

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**  
**CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**GRAZIELLY LESSA ROCHA**

**ESTRATÉGIA UTILIZADA PARA MAXIMIZAR A EFICIÊNCIA DE USO DO  
NITROGÊNIO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI**

**RIO LARGO – AL**

**2023**

**GRAZIELLY LESSA ROCHA**

**ESTRATÉGIA UTILIZADA PARA MAXIMIZAR A EFICIÊNCIA DE USO DO  
NITROGÊNIO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA/UFAL como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lígia Sampaio Reis**

**RIO LARGO – AL**

**2023**

**Catalogação na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

R672e Rocha, Grazielly Lessa.

Estratégia utilizada para maximizar a eficiência de uso do nitrogênio na cultura do feijão-caupi. / Grazielly Lessa Rocha. – 2023.

26f.: il.

Orientador(a): Lígia Sampaio Reis.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2023.

Inclui bibliografia

1. *Vigna unguiculata*. 2. Fertilização. 3. Ureia. I. Título.

CDU: 635.625

## FOLHA DE APROVAÇÃO

GRAZIELLY LESSA ROCHA

### ESTRATÉGIA UTILIZADA PARA MAXIMIZAR A EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA/UFAL como requisito para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Documento assinado digitalmente  
 LÍGIA SAMPAIO REIS  
Data: 28/12/2023 08:34:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dr<sup>a</sup>. Lígia Sampaio Reis (Orientadora)

**Banca Examinadora:**

Documento assinado digitalmente  
 REINALDO DE ALENCAR PAES  
Data: 28/12/2023 08:59:39-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dr, Reinaldo de Alencar Paes

---

Me. Rilbson Henrique Silva dos Santos

Primeiro a Deus por me capacitar ao longo da minha vida e por me fazer chegar até aqui.

A Nossa Senhora Imaculada Conceição e a toda minha fé católica que foi um grande suporte na concretização desse sonho.

Ao meu pai, agricultor familiar, que tem sido a minha maior referência de inspiração e incentivo ao longo da graduação.

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me ajudar diante de todos os obstáculos vividos e superados ao decorrer do curso.

Aos meus familiares, que mesmo diante das dificuldades da vida, nunca deixaram de me apoiar, em especial minha mãe, meu pai e minha tia.

Aos meus professores por todos os ensinamentos. Em especial ao professor Reinaldo por toda inspiração em falar sobre a fertirrigação e a professora e minha orientadora Lígia por toda ajuda e dedicação para contribuir com a minha formação acadêmica e pessoal. E a todos que se fizeram presentes em algum momento desde uma palavra de encorajamento, os meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

No Nordeste do Brasil o feijão está presente como alimento essencial na dieta de sua população, tornando-se o prato básico das classes de menor poder aquisitivo, e a fertirrigação surge como uma opção promissora devido à sua alta eficiência no uso da água e energia. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas. Foram realizadas coletas dos dados altura da planta e número de folhas, de forma periódica nas seguintes épocas 15, 30, 45, 60 e 75 DAP de cada planta. As variáveis de produção número de vagens por planta, peso de vagens por planta, peso de grãos por vagens, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea foram avaliadas aos 75 DAP. O delineamento estatístico utilizado com esquema fatorial de 3x2, com 4 repetições. O objetivo deste experimento foi voltado para análise do desempenho do feijão-caupi submetida a diferentes condições parcelamentos de nutrientes via fertirrigação que possibilitem a melhoria da compreensão da resposta da cultura e a definição de sua exigência hídrica e nutricional. O parcelamento de doses de nitrogênio o longo do seu ciclo de desenvolvimento mostrou-se eficiente na estratégia de maximizar a utilização de nitrogênio através da aplicação via fertirrigação com significância de 1% de probabilidade de erro aos 30 DAP. A dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> apresentou maior efeito no número de folhas aos 30 DAP.

**Palavras chaves:** *Vigna unguiculata*, fertirrigação, ureia.

## **ABSTRACT**

In the Northeast of Brazil, beans are presented as an essential food in the diet of its population, becoming the staple dish of classes with lower purchasing power, and fertigation emerges as a promising option due to its high efficiency in the use of water and energy. The experiment was conducted in a greenhouse at the Agrarian Engineering and Sciences Campus of the Federal University of Alagoas. Data on plant height and number of leaves were collected periodically at the following times: 15, 30, 45, 60 and 75 DAP for each plant. The production variables number of pods per plant, weight of pods per plant, weight of grains per pod, fresh mass of the shoot and dry mass of the shoot were evaluated at 75 DAP. The statistical design used with a 3x2 factorial scheme, with 4 repetitions. The objective of this experiment was aimed at analyzing the performance of cowpea subjected to different nutrient splitting conditions via fertigation that enable the improvement of understanding of the crop's response and the definition of its water and nutritional requirements. The installment of nitrogen doses throughout its development cycle proved to be efficient in the strategy of maximizing the use of nitrogen through application via fertigation with a significance of 1% probability of error at 30 DAP. The dose of 30 kg ha<sup>-1</sup> had the greatest effect on the number of leaves at 30 DAP.

**Key words:** *Vigna unguiculata*, fertigation, urea.

## **LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1. Médias de Altura de Planta (AP) do feijão-caupi fertirrigado em 15 (A) e 30 DAP  
(B) \_\_\_\_\_ 22

FIGURA 2. Médias de Altura de Plantas (AP) do feijão-caupi fertirrigado aos 45 DAP.  
\_\_\_\_\_ 23

FIGURA3. Médias de Número de Folhas (NF) submetida a doses e parcelamento da ureia no cultivo do feijão-caupi via fertirrigação aos DAP \_\_\_\_\_ 23

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1. Registro do solo coletado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA em camadas de 0- 40 cm de profundidade para a análise de fertilidade no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas.  | 17 |
| TABELA 2. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de Folhas (NF) e Altura de Planta (AP) de feijão cultivado sob diferentes parcelamentos de doses de ureia aos 15, 30, 45 e 65 DAP.  | 21 |
| TABELA 3. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de produção: Número de vagens por planta (NVP), peso de vagens por planta (PVP), número de grãos por planta (NGP), massa verde da parte aérea (MVPA) e massa da parte aérea (MSPA) e feijão-caupi cultivado sob diferentes parcelamentos de doses de ureia aos 75 DAP. | 24 |

## SUMÁRIO

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| <b>1</b>    | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                 | <b>12</b> |
| <b>2</b>    | <b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                      | <b>14</b> |
| <b>2.1</b>  | <b>Aspectos Gerais da cultura do feijão caupi .....</b> | <b>14</b> |
| <b>2.2</b>  | <b>Importância do Nitrogênio .....</b>                  | <b>14</b> |
| <b>2.3</b>  | <b>Fertirrigação .....</b>                              | <b>14</b> |
| <b>3</b>    | <b>MATERIAIS E METODOS.....</b>                         | <b>16</b> |
| <b>3.1</b>  | <b>Localização do Experimento.....</b>                  | <b>16</b> |
| <b>3.2</b>  | <b>Delineamento Estatístico.....</b>                    | <b>18</b> |
| <b>3.3</b>  | <b>Determinação da Capacidade de Campo .....</b>        | <b>18</b> |
| <b>3.4</b>  | <b>Material Genético de cultivo.....</b>                | <b>18</b> |
| <b>3.5</b>  | <b>Variáveis analisadas .....</b>                       | <b>18</b> |
| <b>3.6</b>  | <b>Produtos Químicos utilizados .....</b>               | <b>18</b> |
| <b>3.7.</b> | <b>Análises estatísticas.....</b>                       | <b>19</b> |
| <b>4</b>    | <b>RESULTADOS E DISCUSSAO .....</b>                     | <b>19</b> |
| <b>5</b>    | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                  | <b>26</b> |
| <b>6</b>    | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                 | <b>27</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

No Nordeste do Brasil, onde esse feijão é um componente essencial na dieta local devido às suas propriedades organolépticas, seu alto teor proteico e valor energético (SANTANA et al., 2019). A diminuição na produção está associada à escassez de água durante estágios específicos do ciclo da planta. O manejo adequado da água é apontado como uma solução crucial para mitigar esse problema, fornecendo a quantidade necessária para o crescimento e desenvolvimento adequado da cultura (BASTOS et al., 2017). Isso se deve ao fato de que o interesse crescente de produtores de médio e grande porte é impulsionado pela elevada rentabilidade e pelo potencial produtivo do feijão-caupi. Isso tem conduzido a pesquisas que visam aumentar a produtividade dessa cultura (NUNES et al., 2017). A produtividade desta espécie pode ser impactada não apenas pela falta de tecnologia dos produtores, mas principalmente pela inadequada gestão da adubação.

Em 2022, a média nacional de produtividade do feijão-caupi foi de 1.090 kg/ha em uma área de 2.607.616 ha. Entretanto, em Alagoas, essa média foi de 645 kg/ha (IBGE, 2022). Embora o potencial de rendimento da cultura possa superar 1.000 kg/ha, o uso limitado de tecnologia, manejo inadequado da fertilidade do solo, ataques de pragas, doenças e a interferência de plantas invasoras resultam em baixa produtividade ao final do ciclo (BANDEIRA et al., 2017).

O feijão-caupi desempenha um papel essencial como alimento básico para populações de menor poder aquisitivo no Brasil, e a fertirrigação surge como uma opção promissora devido à sua alta eficiência no uso da água e energia, além da aplicação direta na zona radicular da cultura (QUINTANA et al., 2010). No entanto, a compreensão das necessidades nutricionais da cultura, em particular a demanda por nitrogênio, é crucial para sua produtividade ao longo do ciclo (ANDRADE et al., 2023).

A água e os fertilizantes são fatores que frequentemente limitam a produtividade agrícola. Portanto, o controle adequado da irrigação e da fertilidade do solo são cruciais para o sucesso na agricultura. A utilização de modelos de resposta pode ser uma ferramenta valiosa para otimizar o uso da água e dos fertilizantes e prever a produtividade das colheitas (TAGLIAFERR et al., 2013).

Diante disso, objetivou-se avaliar a necessidade do feijão-caupi em diferentes regimes de nutrientes aplicados via fertirrigação, a fim de compreender melhor suas necessidades hídricas e nutricionais, o que pode ser crucial para maximizar a produtividade da cultura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais da cultura do feijão-caupi

O feijão-caupi, também conhecido como *Vigna unguiculata*, faz parte da família Fabaceae e recebe uma variedade de nomes populares, como feijão-fradinho, feijão-de-corda, feijão-catador, feijão-verde e feijão-macaçar no Nordeste, e feijão-dapraia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada na região Norte. Originário da África, foi introduzido no Brasil durante o século XVI pelos colonizadores portugueses, inicialmente na Bahia, e depois se espalhou por todo o país. Desempenha um papel crucial na alimentação, especialmente da população rural, e possui relevância social e econômica significativa (EMBRAPA, 2022).

Entretanto, diversos fatores contribuem para a baixa produtividade do feijão-caupi. Freitas (2006) apontou questões econômicas dos produtores, o uso de sementes não melhoradas geneticamente, a falta de preparação e correção do solo, e deficiências no manejo adequado. Apesar da resistência do feijão-caupi a condições adversas, como deficiência hídrica, estresse salino e altas temperaturas, seu rendimento é melhor em condições ideais de água, nutrição e temperatura (FREITAS, 2006). Os insetos-praga que afetam o feijão-caupi variam conforme as fases de crescimento da planta, afetando sementes, raízes, caule, folhas, flores, vagens e sementes.

O feijão-caupi desempenha um papel crucial como uma das principais fontes de proteína na alimentação da população, conferindo-lhe uma importância socioeconômica significativa. Além de ser consumido, é utilizado em outras regiões do país como forragem, feno e silagem para alimentação animal, além de ser empregado em práticas agrícolas como adubação verde e proteção do solo. Esses diferentes usos destacam sua relevância não apenas na dieta humana, mas também na agricultura e na economia local (NASCIMENTO, 2018);

### 2.2 Importância do nitrogênio

O nitrogênio é um elemento essencial encontrado em diversos compostos orgânicos, como aminoácidos e ácidos nucléicos. Devido a isso, as plantas demandam uma quantidade considerável de nitrogênio, sendo sua escassez limitante para a produtividade em ecossistemas naturais e agrícolas (MELO et al., 2013). A falta desse nutriente não apenas reduz os níveis de proteínas nos grãos, mas também resulta na clorose completa das folhas mais antigas, devido à menor produção de clorofila (SFREDO et al., 2010).

Considerando o alto custo e as perdas dos fertilizantes nitrogenados no solo, o que

contribui para a poluição ambiental, há um interesse considerável em desenvolver técnicas que otimizem o uso desse elemento (DELBON et al., 2023). Às vezes, devido à baixa concentração de nitrogênio no solo ou à sua falta de disponibilidade para as plantas, é necessário complementar com a aplicação de fertilizantes nitrogenados. No entanto, é crucial aumentar a eficiência de absorção pelas plantas, visto que a adubação nitrogenada impacta significativamente os custos na produção agrícola e seu uso excessivo pode resultar em salinização das raízes, além de ser um agente poluente da atmosfera, águas superficiais e subterrâneas (CATARELLA, 2007).

Quando disponível em quantidades adequadas, o nitrogênio pode promover o aumento na massa seca das raízes, caules, folhas e frutos, além de influenciar positivamente no vigor das plantas. Também desempenha um papel crucial no florescimento e no potencial produtivo das culturas. No entanto, sua ausência pode inibir a síntese de diversas proteínas (cerca de 90%) e reduzir a produção de citocinina, um hormônio responsável pelo crescimento das plantas (MARTINS et al., 2013; TAIZ e ZEIGER, 2014).

### **2.3 Fertirrigação**

A prática da fertirrigação é altamente eficiente, pois une dois elementos fundamentais para o crescimento das plantas: água e nutrientes. Em termos de sustentabilidade, a habilidade de aplicar fertilizantes em diferentes estágios de crescimento das culturas possibilita sincronizar as necessidades nutricionais das plantas com a disponibilidade de nutrientes no solo (MANTOVANI et al., 2011). Dessa forma, esta técnica permite dividir a aplicação de fertilizantes de acordo com as fases de crescimento, resultando em uma melhor absorção de nutrientes e aumentando a eficiência e economia no uso desses produtos.

Devido à capacidade da fertirrigação de realizar ajustes precisos na quantidade de nutrientes aplicados, é crucial manter um monitoramento contínuo para realizar intervenções necessárias durante o ciclo das plantas. Isso envolve ajustes específicos e o timing ideal das aplicações. Monitorar a solução do solo é essencial para detectar aumentos indesejáveis na condutividade elétrica (CE) e mudanças no pH. Acompanhar a concentração da solução nas saídas dos emissores, por meio da coleta de amostras e análises, é uma ferramenta crucial para o sucesso da fertirrigação e, consequentemente, para a redução dos impactos ambientais (COELHO et al., 2009).

### **3. MATERIAL E METODOS**

#### **3.1 Localização do experimento**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL), localizada nas coordenadas 9° 27' 55'' S e 35° 49' 46'' W, com altitude de 127 metros acima do nível do mar e temperaturas entre 21 °C e 29 °C. A pluviosidade média anual é de 1800 mm (SOUZA et al., 2004).

A porcentagem de saturação por bases (V%) foi de 56 % no solo analisado e a acidez do solo é baixa, obtendo na análise de solo realizada em 40 cm de profundidade, um pH de 5.9 (TABELA 1).

TABELA 1. Registro do solo coletado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA em camadas de 0- 40 cm de profundidade para a análise de fertilidade no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas em Rio Largo, 2023.

| Determinações | Análise de Fertilidade do Solo |                                |                                   |                  |             |      |      |        |                |              |      |    |   |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------|------|------|--------|----------------|--------------|------|----|---|
|               | pH                             | Na                             | P                                 | K                | Ca          | Mg   | Al   | H + Al | CTC<br>efetiva | CTC<br>total | MO   | V  | M |
|               | Cacl <sub>2</sub>              | ----- mg/dm <sup>3</sup> ----- | ----- cmolc/dm <sup>3</sup> ----- | ----- g/kg ----- | ---- % ---- |      |      |        |                |              |      |    |   |
|               | 5,9                            | 15                             | 40                                | 108              | 3,14        | 1,35 | 0,02 | 3,87   | 4,86           | 8,71         | 27,8 | 56 | 0 |

pH: Potencial hidrogeniônico; Na: Sódio; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; H + Al: Hidrogênio Não Trocável; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; MO: Matéria Orgânica; V: Saturação por Bases; M: Saturação por Alumínio.

### **3.2 Delineamento estatístico**

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2, com quatro repetições, sendo o primeiro fator o parcelamento (SP = Sem parcelamento, P1 = parcelamento em 2 vezes (colocar os períodos), P2 = parcelamento em 3 vezes (colocar os períodos)). O segundo fator foi composto de duas doses de ureia (D1 = 30 kg ha<sup>-1</sup> e D2 = 35 kg ha<sup>-1</sup>).

Cada vaso para o cultivo do feijão-caupi neste experimento conteve 6kg de solo, com esquema fatorial de 3x2, com 4 repetições contendo O primeiro fator foi definido como doses de ureia e o segundo fator foi parcelamento de 30 (dose 1) e 35 kg ha<sup>-1</sup>(dose 2) destas doses ao longo do ciclo do feijão-caupi.

### **3.3 Determinação da capacidade de campo**

Três vasos foram colocados na capacidade de campo. Para isso, foram completamente saturados com água e depois envolvidos individualmente com filme plástico, de modo a permitir a perda de água apenas por drenagem, conforme descrito por Gervásio (2000).

### **3.4 Material genético e sistema de cultivo**

As sementes de feijão-caupi utilizadas no estudo são da variedade Sempre Verde conhecidas por seu crescimento indeterminado, porte da planta do tipo trepador e posição das vagens acima das folhas. Elas possuem um ciclo de maturação que varia de 70 a 75 dias. (EMBRAPA, 2022). As sementes foram semeadas em vasos, sendo plantadas 3 sementes por cova.

### **3.5 Variáveis analisadas**

Foram realizadas coletas dos dados altura da planta – AP (cm), e número de folhas – NF, de forma periódica nas seguintes épocas 15, 30, 45, 60 e 75 dias após o Plantio (DAP) de cada planta de feijão-caupi. Na parte aérea das plantas foram realizadas as contagens das folhas, sendo consideradas apenas as folhas verdes totalmente abertas (desenvolvidas) por planta. A altura foi medida da base da planta (colo) até a última inserção da primeira folha.

Para avaliar os componentes da fase reprodutiva do feijão, coletou-se – Número de Vagens por Planta - NVP, –Massa de Vagens por Planta - MVP (g) e – Número de Grãos por Vagens - NGP aos 75 DAP. Na obtenção da massa fresca da parte aérea – MFPA (g) e massa seca da parte aérea – MSPA (g) as mudas foram cortadas aos 75 DAP, separados, identificadas e levadas ao laboratório para pesagem do material vegetal, com auxílio de uma balança de precisão digital. Após pesagem da massa seca, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e postas em uma estufa por aproximadamente 24 horas, a uma temperatura de 60 °C. Passadas as 24 horas, as amostras foram novamente pesadas com o auxílio da balança de precisão para a obtenção do rendimento de MSPA do feijão-caupi avaliado neste trabalho.

### **3.6 Produtos químicos utilizados**

Para a adubação via fertirrigação foi utilizada ureia como fertilizante nitrogenado. O controle de pragas e de doenças foi efetuado por meio de pulverizações com produtos químicos

registrados no Ministério da Agricultura para a cultura do feijão. Em que foi diluído 30 ml em 19

1L de água não destilada do inseticida Angeo Pleno e 3ml diluído em 1L de água não destilada do fungicida Nativo.

### **3.7. Análises estatísticas**

Os dados coletados no estudo foram submetidos a análises de variância por meio do teste F, e as médias foram comparadas usando o teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o software *ASSISTAT*, versão 7.6 (2011).

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Com base na análise de variância, considerando a resposta do feijão-caupi aos 15 DAP observa-se que não houve efeito significativo para a variável NF (Tabela 2). No entanto, verificou-se que houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade do fator doses de ureia para a variável AP isoladamente.

Os resultados da Tabela 2 indicam que houve interação significativa no nível de 1% de significância de NF em 30 dias após o plantio (DAP). Contudo, em relação ao comprimento da parte aérea (AP), o fator de dose mostrou uma significância de 1%, aos 45 DAP a variável AP apresentou esse mesmo efeito significativo para o fator parcelamento. No entanto, não houve nenhuma significância apresentada aos 65 DAP em nenhum dos fatores analisados.

TABELA 2. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de crescimento: Número de Folhas (NF) e Altura de Planta (AP) de feijão cultivado sob diferentes parcelamentos de doses de ureia aos 15, 30, 45 e 65 DAP.

| CAUSA DE VARIAÇÃO  | GL | QM                  |                     |          |                       |                      |                       |                       |                       |
|--------------------|----|---------------------|---------------------|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                    |    | 15 DAP              |                     | 30 DAP   |                       | 45 DAP               |                       | 65 DAP                |                       |
|                    |    | NF                  | AP                  | NF       | AP                    | NF                   | AP                    | NF                    | AP                    |
| Doses (I)          | 1  | 0,667 <sup>ns</sup> | 78,120*             | 10,667** | 2310,84 <sup>ns</sup> | 16,667 <sup>ns</sup> | 100,860 <sup>ns</sup> | 22,0417 <sup>ns</sup> | 661,500 <sup>ns</sup> |
| Parcelamento (II)  | 2  | 0,167 <sup>ns</sup> | 2,065 <sup>ns</sup> | 7,041**  | 6730,53**             | 3,500 <sup>ns</sup>  | 3745,235**            | 27,0833 <sup>ns</sup> | 1123,15 <sup>ns</sup> |
| Interação (I x II) | 2  | 1,167 <sup>ns</sup> | 4,425 <sup>ns</sup> | 9,041**  | 711,65 <sup>ns</sup>  | 12,667 <sup>ns</sup> | 578,135 <sup>ns</sup> | 2,30833 <sup>ns</sup> | 737,468 <sup>ns</sup> |
| Resíduo            | 18 | 2,333               | 12,630              | 0,916    | 679,55                | 11,194               | 598,700               | 25,708                | 580,493               |
| Total              | 23 |                     |                     |          |                       |                      |                       |                       |                       |
| CV (%)             |    | 22,35               | 12,71               | 8,84     | 36,09                 | 19,40                | 32,02                 | 27,85                 | 32,61                 |

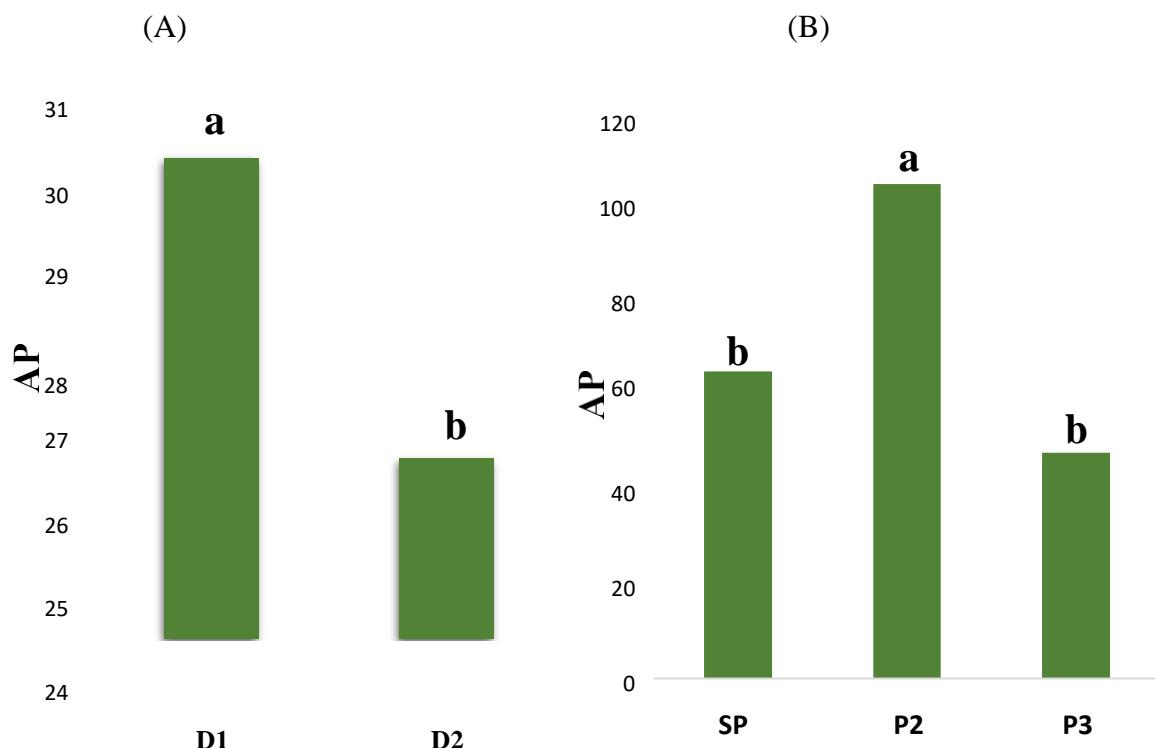
CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

Esses resultados de significância de 1 e 5% de probabilidade de erro sugerem que o feijão-caipi otimiza melhor o uso do nitrogênio quando suas raízes são bem condicionadas, proporcionais, assim, a perda desse nutriente por lixiviação (SILVA; ANDRADE, 2022).

Na Figura 1A, foram apresentadas as variações das médias de D1 e D2 aos 15 DAP e variação no parcelamento 30 dias após o plantio (DAP). Constatou-se que houve um aumento na AP à medida que o parcelamento das diferentes doses de ureia foi aplicado. As doses parceladas resultaram em um aumento de 12% na altura das plantas do feijão durante esse período da D1 para D2.

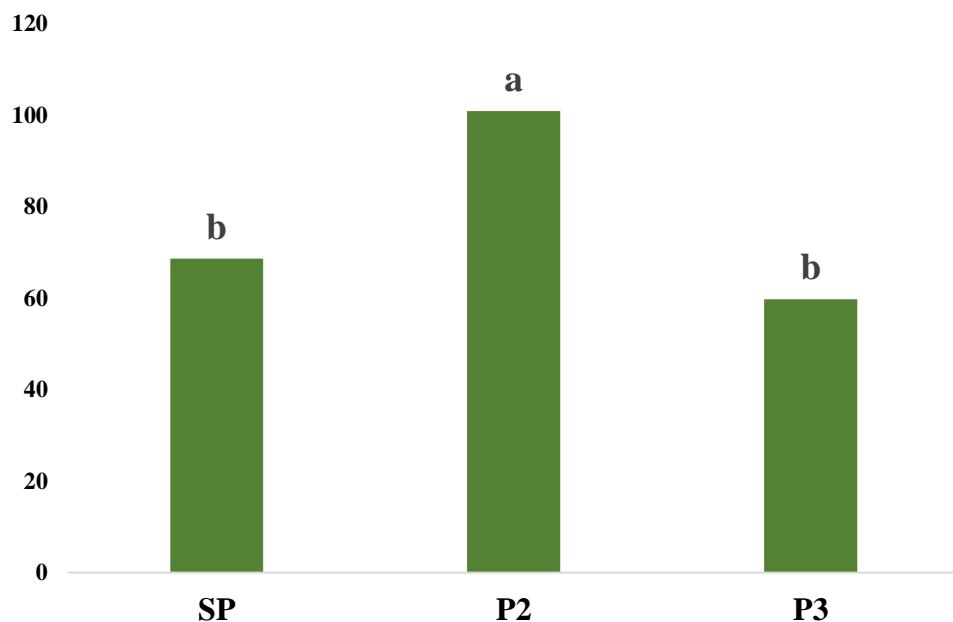
Aos 30 DAP, as diferenças de médias mostraram que o tratamento P2 superou os demais tratamentos, com um aumento proporcional de 61,18% em relação ao tratamento sem parcelamento (SP) e 45,41% em relação ao tratamento P3 na altura de plantas.

FIGURA 1. Médias de Altura de Planta (AP) do feijão-caipi fertirrigado em 15 (A) e 30 DAP (B).



Verificando-se o fator parcelamento avaliado neste trabalho (Figura 1B), aos 30 DAP, o parcelamento das doses (P2) aplicadas se mostraram superior ao tratamento que recebeu o N de uma vez só (SP), mas que este não foi superior ao P3. Isso está em linha com a explicação de PORTELA et al. (2016) de que o parcelamento do nitrogênio resulta em maiores rendimentos no feijão devido à redução das perdas por lixiviação. Essa prática minimiza as perdas de nitrogênio, pois a distribuição fracionada reduz a concentração do nutriente no solo, aumentando assim a eficiência de absorção pela planta e potencialmente impactando o crescimento ao longo do ciclo da cultura.

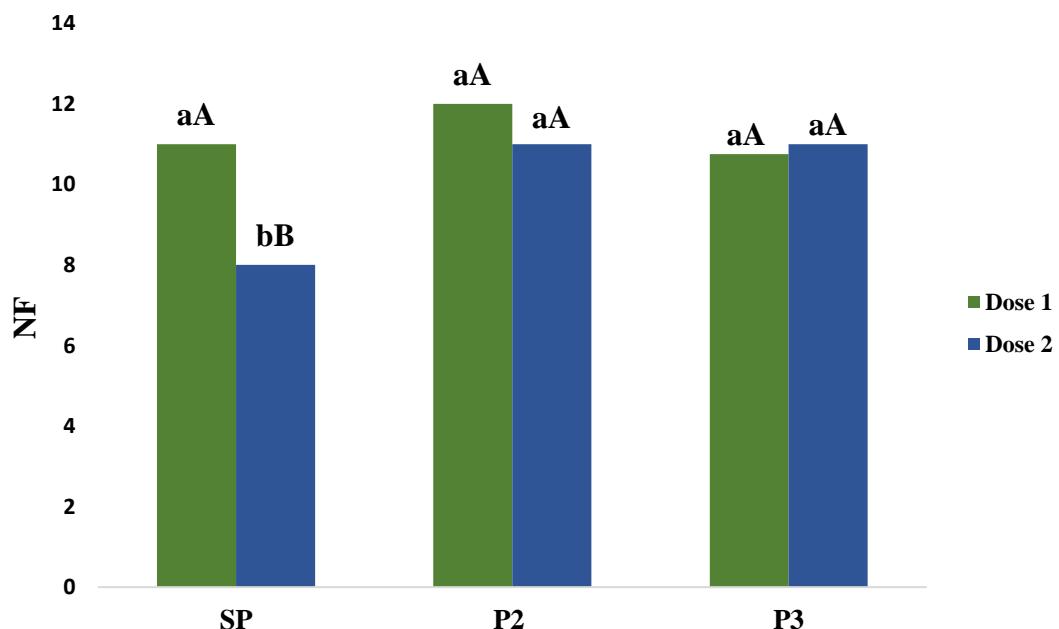
Figura 2. Médias de Altura de Plantas (AP) do feijão-caupi fertirrigado aos 45 DAP.



Pela análise da figura 2, é observado que o tratamento P2 foi superior em 64,43% do tratamento SP e 59,23% do tratamento P3 aos 45 DAP.

Neste contexto, a prática da adubação nitrogenada aos 15 DAP, pode ser considerada eficiente, do ponto de vista agronômico, uma vez que causou efeito sobre a variável altura de planta. Por outro lado, o parcelamento P2 obteve uma maior desenvoltura aos 30 DAP do que o tratamento SP. Comparando as médias de interação (Figura 3) das variáveis AP e NF na cultura do feijão- caupi, nota-se que quando as plantas foram adubadas via fertirrigação com uma dose de  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de ureia, obteve diferença de aproximadamente 4% em relação a adubação com uma dose de  $35 \text{ kg ha}^{-1}$  no tratamento SP.

FIGURA 3. Médias de Número de Folhas (NF) submetida a doses e parcelamento da ureia no cultivo do feijão-caupi via fertirrigação aos 30 DAP.



Pela análise da figura 3, é verificado que o tratamento P2 e P3 não houve diferença significativa entre eles, entretanto no tratamento SP a D1 se destacou da D2 em 27,27% na variável NF analisada neste trabalho.

Aos 45 dias do cultivo do feijão com fertirrigação, os resultados foram consistentes aos 30 DAP para a altura de planta (AP), ainda no estágio vegetativo. Em relação ao ciclo da cultura, é importante observar que as maiores quantidades de nutrientes são extraídas do solo entre 23 e 42 dias de cultivo (NEVES et al., 2009). No entanto, não houve significância para o número de folhas em nenhum dos fatores analisados. Ao atingir 65 DAP, durante o período de florescimento, formação e enchimento das vagens, o feijão cultivado com diferentes doses parceladas de nitrogênio não apresentou efeito significativo para os tratamentos.

Logo, a importância do equilíbrio na aplicação de nitrogênio e outros nutrientes para garantir altas produtividades no cultivo do feijão. Segundo Krzyzanowski et al., (2020), o equilíbrio entre os nutrientes no solo é mais eficaz do que simplesmente aumentar as quantidades de nutrientes isoladamente. Indica que uma série de fatores, incluindo as condições ideais para o desenvolvimento das plantas, influenciam a produtividade. Assim, a adubação é crucial, porém, deve-se seguir as recomendações para evitar resultados adversos, já que o desempenho da planta é influenciado pelo ambiente em que cresce.

Na Tabela 3, a variável de produção NVP não apresentou significância para nenhum dos fatores, assim como as variáveis PVP, NGP, MVPA e MSPA. Provavelmente as doses nitrogênio responsáveis pelas máximas produtividades, juntamente com os nutrientes contidos no solo, supriram e forma equilibrada o feijão.

TABELA 3. Resumo das análises de variância e coeficientes de variação para as variáveis de produção: Número de vagens por planta (NVP), peso de vagens por planta (PVP), número de grãos por planta (NGP), massa verde da parte aérea (MVPA) e massa da parte aérea (MSPA) e feijão-caupi cultivado sob diferentes parcelamentos de doses de ureia aos 75 DAP.

| CAUSA<br>DE<br>VARIAÇÃO | GL | QM       |          |          |          |          |
|-------------------------|----|----------|----------|----------|----------|----------|
|                         |    | 75 DAP   |          |          |          |          |
|                         |    | NVP      | PVP      | PGP      | MVPA     | MSPA     |
| Doses (I)               | 1  | 0,000 ns | 93,378ns | 2,666ns  | 22,310ns | 0,230ns  |
| Parcelamentos (II)      | 2  | 1,041ns  | 17,470ns | 40,500ns | 33,420ns | 3,1880ns |
| Interação (I x II)      | 2  | 2,625ns  | 45,555ns | 6,166ns  | 7,893ns  | 1,762ns  |
| Resíduo                 | 18 | 0,8057   | 42,459   | 52,027   | 40,845   | 4,415    |
| Total                   | 23 |          |          |          |          |          |
| CV (%)                  |    | 43,08    | 56,69    | 43,06    | 14,68    | 15,66    |

CV: Coeficiente de Variação; GL: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio; \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 <= p < .05); \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns não significativo (p >= 0,05).

As doses de N não tiveram efeito sob a quantidade de vagens. A estratégia de parcelamento também não apresentou aumento no estágio reprodutivo do feijão-caupi. Os parcelamentos também não obtiveram resultados significativos para todas as variáveis aos 75 de cultivo (Tabela 3). Na literatura, são descritas mudanças na distribuição de carboidratos nas raízes ao longo do crescimento das plantas, o que pode influenciar a forma de concentração de concentração de nitrogênio (referências de MICHAEL et al., (1970); REISENAUER, (1978), conforme citado por BELOW, (2002)).

## 5. CONCLUSÃO

A estratégia usada com o uso de N aplicado parcelado apresentou um aumento na altura das plantas do feijão aos 15, 30 e 45 DAP, entretanto esse efeito não foi constatado na produção da cultura, pois não apresentou efeito significativo no rendimento de vagens e grãos.

A dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> apresentou maior efeito no número de folhas aos 30 DAP, sendo a mais aproveitada tanto para desenvolvimento foliar quanto para alturas de plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M. F.; Fixação biológica de nitrogênio em feijão-caupi em resposta á inoculação com bradyrhizobium e diferentes doses de molibdênio. **DELOS: DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE**, v. 16, n. 45, p. 1748-1759, 2023.
- BANDEIRA, H. F. S; ALVES, J. M. A; ROCHA, P. R. R; STRUCKER, A; TRASSATO, L. B; VIEIRA, J. A; Crescimento inicial do feijão-caupi após aplicação de herbicidas em pôsemergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, 16(2), 112-121, 2017.
- BASTOS, E. A.; NASCIMENTO, S. P.; SILVA, E. M.; FREIRE FILHO, F. R.; GOMIDE, R. L. Identification of cowpea genotypes for drought tolerance. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p.100–107, 2011.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CENTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L, eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, Minas Gerais, p.375-470, 2007.
- COELHO, J. P. C., Silva, L. M. D., Pinheiro, A. C., Tristany, M., & Neto, M. D. C. Agricultura de precisão (pp. 2-33). **Associação dos Jovens Agricultores de Portugal**, 2009.
- DELBON, S. L. D. O. Utilização de inoculantes biológicos para fixação de nitrogênio em leguminosas. Ulbelândia, 2023.
- SILVA, P.; Andrade, P. P. PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO SOB DIFERENTES DOSES E FONTES DE NITROGÊNIO. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**-ISSN: 2674-9661, 4(1), 90-103, 2022.
- SANTANA, A. C.; KHAN, A. S.. Avaliação e distribuição dos ganhos sociais da adoção de novas tecnologias na cultura do feijão caupi no Nordeste. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 25, n. 2, p. 191-203, 2019.
- DOMINICO, C. D. F. T., Lustosa, S. B. C.; Ávila, F. W. Acúmulo de matéria seca e absorção de nitrogênio, fósforo e potássio por azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) cultivar BARjumbo. Research, Society and Development, 9(10), e8149109115-e8149109115, 2020.
- SOUZA, P. J. O. P., RAMOS, T. F., FIEL, L. D. C. S., NUNES, H. G. G. C., FARIAS, V. D. D. S.; SOUSA, D. D. P. PARTIÇÃO DE ASSIMILADOS NO FEIJÃO-CAUPIIRRIGADO POR GOTEJAMENTO EM CASTANHAL-PA. **IRRIGA**, 27(1), 64-78, 2022.
- SOUSA, V. F., Araújo, E. C. E., & Frazão, J. M. F. Aspectos fisiográficos e características ambientais da Baixada Maranhense para a produção de feijão-caupi. **Tecnologias de produção de feijão-caupi irrigado para consumo de grãos imaturos (verdes) na Baixada Maranhense**, 19, 2022.
- SILVA SOUZA, J., Martins, AF.;Pedrosa, LM. Importância de bactérias fixadas de nitrogênio no cultivo do feijão-caupi vigna unguiculata l.(walp). **Scientific Electronic Archives** , 14 (9), 2021.
- EMBRAPA**, 2022; Feijão-caupi; Disponível em:< <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao-caupi>>;Acessado em:< 18 de novembro de 2023>.

- FREITAS, J. B. S. Respostas fisiológicas ao estresse salino de duas cultivares de feijão-caupi. 2006. 135f. Tese (**Doutorado**) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. **Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.4, n.1, p.125-128, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (**IBGE**). (2022). Feijão. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/feijao/br>>; Acessado em: <15 de dezembro de 2023>.
- KRZYZANOWSKI, F. C., França-Neto, J. D. B., Gomes-Junior, F. G., & Nakagawa, J. Testes de vigor baseados em desempenho de plântulas. **Vigor de sementes: conceitos e testes**, 601-il, 2020.
- LEANDRO, E. V. D. S. Plantas de cobertura e cama de aves como fonte de nitrogênio na cultura do milho e do feijão em sucessão, 2022.
- MANTOVANI, G. L. Estudo da eficiência das táticas de manejo integrado de *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) em soqueiras de cana-deaçúcar (**Doctoral dissertation**, Universidade de São Paulo), 2023.
- MARCUSSI, F. F. Uso da fertirrigação e teores de macronutrientes em planta de pimentão. **Engenharia Agrícola**, 25, 642-650, 2005.
- MARTINS, R. N. L.; NÓBREGA, R. S. A.; SILVA, A. F. T.; NÓBREGA, J. C. A.; AMARAL, F. H. C.; COSTA, E. M.; MARTINS, L. V. **Nitrogênio e micronutrientes na produção de grãos de feijão-caupi inoculado**. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 4, p. 1577-1586, 2013.
- Nunes, R. T. C., Souza, U. O., Neto, A. C. A., Morais, O. M., Fogaça, J. J. N. L., Santos, J. L., Cardoso, A. D., & São José, A. R. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de doses de molibdénio e da população de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, 40(3), 2017.
- PORTELA, M. G. T. et al. Características agronômicas do milho submetido a fontes e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v. 10, n. 3, p. 248-258, 2016.n. 5, p. 23044-23059, 2020.
- QUINTANA, K. A. **Irrigação e fertirrigação por gotejamento para cana-de-açúcar na presença e ausência de boro**, 2010.
- RAMOS, J. G., de Lima, V. L. A., de Oliveira Pereira, M., do Nascimento, M. T. C. C., de Araujo, N. C., & de Araujo Pereira, M. C. Cultivo de milho híbrido com macronutrientes, urina humana e manipueira aplicados via fundação e fertirrigação. **IRRIGA**, 25(2), 420-431, 2020.

- SFREDO, G. J; OLIVEIRA, M. C. N. **Soja Molibdênio e Cobalto.** Londrina- PR, 2010;
- SANTOS, AVIZ, H.C.;BARRAL, D.S; SOARES, R.C; NASCIMENTO, J.T.;LIMA, V.M;SILVA, D.P;SILVA, J.F. Teor nutricional na folha e no fruto de pimentão fertirrigado, em função de tensões de água no solo e doses de nitrogênio. 2020.
- SANTOS, L. P. D., AQUINO, L. A., NUNES, P. H. M. P; XAVIER, F. O. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 12(3), 270-279,2013.
- SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIM, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.1, p. 131-141, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed. 719 p. 2014.
- VINHA, APC, Carrara, BH, Souza, EFS, dos SANTOS, JAF, & Arantes, SACM. Adsorção de fósforo em solos de regiões tropicais. *Nativa* , 9 (1), 30-35, 2021.