



## Potassium fertiliser on productivity in the lima bean

### *Adubação potássica na produtividade da cultura do feijão-fava*

Geocleber Gomes de Sousa<sup>1</sup>, Geovana Ferreira Goes<sup>2</sup>, Andreza de Melo Mendonça<sup>3</sup>, Maria Vanessa Pires de Souza<sup>4</sup>, Murilo de Sousa Almeida<sup>4</sup>, João Valdenor Pereira Filho<sup>5</sup>

**Abstract:** In Brazil, the lima bean is cultivated throughout almost the entire country, and has relative economic importance in the Northeast, which is the main producer. Increasing the availability of K via fertilisation, would increase the productivity of the lima bean. Therefore, the aim of this study was to evaluate different doses of potassium on productivity in the lima bean. The study was carried out in the field between January and July 2019, in the town of Raposa, Baturité, Ceará. The experimental design was of randomised blocks, with five treatments and four replications. The treatments consisted of the following doses of potassium: 60, 90, 120, 150 and 180 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, using potassium chloride as a source, corresponding to 50%, 75%, 100%, 125% and 150% of the recommended dose. As the pods dried and the grain was collected, the following variables were evaluated: number of pods per plant, pod length, pod diameter, pod weight and productivity. The potassium doses of 130, 109 and 180 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O afforded the greatest number of pods (124), pod weight (108.64g) and pod diameter (18 mm), respectively. The dose of 106.20 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, lower than the recommended dose for the lima bean, determined the maximum grain yield, 1,567 kg ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** Potassium chloride. Mineral nutrition. *Phaseolus lunatus* L. .

**Resumo:** O cultivo do feijão-fava se dá em quase todo o território nacional, atingindo relativa importância econômica para a região Nordeste que é a principal produtora. O aumento da disponibilidade de K por meio da adubação elevará a produtividade da cultura do feijão-fava. Neste sentido, objetivou-se avaliar diferentes doses de potássio sobre a produtividade do feijão-fava. O trabalho foi conduzido a campo entre janeiro e julho de 2019, na comunidade de Raposa, Baturité-CE. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes doses de potássio: 60, 90, 120, 150 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, empregando o cloreto de potássio como fonte, correspondendo a 50, 75, 100, 125 e 150% da dose recomendada. À medida que as vagens se apresentavam secas para obtenção de grãos foram avaliadas as seguintes variáveis: número de vagens por planta, comprimento, diâmetro da vagem, massa de vagem e a produtividade. As doses de potássio de 130, 109 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O proporcionaram maior número (124), massa (108,64g) e diâmetro de vagem (18 mm), respectivamente. A dose de potássio de 106,20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O determinou a máxima produtividade de grãos, 1.567 kg ha<sup>-1</sup>, inferior a dose, atualmente, recomendada para a cultura do feijão-fava.

**Palavras-chave:** Cloreto de potássio. Nutrição mineral. *Phaseolus lunatus* L.

\*Corresponding author

Submitted for publication on 31/08/2022, approved on 22/09/2022 and published on 15/02/2023

<sup>1</sup>Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE, Brasil. E-mail: [sousagg@unilab.edu.br](mailto:sousagg@unilab.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará/Departamento de Engenharia Agrícola, Fortaleza, CE, Brasil. E-mails: [ggoes64@gmail.com](mailto:ggoes64@gmail.com); [vanessa.pires@alu.ufc.br](mailto:vanessa.pires@alu.ufc.br)

<sup>3</sup>Universidade Federal do Ceará/Departamento de Fitotecnia, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: [andrezamelo2911@gmail.com](mailto:andrezamelo2911@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal do Piauí/ Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus, PI, Brasil. E-mail: [sousamuriloalmeida@gmail.com](mailto:sousamuriloalmeida@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Estadual do Piauí, Rua Almir Benvindo, s/n, Uruçuá, Piauí, Brasil. E-mail: [joaovaldenor@urc.uespi.br](mailto:joaovaldenor@urc.uespi.br)

## INTRODUCTION

The lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) is one of the four most commercially exploited species of genus *Phaseolus*, and is found in tropical and subtropical regions. It is an excellent source of protein, contains all the essential amino acids, and can be consumed in the form of ripe or green grain. The crop is widely produced in the semi-arid region of Brazil due to adaptation to the climate, its productive potential, the generation of income, and food security (CHEL-GUERRERO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2019; MACHADO *et al.*, 2022).

The lima bean is resistant to drought, cultivated throughout almost the entire country, and has relative economic importance in the Northeast, which is the main producer. However, some states in the region stand out, including Ceará, which has an average yield of 302 kg ha<sup>-1</sup> of lima bean grains for a planted area of 13,734 ha (IBGE, 2021). The low productivity seen in the region is due, among other factors, to the fertility of the soil; fertilisation is used to provide the nutrients for the plant to reach its maximum productive potential.

Among the nutrients that define quality and productivity is potassium, whose availability is mainly affected by the clay content, pH and moisture of the soil (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2022; CIBOTTO *et al.*, 2016). Increasing the availability of K improves the transport of sugar from the leaves to the roots, reduces oxidative stress, and promotes the maintenance of turgor in the guard cells, playing a fundamental role in the mechanism of osmosis and stomatal opening, in addition to being essential to the growth, development and maturation of the grain and fruits of the plants (PRADO, 2020; SOARES *et al.*, 2021).

Potassium should occupy between 3% to 5% of the soil CEC loading. In soils with clay of the 2:1 group, such as montmorillonite and vermiculite, K<sup>+</sup> may pass from the exchangeable to the non-exchangeable form depending on the nutrient concentration of the soil solution (ZUFFO *et al.*, 2019; PINTO *et al.*, 2020).

## INTRODUÇÃO

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) é das quatro espécies do gênero *Phaseolus* mais explorada comercialmente, sendo encontrada nas regiões tropicais e subtropicais. É uma excelente fonte de proteínas, contendo todos os aminoácidos essenciais, podendo ser consumido na forma de grãos maduros ou verdes. Essa cultura é amplamente produzida no Semiárido brasileiro devido a sua adaptação climática, potencial produtivo, geração de renda e segurança alimentar (CHEL-GUERRERO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2019; MACHADO *et al.*, 2022).

A cultura da feijão-fava é resistente à seca e cultivada em quase todo o território nacional, atingindo relativa importância econômica para a região Nordeste que é a principal produtora. No entanto, alguns estados dessa região vêm se destacando, incluindo o Ceará em que apresenta rendimento médio de 302 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de feijão-fava, numa área plantada de 13.734 ha (IBGE, 2021). A baixa produtividade observada na região produtora se deve, entre outros fatores, a fertilidade do solo. A adubação visa fornecer os nutrientes para que planta atinja seu máximo potencial produtivo.

Entre os nutrientes definidores da qualidade e produtividade está o potássio (K), cuja disponibilidade é afetada, sobretudo, pelo teor de argila, pH e umidade do solo (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2022; CIBOTTO *et al.*, 2016). O aumento da disponibilidade do K melhora o transporte de açúcar das folhas para as raízes, reduz o estresse oxidativo e promove manutenção do turgor nas células guardas, tendo papel fundamental no mecanismo de osmose e abertura estomática, além de ser essencial ao crescimento, desenvolvimento e maturação dos grãos e dos frutos dos vegetais (PRADO, 2020; SOARES *et al.*, 2021).

No solo, o K deve ocupar entre 3 e 5% das cargas da CTC do solo. Em solos com argila do grupo 2:1, como montmorilonita e vermiculita, pode ocorrer passagem do K<sup>+</sup> da forma trocável para a não trocável, dependendo da concentração do nutriente na solução (ZUFFO *et al.*, 2019; PINTO *et al.*, 2020).

Various studies show a positive effect from the use of potassium fertiliser in legumes. Julio *et al.* (2016), evaluating potassium fertiliser and its effects on productivity in the soya bean, found that the application of 80 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O in the sowing furrow promoted a grain yield of 3,423.61 kg ha<sup>-1</sup>. Guerra *et al.* (2020) researching the effect of dividing doses of potassium fertiliser in the cowpea 'Pingo de Ouro', found a dry grain yield of 2.4 t ha<sup>-1</sup> at a dose of 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, applied conventionally, as base fertiliser and as top-dressing.

The lima bean is economically the second most important species of genus *Phaseolus* (MARTÍNEZ-NIETO *et al.*, 2020). Despite its importance, little research has been carried out, and there are gaps regarding nutritional demand. The aim of this study, therefore, was to evaluate the effect of different doses of potassium on productivity in the lima bean.

## MATERIAL AND METHODS

The study was carried out between January and July 2019, in the town of Raposa, in the district of Baturité, in the state of Ceará (4°19'4" S, 38°53'5" W). The climate in the region is of type Aw', characterised as humid sub-tropical, very hot, with rainfall predominantly during the summer and autumn. Climate data for temperature and humidity collected during the experiment are shown in Figure 1.

The soil in the area is classified as a dystrophic Yellow Latosol with a clayey loam texture (Santos *et al.*, 2018). A sample was collected from the 0.0 to 0.2 m layer to determine the levels of soil fertility in the experimental area. The sample was air-dried, sieved through a 4 mm mesh and sent to the Soil and Water Laboratory. The analysis was carried out as per the methodology described in Teixeira *et al.* (2017), and gave the following results: Ca (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 1.9; Mg (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 0.9; K (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 0.3; P (mg dm<sup>-3</sup>): 0.2; Na (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 0.2; N (g kg<sup>-1</sup>): 1.01; H+AL (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 3.94; Al (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 0.3; CTC: 7.3; pH: 6.0; CEse (dS m<sup>-1</sup>): 0.18.

Alguns estudos envolvendo adubação potássica em leguminosas revelam efeito positivo desta prática. Júlio *et al.* (2016) avaliando a adubação potássica e seus efeitos sobre a produtividade da soja, verificaram que a aplicação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O no sulco de semeadura promoveu produtividade de grãos de 3.423,61 kg ha<sup>-1</sup>. Já Guerra *et al.* (2020) pesquisando o efeito da forma de parcelamento das doses de fertilização potássica sobre a cultura do feijão-caupi cultivar Pingo de Ouro, constataram produtividade de grãos secos de 2,4 t ha<sup>-1</sup>, na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O aplicada de forma convencional, fundação e em cobertura.

O feijão-fava é a segunda espécie economicamente importante do gênero *Phaseolus* (MARTÍNEZ-NIETO *et al.*, 2020). Apesar da sua importância há poucas pesquisas e lacunas quanto à demanda nutricional. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de K na produtividade da cultura do feijão-fava.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre janeiro e julho de 2019, na comunidade de Raposa, localizada no município de Baturité, estado do Ceará (4°19'4" S, 38°53'5" W). O clima da região é do tipo Aw', caracterizado como tropical sub-úmido, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono. Os dados climáticos referentes a temperatura e umidade coletados durante o experimento encontram-se na Figura 1.

O solo da área é da classe Latossolo Amarelo distrófico, textura franco argilosa Santos *et al.* (2018). Para a obtenção dos níveis de fertilidade do solo da área experimental foi coletada uma amostra na camada de 0,0 a 0,2 m, seca ao ar livre, peneirada em malha de 4 mm e encaminhada ao Laboratório de Solos e Água. As análises foram executadas conforme metodologia descrita em Teixeira *et al.* (2017). Os resultados apresentados foram: Ca (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 1,9; Mg (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 0,9; K (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 0,3; P (mg dm<sup>-3</sup>): 0,2; Na (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 0,2; N (g kg<sup>-1</sup>): 1,01; H+AL (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 3,94; Al (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>): 0,3; CTC: 7,3; pH: 6,0; CEes (dS m<sup>-1</sup>): 0,18.

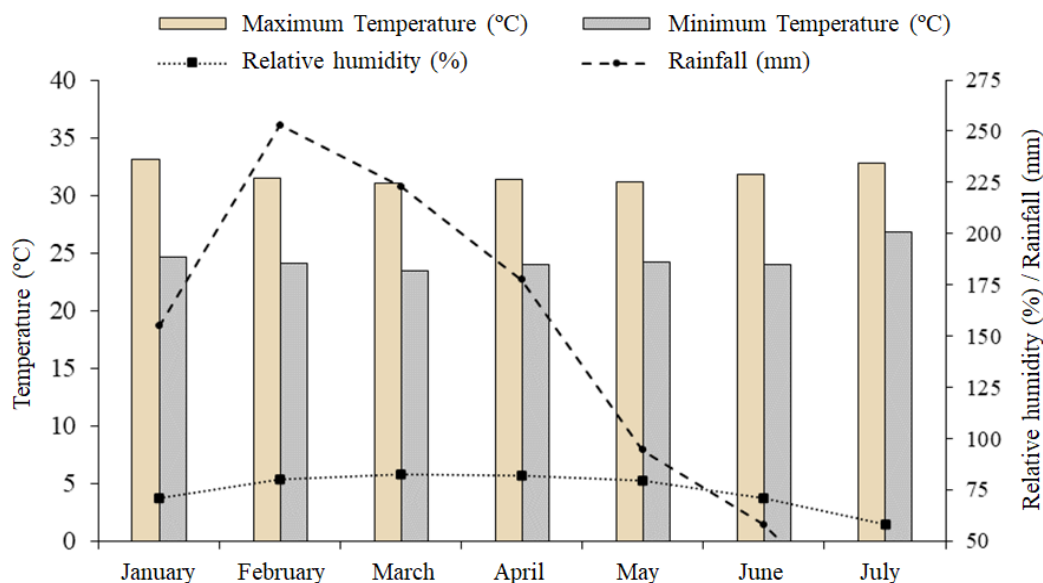


Figure 1 - Climate data observed during the experimental period.

Figura 1 - Dados climáticos observados durante a condução do experimento.

The experimental design was of randomised blocks (RBD) with five treatments and four replications. The treatments consisted of doses of 60, 90, 120, 150 and 180 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, corresponding to 50%, 75%, 100%, 125% and 150% of the recommended dose (TRANI *et al.*, 2015) in the form of potassium chloride (KCl) applied conventionally at 30, 45, 60, 75 and 90 kg ha<sup>-1</sup>, half as base fertiliser and the rest as top-dressing. Each experimental unit was 6.0 m<sup>2</sup> in size and contained 20 plants, including 8 plants in the working area (2.4 m<sup>2</sup>).

Four seeds of the lima bean ‘Branquinha’ were sown per hole, which was opened manually using a hoe to a depth of 10 cm, at a spacing of 1.50 m between rows and 1.0 m between plants to allow better crop development.

Potassium fertiliser was applied as per the doses and methods indicated for each treatment. Nitrogen fertiliser (40 kg ha<sup>-1</sup>) and phosphate fertiliser (320 kg ha<sup>-1</sup>) were applied following the recommendations of Trani *et al.* (2015). Urea, simple superphosphate and potassium chloride were used as the respective source, and applied to the plants as base fertiliser in furrows opened parallel to the lateral rows, applying the entire dose of N and P.

O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram das doses de K<sub>2</sub>O: 60, 90, 120, 150 e 180 kg ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 50, 75, 100, 125 e 150% da dose recomendada (TRANI *et al.*, 2015) na forma de cloreto de potássio (KCl) aplicado de modo convencional 30, 45, 60, 75 e 90 kg ha<sup>-1</sup>, sendo metade na fundação e o restante em cobertura. A unidade experimental tinha 6,0 m<sup>2</sup>, contendo 20 plantas, e 8 plantas na área útil (2,4 m<sup>2</sup>).

Para o cultivo, foram semeadas quatro sementes de feijão-fava cultivar “branquinha” por cova, aberta de forma manual empregando enxada, com profundidade de 10 cm, no espaçamento de 1,50 x 1,0 m entre linhas e plantas, respectivamente, permitindo assim um melhor desenvolvimento da cultura.

A adubação potássica, aplicada conforme as doses e métodos indicados nos tratamentos, nitrogenada (40 kg ha<sup>-1</sup>) e fosfatada (320 kg ha<sup>-1</sup>) foram realizadas seguindo a recomendação de Trani *et al.* (2015), empregando as fontes ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Na fundação os adubos foram fornecidos às plantas em sulcos abertos paralelamente às linhas laterais, sendo aplicada toda a dose integral de N e P.

Thinning was carried out 20 days after sowing (DAS) leaving one plant per hole, followed by the installation of a crossed-stake training system. During cultivation, phytosanitary control was carried out with two sprayings of Decis using a 20 L knapsack pump with a full cone nozzle.

A total of eight harvests were carried out as the pods dried to obtain the dry grain. The following variables were then analysed: number of pods per plant (NPP) - counted manually to tabulate the total number of pods per plant; pod diameter (PD) - determined with the aid of a digital calliper, measured at the central part of the pod (mm); pod length (PL) - using a graduated rule (cm); and pod weight (PW) - using a digital balance (g). Productivity (PROD) - estimating total productivity in kg ha<sup>-1</sup>, based on the total weight of the grain collected in the plots and considering the area occupied by the plants.

The variables evaluated during the study were analysed using the Kolmogorov-Smirnov test ( $p \leq 0.05$ ) to assess normality. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) by F-test ( $p \leq 0.05$ ) using the Assistant 7.7 Beta software (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## RESULTS AND DISCUSSION

With the exception of pod length, the variables under study were all affected by the treatments (Table 1). It can be seen from Figure 2 that the effect of the K dose on the number of pods best fit the quadratic polynomial model, with a maximum of 124 pods for the dose of maximum technical efficiency (DMTE), of 130 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, giving an increase of 20 pods per plant at the DMTE. The positive effect of K on this variable may be associated with its greater availability for metabolic reactions, enzyme activation and the osmotic control of tissue, together with its greater allocation during the reproductive phase, resulting in a larger number of pods (PRADO, 2020).

Aos 20 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste deixando-se uma planta por cova e instalado um sistema de tutoramento pelo método de varas cruzadas. Durante a condução da cultura foi realizado o controle fitossanitário com duas pulverizações com Decis empregando bomba costal de 20 L com bico tipo cheio.

As colheitas, total de oito, foram realizadas à medida que as vagens se apresentavam secas para obtenção de grãos secos. As variáveis analisadas foram: número de vagens por planta (NVP) - contagem manual e tabulação do número por planta; diâmetro da vagem (DV) - obtidos com auxílio de um paquímetro digital no seu ponto central (mm); comprimento da vagem (CVa) - utilização de régua graduada para medição (cm) e massa da vagem (MV) - utilização da balança digital em grama. A produtividade (PROD) - total foi estimada com base na massa total dos grãos colhidos nas parcelas e considerando a área ocupada pelas plantas, em kg ha<sup>-1</sup>.

As variáveis avaliadas durante a pesquisa foram analisadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p \leq 0,05$ ) para avaliar a normalidade. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) por meio do teste F ( $p \leq 0,05$ ) e realizada por meio do programa Assistant 7.7 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exceto comprimento de vagem, as demais variáveis estudadas foram afetadas pelos tratamentos (Tabela 1). Na Figura 2, observa-se que o efeito das doses de K no número de vagens melhor se ajustou ao modelo polinomial quadrático, com o número de vagens máximo de 124 para uma dose de máxima eficiência técnica (DMET) de 130 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Um incremento de 20 vagens por planta na DMET. O efeito positivo do K nessa variável pode estar associada à sua maior disponibilidade para as reações metabólicas, ativação enzimática, controle osmótico dos tecidos e maiores alocação desse nutriente mineral na fase reprodutiva e consequentemente para o maior número de vagem (PRADO, 2020).

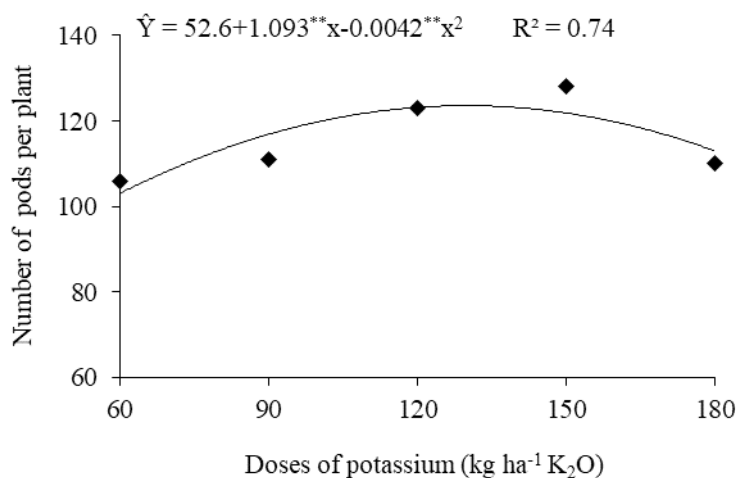
**Table 1** - Summary of the analysis of variance and mean values for number of pods per plant (NPP), pod length (PL), pod diameter (PD), pod weight (PW) and productivity (PROD) in the lima bean submitted to different doses of  $K_2O$

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância e médias para número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagem (CV), diâmetro da vagem (DV), massa da vagem (MV) e produtividade (PROD) na cultura da feijão-fava submetida a diferentes doses de  $K_2O$

Source of Variation	DF	Mean Square				
		NPP	PL	PD	PW	PROD
Treatments	4	335.08**	3.82ns	2.48**	2840.05*	601133.95**
Blocks	3	16.32 <sup>ns</sup>	3.69 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	1957.78 <sup>ns</sup>	86793.78 <sup>ns</sup>
Residual	12	50.28	6.3	0.38	836.62	96119.62
<b>CV (%)</b>	-	<b>5.97</b>	<b>2.11</b>	<b>3.64</b>	<b>9.58</b>	<b>10.27</b>

DF: degree of freedom; \*: Significant by F-test ( $p < 0,05$ ); \*\*: Significant by F-test ( $p < 0,01$ ); CV: coefficient of variation.

GL: grau de liberdade; \*: Significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ); \*\*: Significativo pelo teste F ( $p < 0,01$ ); CV: coeficiente de variação.



**Figure 2** - Number of pods per plant in the lima bean as a function of the potassium dose.

**Figura 2** - Número de vagens por planta de feijão-fava em função das doses de potássio.

Studies with other legumes have also shown the importance of potassium fertilisation in increasing productivity, such as in the research carried out by Pereira *et al.* (2021), in which the application of doses greater than the recommended dose increased the number of pods per plant in the soya bean. Similarly, Soares *et al.* (2021), fertilising string beans with increasing doses of potassium, found a greater number of pods per plant. Cibotto *et al.* (2016) found a positive effect from potassium fertiliser applied at greater than the recommended level (around 130%), obtaining similar values for the number of pods in the soya bean.

Trabalhos com outras leguminosas também têm evidenciado a importância da adubação potássica no aumento da produtividade, como é o caso da pesquisa realizada por Pereira *et al.* (2021) em que a aplicação de doses acima da recomendada elevou o número de vagens por planta na cultura da soja. Similarmente, Soares *et al.* (2021) ao adubar a cultura do feijão de corda com doses crescente de K, verificaram maior número de vagem por planta. Cibotto *et al.* (2016) ao verificarem efeito positivo da adubação potássica acima do recomendado, cerca de 130%, obtiveram valores semelhantes para o número de vagens da cultura da soja.

Pod diameter showed a linear increase as a response to the different doses of potassium (Figure 3). This is probably due to the direct or indirect participation of potassium in the biochemical processes involved in the translocation of photo-assimilated products responsible for pod development. Raham *et al.* (2017) reported a similar trend to that seen in this study, when they found that increased doses of potassium fertiliser had a positive effect on pod diameter in the mung bean.

O diâmetro da vagem respondeu de modo linear crescente às diferentes doses de potássio (Figura 3). Isto se deve, provavelmente, à participação direta ou indireta do K em processos bioquímicos envolvidos na translocação de produtos fotoassimilados que são responsáveis pelo desenvolvimento das vagens. Tendência similar ao deste estudo foi reportada por Raham *et al.* (2017) ao verificarem que a adubação potássica crescente na cultura do feijão-mungo promoveu efeito positivo no diâmetro de vagens.

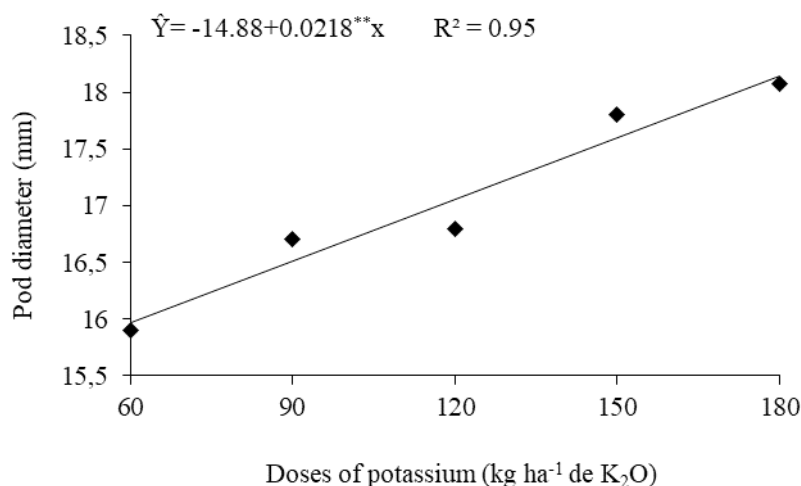


Figure 3 - Pod diameter in the lima bean as a function of the potassium dose.

*Figura 3 - Diâmetro de vagem da feijão-fava em função das doses de potássio.*

The effect of the potassium dose on pod weight (Figure 4) best fitted the quadratic polynomial model. The greatest estimated pod weight was 109 g, obtained at 109 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. This result is possibly related to K participating in protein synthesis and carbohydrate transport, favouring the quality of the fruit and vegetables.

Pinto *et al.* (2020) found a positive effect from potassium fertiliser in the peanut. The authors describe how the recommended dose afforded greater pod weight. Similar results to those of this study were found by Guerra *et al.* (2020) in the cowpea. These same authors report that potassium fertiliser at 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O applied conventionally afforded greater gains in pod weight.

O efeito das doses de K na massa da vagem (Figura 4) foi melhor ajustado ao modelo polinomial quadrático. A maior massa de vagem estimada foi de 109 g obtida com 109 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Esse resultado possivelmente está relacionado à participação do K na síntese de proteínas e transporte de carboidratos, favorecendo a qualidade de frutos de vegetais.

Efeito positivo da adubação potássica, na cultura do amendoim, foi verificado por Pinto *et al.* (2020). Os autores descrevem que a dose recomendada proporcionou maior massa de vagem. Resultados similares ao desse estudo foram descritos por Guerra *et al.* (2020) na cultura do feijão-caupi. Esses mesmos autores relatam que a adubação potássica de 60 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O aplicada de forma convencional proporcionou maior ganho em massa de vagem.

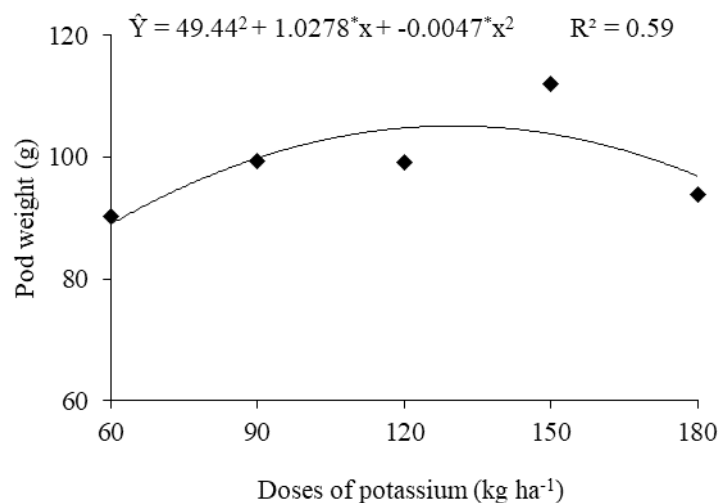


Figure 4 - Pod weight in the lima bean as a function of the potassium dose.

*Figura 4 - Massa de vagem da feijão-fava em função das doses de potássio.*

When analysing the effect of different potassium doses on productivity in the lima bean (Figure 5), the quadratic polynomial model showed the best fit to the data, with maximum productivity estimated at 1,566.6 kg ha<sup>-1</sup> for a dose of 106 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. This effect may be due to the role of potassium in carbohydrate and protein synthesis and, consequently, in promoting the storage of starch and sugar, stimulating both grain filling and productivity. On the other hand, the reduction in productivity starting with the dose of 150 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, is due to the high availability of K compromising the absorption of calcium and magnesium by the plants. Silva *et al.* (2016), describe how the nutritional imbalance caused by excess potassium due to competition with the Ca<sup>2+</sup> and Mg<sup>2+</sup> ions in the soil, can result in a deficiency of these nutrients and losses in productivity.

The results found for productivity were above both the national average of 315 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2021) and that of the study region, Maciço de Baturité, of 1,043 kg ha<sup>-1</sup>. Similar trends to those of the present study were recorded by Guerra *et al.* (2020) working under field conditions with the cowpea and potassium fertiliser. These authors concluded that the highest grain yield (2,400 kg ha<sup>-1</sup>) was obtained from the application of 60 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O (corresponding to 100% of the recommended dose). Pinto *et al.* (2020) similarly found a positive effect from potassium fertiliser on the peanut, where a dose of 40 kg ha<sup>-1</sup>, corresponding to 100% of the recommended dose, showed a grain yield of 2,145 kg ha<sup>-1</sup>.

Ao analisar o efeito das diferentes doses de K sobre a produtividade da cultura do feijão-fava (Figura 5), o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados, onde a produtividade máxima foi estimada em 1.566,6 kg ha<sup>-1</sup> para a dose de 106 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Esse efeito pode ser devido ao papel do K na síntese de carboidratos e proteínas e, conseqüentemente, na promoção do armazenamento de amido e açúcar, estimulando o enchimento de grãos e a produtividade. Já a redução da produtividade a partir da dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, deve-se a alta disponibilidade de K, comprometendo a absorção de cálcio e magnésio pelas plantas. Silva *et al.* (2016), descrevem que o desequilíbrio nutricional promovido pelo excesso de K mediante sua competição com os íons Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> no solo, pode acarretar na deficiência desses nutrientes, e perdas na produtividade.

Os resultados encontrados para a produtividade foram acima da média nacional de 315 kg ha<sup>-1</sup> IBGE (2021) e da região do estudo, Maciço de Baturité, que é de 1.043 kg ha<sup>-1</sup>. Resultados semelhante aos desse estudo foram obtidos por Guerra *et al.* (2020) trabalhando em condições de campo com a cultura do feijão-caupi e adubação potássica. Esses autores concluíram que a maior produtividade de grãos (2.400 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida com a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (correspondente a dose de 100% para a cultura). Da mesma forma, Pinto *et al.* (2020) verificaram efeito positivo da adubação potássica na cultura do amendoim, empregando dose de 40 kg ha<sup>-1</sup>, correspondente a 100% da recomendada, obteve produtividade de 2.145 kg ha<sup>-1</sup> grãos.



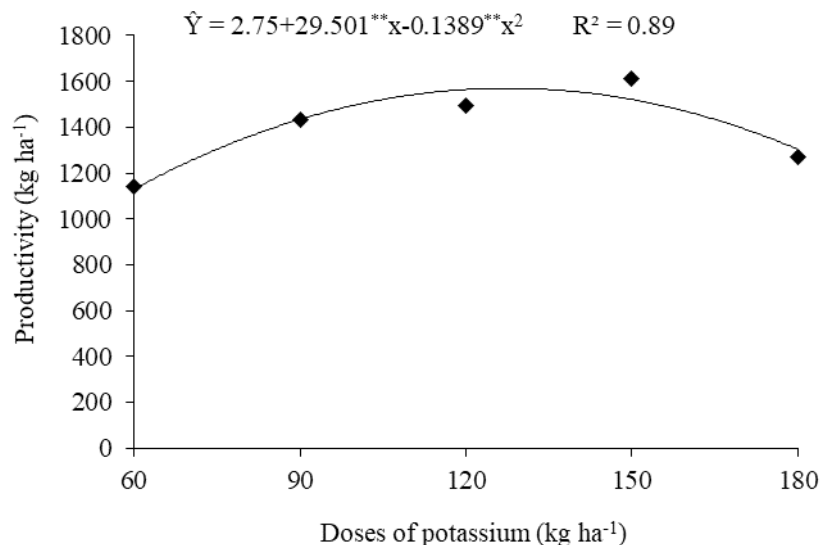


Figure 5 - Productivity in the lima bean as a function of the applied dose of  $K_2O$ .

*Figura 5 - Produtividade da feijão-fava em função das doses de  $K_2O$  aplicadas.*

## CONCLUSIONS

The K doses of 130, 109 and 180 kg ha<sup>-1</sup>  $K_2O$  afforded the greatest number of pods (124), pod weight (108.64g) and pod diameter (18 mm), respectively.

The most efficient K dose for grain yield (1,566.6 kg ha<sup>-1</sup>) in the lima bean was estimated to be 106.20 kg ha<sup>-1</sup>  $K_2O$ .

## CONCLUSÕES

As doses de K de 130, 109 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$  proporcionaram maior número (124), massa de vagem (108,64g) e diâmetro de vagem (18 mm), respectivamente.

A dose de K de máxima eficiência na produtividade de grãos (1.566,6 kg ha<sup>-1</sup>) da

## CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- CIBOTTO, D. V.; NETO, A. M. O.; GUERRA, N.; MEERT, L.; BOTTEGA, E. L.; LEAL, G. B. Produtividade da soja com antecipação da adubação potássica nas culturas da aveia preta, canola e trigo. **Revista Campo Digital**, v. 11, n. 1, 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). Produção agrícola. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/14/10278> Acesso 13/10/20202.
- GOMES, R. S. S.; MARTINS, J. V. S.; SILVA, E. C.; SILVA, H. A. O.; NASCIMENTO, L. C. Reactions of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) accessions to *Colletotrichum truncatum*. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 4, p. 809-817, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252022v35n408rc>
- GUERRA, A. M. N. M.; SILVA, M. G. M.; EVANGELISTA, R. S.; SANTOS, E. B. Parcelamento de doses de K<sub>2</sub>O sobre a produção de feijão-caupi. **Scientia Plena**, v. 16, n. 8, 2020. DOI: <https://doi: 10.14808/sci.plena.2020.089901>
- JÚLIO, O. L. L.; ASCARI, J. P.; MENDES, I. R. N.; SANTOS, E. S.; DUARTE, W. M.; NIED, A. H. Formas de adubação potássica e produtividade da cultura da soja. **Agrarian**, v. 9, n. 32, p. 149-155, 2016.
- PEREIRA, R. M.; Silva, H. B. R.; Oliveira, H. M. S.; Ribeiro, D. O.; Tomás, R. G. Silva, G. P.; Silva, A. J. Comparação de cultivares de soja no Sudoeste Goiano em resposta à aplicação de diferentes doses de Cloreto de Potássio. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 4132-4144, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-279>
- PINTO, A. A.; PINTO, L. A. A.; SANTANA, L. D. CAMARA, F. T.; SILVA, L. F. V. Cultivo de amendoim em função da adubação e do espaçamento entre plantas em sistema de sequeiro e irrigação complementar. in: **Colloquium Agrariae**. v. 16, n. 3, p. 27-36, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5747/ca.2020.v16.n3.a369>
- PRADO, R. M. Nutrição de plantas. 2ª ed. São Paulo: Unesp, 2020. 414p.
- RAHMAN, M.; ZAHAN, F.; SIKDAR, M. S.; EL SABAGH, A.; BARUTÇULAR, C.; ISLAM, M. S.; RATNASEKERA, D. Evaluation of salt tolerance mungbean genotypes and mitigation of salt stress through potassium nitrate fertilization. **Fresen. Ambiente. Buli**, v. 26, n. 12, p. 7218-7226, 2017.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO-FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 353p.
- SILVA, C. F.; DE MOURA, M. F.; VILELA, Á. R. R.; DE ARAÚJO, M. B.; MARQUES, J. D. S. Produção de feijão-caupi em função do emprego de inoculante e adubos orgânicos e mineral. **Diversitas Journal**, v. 4, n. 3, p. 1130-1145, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v4i3.832>
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. O Software Assistat Versão 7.7 e seu uso na análise de dados experimentais. **Jornal Africano de Pesquisa Agrícola**, v. 11, n. 39, pág. 3733-3740, 2016.
- SOARES, A. L.; MEDEIROS, T. L. F.; COLMAN, V. C. G.; PALMEIRA, I. V. S.; SILVA, I. J.; MOREIRA, R. C. L. Estratégias de irrigação com déficit hídrico nos estádios fenológicos do feijão-caupi sob adubação potássica. **Irriga**, v. 26, n. 1, p. 111-122, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2021v26n1p111-122>
- SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; CHAVES, L. H. G.; XAVIER, D. A.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Fitomassa e produção do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p.336-342, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p336-342>
- SOUZA, G. G. D.; VIANA, T. V. D. A.; PEREIRA, E. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; MARINHO, A. B.; AZEVEDO, B. M. D. Fertirrigação potássica na cultura do morango no litoral Cearense. **Bragantia**, v. 73, p. 39-44, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/brag.2014.006>

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA W. G. Manual de métodos de análise de solo, 3.ed. Brasília: EMBRAPA, 2017. 573p.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; PEREIRA, J.; SEMIES, J. B. Calagem e adubação do feijão-vagem, feijão-feijão-fava (ou feijão-fava-italiana), feijão-de-lima e ervilha torta (ou ervilha-de-vagem). **Campinas: IAC**, 2015.

ZUFFO, D. H.; RENNER, S.; SORDI, A.; CERICATO, A.; FIOREZE, K.; LAJÚS, C. R. Mobilidade de potássio em solos sob diferentes doses e formas de aplicação e potencial de rendimento da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill.). **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 10, n. 1, p. 25-30, 2019. DOI: <https://unoesc.emnuvens.com.br/acet/article/view/20855>