, 2022) a produção brasileira de feijão-preto deverá superar pela primeira vez o consumo interno.

A produção nacional destaca-se em todo o território nacional, exceto na região nordeste, denotando desta maneira, a adaptabilidade da cultura, pois é possível o seu cultivo durante todo o ano (CONAB, 2022). Enquanto a demanda pelo produto gira em torno de 520 mil toneladas, a colheita na safra 2021/22 está estimada em 613,7 mil toneladas, uma diferença de aproximadamente 94 mil toneladas (CONAB, 2022). De acordo com o Caderno Setorial ETENE (2020), o consumo de feijão foi de 2,84 milhões de toneladas em 2019, e com previsão de crescimento de 3,6% a.a., estima-se para 2025 cerca de 3,48 milhões de toneladas. O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores mundiais de feijão comestível.

No entanto, o feijão vem perdendo espaço na alimentação dos brasileiros, visto que é consumido principalmente pela classe trabalhadora e camadas de baixa renda (COELHO, 2020; LIMA, 2019).

Sabendo que o feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, em função, principalmente, do seu sistema radicular pequeno e pouco profundo, além de apresentar ciclo curto de 90 a 100 dias (SANTO BERTO *et al.*, 2018).

Que conseqüentemente requer nutrientes prontamente disponíveis. Nesse contexto, alguns elementos se destacam como o potássio e o nitrogênio.

O potássio é um elemento essencial para a cultura do feijoeiro independente da safra de cultivo, sendo fundamental relevância para o sucesso da cultura (LIMA *et al.*, 2019). 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 (COELHO, 2020; LIMA, 2019).

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 (CARVALHO; SILVEIRA, 2021).

A adubação para a cultura é um fator muito importante, pois é a forma de suprir a demanda da planta, trazendo assim, nutrientes minerais para melhorar a fertilidade do solo, e conseqüentemente deixar os minerais disponíveis para a planta realizar processos de interceptação radicular, fluxo de massa, e difusão, beneficiando assim, melhor desenvolvimento e melhores resultados de produção. Todo sucesso na produção está vinculado ao estado nutricional da planta e no feijão isso não é diferente, o feijão é uma cultura de ciclo rápido, por isso fazer uma adubação assertiva é o caminho para boas produtividades (SORATTO, 2015).

Em relação ao suprimento de nitrogênio (N), este se dá através de três diferentes vias, que podem ocorrer isolada ou simultaneamente, como a: adição de fonte externa por meio de fertilizantes minerais ou orgânicos; fixação biológica de nitrogênio (FBN) e; mineralização da matéria orgânica do solo. O nitrogênio é um macronutriente essencial para as plantas. (BRITO; MURAOKA; SILVA, 2011; FAGERIA *et al.*, 2015; GARRATT *et al.*, 2018).

Este nutriente está ligado diretamente com a constituição de muitos compostos bioquímicos, como os ácidos nucléicos e proteínas, sendo um dos quartos elementos mais abundantes presentes nas plantas, estando diretamente ligado com o aumento da produtividade e rendimento na maioria das culturas. (SANTOS *et al.*, 2022). Desta forma, alguns elementos são de suma importância para o desenvolvimento da planta com destaque para o nitrogênio e potássio.

A adubação nitrogenada é um dos fatores responsáveis pelo alcance de altas produtividades na cultura do feijoeiro, portanto, o manejo adequado do nitrogênio é fundamental para que as necessidades da cultura sejam atendidas, garantindo boas produtividades e diminuindo o custo de produção e os riscos de poluição ambiental (SILVA *et al.*, 2018).

O potássio (K) se encontra no grupo dos dez elementos mais abundantes da crosta terrestre, sendo essencial para todos os organismos vivos. Este elemento atua na ativação de mais de 60 enzimas que participam de vários processos metabólicos, como fotossíntese e síntese de proteínas e carboidratos (SARI, 2018). Assim, a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar boa nutrição da planta no período em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, isto é, até o início do florescimento (CONRAD; RADKE; VILLELA, 2017). A falta de nitrogênio resulta em cloroses na planta, onde por consequência trás certos efeitos nas funções essenciais como a absorção de outros nutrientes e a produção de carboidratos para o desenvolvimento (BERTO *et al.*, 2018).

Este nutriente está ligado diretamente com a constituição de muitos compostos bioquímicos, como os ácidos nucléicos e proteínas, sendo um dos quartos elementos mais abundantes presentes nas plantas, estando diretamente ligado com o aumento da produtividade e rendimento na maioria das culturas. (SANTOS *et al.*, 2022). Desta forma, alguns elementos são de suma importância para o desenvolvimento da planta com destaque para o nitrogênio e potássio.

A adubação nitrogenada é um dos fatores responsáveis pelo alcance de altas produtividades na cultura do feijoeiro, portanto, o manejo adequado do nitrogênio é fundamental para que as necessidades da cultura sejam atendidas, garantindo boas produtividades e diminuindo o custo de produção e os riscos de poluição ambiental (SILVA *et al.*, 2018)

O potássio (K) se encontra no grupo dos dez elementos mais abundantes da crosta terrestre, sendo essencial para todos os organismos vivos. Este elemento atua na ativação de mais de 60 enzimas que participam de vários processos metabólicos, como fotossíntese e síntese de proteínas e carboidratos (SARI, 2018). Assim, a adubação nitrogenada deve ser realizada de modo a propiciar boa nutrição da planta no período em que ainda é possível aumentar o número de vagens por planta, isto é, até o início do florescimento (CONRAD; RADKE; VILLELA, 2017). A falta de nitrogênio resulta em cloroses na planta, onde por consequência trás certos efeitos nas funções essenciais como a absorção de outros nutrientes e a produção de carboidratos para o desenvolvimento (BERTO *et al.*, 2018).

Outro nutriente importante para as plantas de feijão é o potássio (formulação KCl), que destaca-se como uma importante fonte de potássio as plantas. Pois atuam melhorando a fotossíntese e ativando enzimas metabólicas da devida planta, atuando também no processo de abertura estomático da planta, o KCl age como atuador no processo de potencial osmótico, onde exerce papel de função no metabolismo da planta, havendo crescimento de novas células, melhoria da qualidade de flores e frutos, e regulação do potencial hídrico das células (VILLELA, 2017). A quase totalidade do KCl é absorvida pelo feijoeiro até 40-50 dias após a emergência (ROSOLEM, 1996). Esses são fatores que indicariam alto potencial de resposta ao K aplicado (CONRAD; RADKE; VILLELA, 2017).

Visto a importância da cultura do feijoeiro, em especial o feijão do grupo comercial preto, altamente consumido nas regiões sul do país. Torna-se necessário um estudo que traga como resultado a eficiência da aplicação de diferentes doses de produtos à base de ureia e KCl. Isso se justifica uma vez que estes elementos são requeridos pela planta para suprir as demandas fisiológicas.

Sabendo sobre a importância da adubação mineral para a produção de feijão, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de produtos à base de ureia e cloreto de potássio, nos componentes de rendimento e na produção do feijão da cultivar IPR Urutau.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no final da safra de verão 2021/22, na localidade de Angai município de Fernandes Pinheiro, estado do Paraná, em área de cultivo agrícola. As coordenadas da área experimental são 25° 30' 48" de latitude e 50° 27' 33" de longitude. O clima é classificado na região segundo Koppen e Geiger como Cfb. Em Fernandes Pinheiro a temperatura média é 18,2 °C, e se tem uma pluviosidade média anual de 1529 mm. (CLIMATE, 2022), o solo é argiloso, possibilitando também uma grande absorção e retenção de água, assim é considerado um solo pesado.

Os resultados da análise do solo do local de condução do experimento estão apresentados no Tabela 1, a mesma foi antes da instalação do experimento.

Tabela 1 – Análise de solo da área de condução do experimento, na profundidade de 0-20 cm.

Profundidade	P.	M.O		pH	V%	AL%
cm	Mg dm ³	g dm ³		CaCl ₂	%	
0-20	5,65	35,41		4,16	29,2	17,6
H+Al	Al	K	Ca	Mg	SB	CTC
mmolc / dm³						
8,3	0,7	0,42	2,11	0,89	3,42	11,7

Legenda: P. – Fosforo; MO – Matéria orgânica; pH em cloreto de cálcio; H + Al – Hidrogênio + Alumínio; Al – Alumínio; K – Potássio; Ca – Cálcio; Mg – Magnésio; SB – Soma de bases; CTC – Capacidade de trocar cátions a pH 7,0; V% - Saturação por bases; AL% Saturação por alumínio.

Com base na disponibilidade de nutrientes no solo da área de cultivo mensurou-se a quantidade padrão de nitrogênio e potássio requerida para a cultura. O potássio foi fornecido por meio da fórmula de cloreto de potássio, sendo a dose padrão 84 Kg por hectare (SARI, 2018) e o nitrogênio foi fornecido para as plantas por meio da formulação 46.00.00, usando a dose padrão de 100 kg por hectare (SARI, 2018; BRITO, 2015).

Os tratamentos utilizados na pesquisa constituíram-se de produtos com variações nas concentrações de nitrogênio e cloreto de potássio, variando entre uma dose acima e outra abaixo do recomendado, com base na dose padrão requerida pela cultura. A descrição dos tratamentos adotados na pesquisa, considerando a ordem de macronutrientes como “N-P-K”, foram: 50-0-42, 100-0-84, 200-0-168, além do tratamento considerado testemunha, do qual não foi aplicado nenhuma adubação nas plantas.

O delineamento experimental em campo foi o de Blocos Casualizados (DBC), considerando 4 tratamentos e 4 repetições.

Cada unidade experimental apresentou as seguintes dimensões: seis linhas de 3 metros de comprimento cada e espaçamento entre elas com 0,50 metros, totalizando uma área de 9 metros quadrados.

O sistema de semeadura utilizado foi plantio convencional, sendo que o solo foi revolvido para o preparo e utilizado semeadora mecânica Jonh Deere 1109®, plantadeira de 8 e 9 linhas. A cultivar utilizada foi IPR Urutau, pertencente ao grupo comercial preto, sendo a com semeadura realizada em 01/03/2022 e com emergência de plântulas em campo em 09/03/2022, utilizando 12 sementes por metro, com espaçamento de 50 cm.

Durante o desenvolvimento das plantas em campo, foi necessário a aplicação de defensivo, sendo utilizado o fungicida Opera Ultra (Metconazol - Piraclostrobina) com intuito preventivo, a aplicação ocorreu no período da manhã, utilizando bomba pulverizador costal. A aplicação ocorreu no dia 08 de abril de 2022, e a dose utilizada foi de 0.5 L p.c./ha.

A realização da colheita foi manual, realizado em condições ambientais favoráveis e com plantas secas. Assim que colhidas as plantas foram separadas por tratamento, identificadas e submetidas a avaliação dos componentes de rendimento da cultura.

As avaliações realizadas no experimento foram: comprimento de vagens, número de vagens por planta e número de grãos por vagem. Posteriormente, os grãos foram acondicionados em sacos de papel, com os devidos cuidados de identificação e manutenção da qualidade física e fisiológica dos mesmos, para posterior determinação do grau de umidade e pesagem.

Todas as avaliações foram feitas com 10 plantas de cada parcela, selecionadas de forma aleatória, para assim realizar a avaliação.

A descrição das variáveis analisadas segue na sequência:

Comprimento médio de vagens: para realizar a medição o comprimento das vagens foram necessárias régua graduada em (cm), as régua foram utilizadas para demarcar as medidas das vagens sendo que todas as vagens foram medidas desde a base até o ápice do comprimento da vagem. Realizou-se a medida de todas as vagens de 10 plantas selecionadas ao acaso.

Com base nestes valores, obteve-se uma média do comprimento de vagem por repetição, que posteriormente foi usado para análise dos dados. Os resultados foram expressos por meio da média das vagens obtidas das repetições por tratamento.

Número de vagens por planta: Selecionou-se 10 plantas ao acaso para cada uma dessas plantas realizou-se a contagem do número total de vagens. Os resultados foram expressos por meio da média do número de vagens por plantas. As vagens retiradas das plantas foram acondicionadas em sacos de papel, identificados e armazenados, para posterior debulha manual das sementes.

Número de grãos por vagem: Para cada uma das plantas do item anterior, debulhou-se todas as vagens. Na sequência realizou-se a contagem de sementes por plantas este número foi dividido pelo número total de vagens produzidos pela planta. Os resultados foram expressos por meio da média do número de grãos por vagem.

Grau de umidade: Para cada tratamento retirou-se amostras de 250 gramas para determinação do grau de umidade. Para isso, utilizou-se o método expedito por meio do equipamento medidor de umidade automático marca Motomco®, modelo 999ESI, que faz a medição do grau de umidade e expressa os resultados em porcentagem.

Produção: obteve-se a massa de grãos produzidos por planta, essa massa foi corrigida para 13,0% de grau umidade. A partir deste valor mensurou-se a produção com base na população de plantas usadas.

Os resultados foram expressos em quilogramas por hectare, utilizando a seguinte fórmula para obtenção dos resultados, produtividade foi calculada em quilogramas por hectare, multiplicou-se o número de plantas por hectare (estimado com base no número de plantas por linha e número total de linhas por hectare), pelo peso médio de grãos produzido por planta (CONAB, 2022; SILVA, 2019).

Os dados obtidos em cada teste no presente experimento, exceto a determinação do grau de umidade, foram analisados de acordo com o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC).

Na realização do procedimento estatístico, fez-se a análise de variância a $p \leq 0,05$. Todos os cálculos estatísticos foram realizados por meio do software R Studio® e pacote ExpDes estatística (2022).

Posteriormente os dados foram computados e inseridos no Excel visando gerar a tabela com os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelo presente experimento não apresentaram diferenças significativas para as variáveis analisada, comprimento médio de vagens, número de vagens por planta, produtividade (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados estatísticos, com apresentação do Quadrado médio do tratamento (QM Tratamento), Quadrado Médio do Resíduo (QM Residuo) e Média, para sementes de feijão preto produzidas por plantas tratadas com uréia e cloreto de potássio.

Fatores	Comprimento médio de vagens	Número de grãos por vagem	Massa média de grãos	Produtividade / ha
----- Resultados da Análise de Variância (ANOVA) -----				
QM Tratamento	0,452	0,50	10,34	147.598
QM Resíduo	0,919	0,55	3,72	527.885
Média	7,7	3,00	4,82	1.386

Análise estatística obtida por meio software R Studio®.

Verificou-se que pelos produtos utilizados no experimento, os distintos produtos nas dosagens de nitrogênio e o cloreto de potássio, não apresentaram diferenças significativas para as variáveis comprimento de vagens, número de grãos por vagem, massa de grãos por planta, e produtividade por hectare (Tabela 2). Considerando que a adubação potássica e a adubação nitrogenada são mais propensas a aumentarem a resistência da planta quando o cloreto de potássio e o nitrogênio estão no solo e se encontram em um nível de disponibilidade no qual, é esperada uma resposta na produção, ou seja resultado significativos em produtividade (SILVA *et al.*, 2020; BRITO *et al.*, 2015; SANTOS *et al.*, 2009).

A redução da produtividade de vagens em doses acima de 171 kg ha de K, indica que o excesso deste elemento foi prejudicial ao desenvolvimento do feijão-vagem, possivelmente em consequência da redução da absorção de Ca e Mg (Carnicelli *et al.*, 2000) e prejuízo no desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea da planta ocasionado pelo elevado índice salino do potássio (Grangeiro & Cecílio Filho, 2004), influenciando de forma negativa o desenvolvimento fisiológico das plantas e a produção de vagens.

Quando o Quadrado médio de tratamento é menor ou igual ao Quadrado médio de resíduo (Tabela 2), não existe efeito significativo, preponderando-se assim o efeito aleatório.

Considerando os dados analisados da Tabela 2, os resultados não surtiram efeito, sendo que pelas diferentes dosagens dos diferentes produtos aplicados o esperado seria um resultado de maior significância na produtividade e nos componentes de rendimento. Porém Bahrami-Rad e Hajiboland (2017), relataram que o aumento da adubação nas diferentes doses de cloreto de potássio tem efeito positivo na produtividade e resistência nas plantas do feijoeiro no seu desenvolvimento.

Segundo Guerra (2020) e Silva (2020), a adubação potássica adequada garante o crescimento forte e vigoroso das plantas, devido a sua ação favorável na regulação do metabolismo da planta, o potássio normaliza o desenvolvimento da planta garantindo o crescimento proporcional (SILVA *et al.*, 2020; BRITO *et al.*, 2015).

Por consequência garantindo um teto produtivo dentro do padrão nacional estipulado pela CONAB (2022), que é de 12.000 mg a 18.000 mg por ha. De acordo com OLIVEIRA (2021) analisou-se a obtenção de um maior número de vagens por planta somente em função do fator

da cultivar, retratando que a utilização de diferentes doses de nitrogênio não influenciou o aumento no número de vagens por planta, e conseqüentemente na produtividade. Fato também observado por SILVA *et al.* (2022) e OLIVEIRA (2021).

Ao aplicar uma dosagem de nitrogênio inferior a recomendada pode-se acarretar perda de produtividade, em contrapartida quando se aplica uma dosagem acima do recomendado verifica-se alto custo, tendo em vista que a planta não é capaz de absorver maior parte de nitrogênio (SILVA *et al.*, 2022; OLIVEIRA 2021).

Pode-se dizer que na maioria dos resultados perante a pesquisa com o efeito da adubação com nitrogênio, em experimentos implantados a campo, indicam uma resposta positiva, porém sem a redução de produtividade, caso contrário ao do devido experimento (SORATTO *et al.*, 2011).

O potássio exerce o maior efeito sobre a doença, afetam a estrutura celular e as funções bioquímicas e metabólicas dos tecidos, plantas com deficiência de potássio têm maiores concentrações de açúcares solúveis, que são um substrato para o crescimento de muitos patógenos, também aumenta o rendimento compostos supressores de doenças, como fenóis, fitoalexinas e auxinas, que aumentam. Assim a resistência de uma planta a doenças, e esta relação de aumento da resistência a doenças, é uma vez que o potássio contribui para vários mecanismos, por exemplo, reduzindo a permeabilidade celular e suscetibilidade reduzida do tecido à maceração, e penetração de patógenos (SILVA, 2020).

Referente a aplicação acima do recomendado, tanto de uréia (N) e cloreto de potássio (K), o excesso de sais, além de trazer prejuízos às propriedades físicas e químicas do solo, provoca a redução generalizada do crescimento das plantas cultivadas provocando sérios prejuízos à atividade agrícola (CAVALCANTE *et al.*, 2010).

Provavelmente as doses de nitrogênio responsáveis pelas máximas produtividades, juntamente com os nutrientes contidos no solo, supriram de forma equilibrada o feijão. O equilíbrio entre os elementos nutritivos proporciona maiores produtividades do que maiores quantidades de macronutrientes isoladamente, assim pode-se notar que para uma boa produtividade é necessário que vários fatores sejam favoráveis para tal resultado, assim a adubação é necessária, mas dentro do recomendado, pois o resultado a se expressar vai variar com as condições que a planta vai encontrar para se desenvolver (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2020).

No experimento realizado com dosagens diferentes de produtos à base de uréia e cloreto de potássio, as dosagens maiores, agiram de forma muito salina, ocasionando estresse para as plantas, causando assim menor absorção dos nutrientes, como o desenvolvimento da planta. As mesmas podem ter causado alterações na região do solo, acarretando variações no pH, quanto na estrutura dos agregados do solo, o efeito do acúmulo de sais no solo causa sua degradação física e química, a salinidade provoca a desagregação das partículas do solo, que aumenta sua suscetibilidade a compactação e favorece a ocorrência de perdas de solo por erosão.

Em contrapartida GALVÃO *et al.* (2013), relataram em seu experimento que o efeito das doses de KCl sobre as cultivares de feijão foi significativo e interferiu nos parâmetros de produtividade.

Pode-se dizer que culturas de feijão têm necessidades muito altas de potássio, pois o potássio auxilia no desempenho da fotossíntese, influenciando na síntese de clorofila, conseqüentemente em toda a parte estrutural e desenvolvimento da parte vegetativa do feijoeiro (SILVA, 2020).

Além disso, é uma planta de vida curta com altos requisitos de nutrientes devido ao seu sistema radicular pequeno e raso. Portanto, a planta deve receber nutrientes suficientes em quantidades adequadas (LIMA *et al.*, 2018; BUZETTI *et al.*, 2015).

Segundo SILVA *et al.* (2020), quase todo o potássio é absorvido pelas leguminosas 40 a 50 dias após a emergência das plântulas. Uma das funções do potássio é participar da fotossíntese e ativar enzimas essenciais nos processos metabólicos (BUZETTI *et al.*, 2015; DIAS, 2018). Ele se move dos tecidos mais velhos para os mais jovens da planta, razão pela qual seu conteúdo foliar tem diminuído, especialmente no final do ciclo da cultura (BRAGA, 2018).

Além da função do potássio como ativador de diversas enzimas associadas aos processos de assimilação de CO² e nitrogênio (SILVA *et al.*, 2020), atuando também no transporte e armazenamento nutrientes.

A redução na produção de sementes na dose acima de 55kg.ha⁻¹ de N, fonte uréia, pode indicar que, seu excesso foi prejudicial ao desenvolvimento do feijão, possivelmente em consequência direta do efeito tóxico devido ao excesso, reduzindo a absorção de outros cátions, isto é, exercendo forte efeito competitivo sobre os cátions de tal forma que a absorção destes seriam reduzidas pela planta (Carnicelli *et al.*, 2000), verificou redução de produtividade, em função de doses elevadas de nitrogênio e obteve redução da produtividade de vagens em feijão em função de doses elevadas de nitrogênio, utilizando a fonte uréia (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2020).

O nitrogênio é o macronutriente mais absorvido nas leguminosas comuns, presente em todo o ciclo da cultura, mas com maiores requisitos de floração e enchimento cereais. Os nutrientes compõem a molécula de clorofila e, portanto, são muito importantes para a clorofila, a fotossíntese, que converte nutrientes assimilados pela luz em grãos e se reflete no aumento produção (GUIMARAES *et al.*, 2017). Além disso, após a absorção pelas raízes, mesmo combinados com compostos orgânicos para formar aminoácidos, estes dão uma fonte de proteína, que se acumula nos cereais (AMARAL *et al.*, 2016).

Observa-se que a queda na produtividade avaliada ocorre quando aumentado a dose aplicada de K₂O, em doses acima de 173 kg ha⁻¹, possivelmente pela redução da absorção de Ca e Mg pelas plantas, causada pelo excesso de potássio (SILVA *et al.*, 2020, CARNICELLI *et al.*, OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Assim a utilização adequada de potássio pelas plantas está cada vez mais associada à suscetibilidade a pragas e doenças, e acredita-se que fornece potássio adequado às plantas aumenta a resistência a pragas e doenças (SILVA *et al.*, 2020).

A leguminosa, devido ao seu ciclo curto, requer um acompanhamento cuidadoso dos detalhes relacionados ao manejo. Isso inclui essencialmente os cuidados com o potássio. Com isso, a produtividade é aumentada devido ao aumento da estrutura geral da planta desenvolvida, assim conforme a planta se desenvolve maior será a sua capacidade de produção (SILVA *et al.*, 2020).

Verificou-se que pesquisas que estudam o efeito da adubação com nitrogênio, em experimentos implantados em campo, indicam uma resposta positiva, porém sem a redução de produtividade (SORATTO *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2018; TEIXEIRA *et al.*, 2007; GUERRA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2009; BRITO *et al.*, 2015; SARI *et al.*, 2018).

Uma das explicações da redução no rendimento de grãos com o aumento da dosagem de N é um efeito indireto da salinidade, uma vez que a salinidade no meio radicular é um fator de estresse hídrico, especialmente em condições de alta insolação do requisito de radiação e evaporação da atmosfera, assim o aumento dessa dosagem irá interferir no desempenho da cultivar e por consequência no resultado da produção (SORATTO *et al.*, 2011).

Segundo OLIVEIRA (2021), o feijoeiro responde a aplicação de adubação potássica. Acredita-se que o fornecimento de potássio em doses superiores às consideradas ótimas para a máxima produtividade de grãos afete negativamente o desenvolvimento e a produção das plantas

devido efeito antagônico sobre a absorção de cátions, que é influenciado negativamente assim sobre o desenvolvimento e conseqüentemente a produtividade (GUERRA *et al.*, 2020).

Pela análise dos resultados obtidos nesta pesquisa (Tabela 2), em solos que apresentam a deficiência desses nutrientes (Uréia e Potássio), os resultados poderiam apresentar valores mais significativos e expressivos diante a disponibilidade desses nutrientes nas dosagens propostas.

CONCLUSÃO

Conclui-se que as distintas formulações a base de N e KCL, à saber: 50-0-42, 100-0-84, 200-0-168, não proporcionaram alterações no número médio de grãos por vagem, comprimento médio de vagens por planta, massa média de grãos por planta e produtividade da cultura do feijão, cultivar IPR Urutau.

Pelo simples fato do uso da aplicação do KCL em excesso, uma vez que já se encontrou em valores altos e saturado no solo, o ph do solo baixo, e saturação de V% baixa, trazem pontos chaves para os resultados não encontrados no experimento.

Quando o potássio (K) se encontra em valores altos presente no solo, não há motivo de realizar a aplicação do nutriente, uma vez que irá trazer malefícios para o desenvolvimento da cultura, e será inviável arcar com o custo do nutriente, assim como a distinta formulação de Nitrogênio também acabará por não agregar em retornos positivos.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. B.; PINTO, C.C.; FLÔRES, J.A.; MINGOTTE, F.L.C.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1602-1609, 2016.
- BAHRAMI-RAD, S.; HAJIBOLAND, R. Effect of potassium application in drought-stressed tobacco (*Nicotiana rustica* L.) plants: Comparison of root with foliar application. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 62, p. 121–130, 2017.
- BERTO, T.S.; CRISOSTOMO, N.M.S.; RAMOS, M.G.C.; SILVA, C.L.; COSTA, E.A.; MELO JUNIOR, J.L.A.; MELO, L.D.F.A.; ARAÚJO NETO, J.C. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo proveniente de diferentes localidades. **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, p. 13-17, 2018.
- BRAGA, J. M. **Curso de Fertilidade e Manejo do Solo**. 2009, 64 p. In: Introdução a fertilidade do solo. Disponível em: <<https://www.cnptia.embrapa.br/consultaebusca>>. Acesso em: 22 abril 2023.
- BRANCALIONE, G. **Caracterização de novas cultivares biofortificadas de feijão (*Phaseolus vulgaris*), de mandioca (*Manihot esculenta*) e de batata doce (*Ipomoea batatas*) para a utilização como farinha em produtos de panificação**. 2021. Dissertação de Mestrado: Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). 2021. 107p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013. **Padrões de identidade e qualidade e análise de rendimento para a produção e a comercialização de sementes.** Diário Oficial da União, 18 set. 2019.

BRITO, L. F.; PACHECO, R.S.; SOUZA FILHO, B.F.; FERREIRA, E.P.B.; STRALIOTTO, R.; ARAÚJO, A.P. Resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio e suplementação com nitrogênio mineral em dois biomas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 981–992, 2015.

BRITO, M. DE M. P.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. DA. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 206–215, 2011.

BUZETTI, S. Aspectos Gerais da Adubação da Cultura. In: BUZETTI, O. **Aspectos Gerais da Cultura do Feijão.** Botucatu, S.P.: FEPAF, p.77-110, 2015.

CARNICELLI, J.H.; PEREIRA, P.R.G.; FONTES, P.C.R.; CAMARGO, M.I. Índices de nitrogênio na planta relacionados com a produção comercial de cenoura. **Horticultura Brasileira** v. 18. n. 8, p. 808-810, 2000.

CARVALHO; M.C.S.; SILVEIRA, P.M. **Adubação.** In: Cultivo de Feijão. Publicações EMBRAPA: Embrapa Arroz e Feijão. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/adubacao>>. Acesso em: 22 abril 2023.

CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J.C.; NASCIMENTO, J.A.M.; CAVALCANTE, I.H.L.; DIAS, T.J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281- 1290, 2010.

COELHO, J. D.; XIMENES, L. **Feijão: Produção e Mercado.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 5, n.143, dez.2020. (Caderno Setorial ETENE,n. 143).

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos.** Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n.10 2022. 117 p.

CONRAD, V. A. D.; RADKE, A. K.; VILLELA, F. A. Atributos físicos e fisiológicos em sementes de soja no beneficiamento. **Magistra**, v. 29, n. 2, p. 56-63, 2017.

DIAS, R.C. **Avaliação de fertilizantes granulados a base de cloreto de potássio e ácidos húmicos no desenvolvimento vegetativo da cultura do milho (*Zea mays* L.).** 2018. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2018. 84 p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B.; CARVALHO, M. C. S. **Nutrição mineral do feijoeiro.** Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Arroz e Feijão, 2015, 394 p.

GALVÃO, J. R.; FERNANDES, A. R.; MELO, N. C. Sistemas de manejo e efeito residual do potássio na produtividade e nutrição do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 2, p. 41-49, 2013.

GRANGEIRO, L.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n.4, p. 740-743, 2004.

GUERRA, A. M. N. M.; SILVA, M. G. M.; EVANGELISTA, R. S.; SANTOS, E. B. Parcelamento de doses de K₂O sobre a produção de feijão-caupi. **Scientia Plena**, v. 16, n. 8, p. 1-9, 2020.

GUIMARÃES, R. A. M.; BRAZ, A. J. B. P.; SIMON, G. A.; FERREIRA, C. J. B.; BRAZ, G. B. P.; SILVEIRA, P. M. Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 1, p. 136-148, 2017.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Londrina: Embrapa Soja, **Circular Técnica**, 136. 2018, 24 p.

LIMA, P. A. M.; VARGAS, A. D.; MACIEL, K. S.; JACOMINO, G. R. L.; ALEXANDRE, R. S.; LOPES, J. C. Qualidade fisiológica de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. em função de doses de zinco. **SEAGRO: Canais da semana acadêmica do curso de agronomia do CCAE/UFES**, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2018.

LIMA, W. M. F. **Viabilidade agroeconômica da produção de feijões especiais em Goiás**. 2019. Dissertação de Mestrado: Universidade Federal de Goiás. 2019. 145 p.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; LOPES, E. B.; SILVA, E. E.; ARAÚJO, L. H. A.; RIBEIRO, V. V. Rendimento produtivo e econômico do feijão-caupi em função de doses de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 629-634, 4 mar. 2009.

OLIVEIRA, N. H. C. **Resposta de cultivares de feijoeiro de ciclo precoce com grãos cariocas, preto e rajado à adubação nitrogenada em cobertura**. 2021. Dissertação de Mestrado: Universidade Estadual Paulista (UNESP). 2021. 70 p.

RSTUDIO. Undelete and data recovery software. **Software livre de ambiente de desenvolvimento integrado R para análise estatísticas**. R version 3.4.1. 2022.

SANTOS, M. P.; VALE, L.S.R.; REGES, N.P.R.; CARVALHO, B.M. Desempenho de sementes de quatro cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na microregião de Ceres-GO. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 3, p. 41-49, 2015.

SANTOS, O. M. **Nitrogênio e potássio na formação, produção e incidência de pragas na cultura do morangueiro**. 2010. Dissertação de Mestrado: Universidade José do Rosário Vellano. 2010. 52 p.

SARI, B. G. **Parâmetros biológicos da produção de tomateiro via modelo logístico**. 2018. Tese de Doutorado: Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 2018. 125 p.

SILVA, A.; ALMEIDA, J. A.; SCHMITT, C.; AMARANTE, C. V. T. Fertilidade do solo e desenvolvimento de feijão comum em resposta adubação com pó de basalto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 4, p. 548–554, 2012.

SILVA, F. M.; BORSOI, A.; MONARI, B. R.; VUICIK, E.; MORREIRA, C.; ECCO, M. Adubação nitrogenada e inoculação com *Rhizobium tropici* na cultura do feijoeiro comum. **Revista Cultivando o Saber**, v. 11, n. 4, p. 385-392, 2018.

SILVA, M. P. B. **Importância do potássio na cultura do feijão**. 2020. Monografia de Graduação em Agronomia: Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica). 2020. 23 p.

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

SORATTO, R. P.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; FERNANDES, A. M.; OLIVEIRA, L. F. F. A. Crescimento e produtividade de duas cultivares de feijão em função de doses de ácido 2,3,5-triidobenzoico. **Ciência Rural**, v.45, n.12, p.2181-2186, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 6ª ed., Porto Alegre: Artmed. 2017. 888p.