



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA

ROSE PAULA DESRAVINES

**PRODUÇÃO OTIMIZADA DE FEIJÃO-CAUPI IMATURO  
SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

MOSSORÓ

2022

ROSE PAULA DESRAVINES

**PRODUÇÃO OTIMIZADA DE FEIJÃO-CAUPI IMATURO  
SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada ao Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Francisco Bezerra Neto,  
Prof. Ph.D.

Co-orientadora: Jailma Suerda Silva de  
Lima, Profa. DSc.

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

D474P

DESRAVINES, ROSE PAULA.

PRODUÇÃO OTIMIZADA DE FEIJÃO-CAUPI IMATURO SOB  
ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO / ROSE PAULA  
DESRAVINES. - 2022.  
60 f. : il.

Orientador: FRANCISCO BEZERRA NETO.

Coorientadora: JAILMA SUERDA SILVA DE LIMA.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia,  
2022.

1. Vigna unguiculata. 2. Merremia aegyptia. 3. Calotropis  
procera. 4. Feijão-imaturo. 5.

Otimização agroeconômica. I. NETO, FRANCISCO

BEZERRA , orient. II. LIMA, JAILMA SUERDA SILVA DE, co-orient.

III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade  
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ROSE PAULA DESRAVINES

**PRODUÇÃO OTIMIZADA DE FEIJÃO-CAUPI IMATURO  
SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada ao Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Fitotecnia.

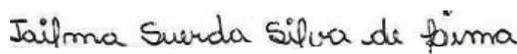
Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 25/03/ 2022

**BANCA EXAMINADORA**



Francisco Bezerra Neto, Prof. PhD. (UFERSA)  
Presidente



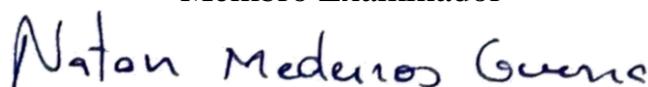
Jailma Suerda Silva de Lima, Prof. DSc. (UFERSA)  
Co-orientadora



Elizângela Cabral Dos Santos, Prof. DSc. (UFERSA)  
Membro Examinador



Vitor Abel da Silva Lino, Prof. DSc. (FATEC)  
Membro Examinador



Natan Medeiros Guerra, DSc. (EMATERCE)  
Membro Examinador

*À minha querida mãe, CARMÈNE HILAIRE  
(In Memoriam).*

*Ao meu pai, Jacques Desravines, aos meus irmãos.  
Ao meu noivo, Jodudson Alexis.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser a luz no meu caminho, pela saúde, força e esperança para realizar esse sonho.

Agradeço aos meus pais, Jacques Desravines e Carmène Hilaire, pelos ensinamentos, pelo amor e a educação que eles me deram. Agradeço aos meus irmãos: Ketié Desravines, Junie Desravines, Innocienne Desravines, Frantzdy Desravines e Jean Dudré Desravines, pelo apoio durante toda a caminhada para esta conquista.

Agradeço ao meu amado noivo, Jodudson Alexis, que, apesar da distância, tem me dado seu apoio incondicional, motivação, amor, carinho, compreensão, força para lutar nos momentos difíceis e chegar até aqui hoje.

Agradeço ao professor orientador Francisco Bezerra Neto, pelo seu profissionalismo, desde o início, quando eu não falava português ele sempre encontrava um jeito para me fazer entendê-lo. Obrigada pelos seus ensinamentos, orientações, dedicação, compreensão e paciência, pois sempre esteve disponível para me ajudar. Receba a toda minha gratidão, vai estar sempre gravado na minha memória como um grande professor que eu conheci durante meus estudos no Brasil, com muito amor e carinho.

À minha coorientadora, professora Jailma Suerda Silva de Lima, pelos ensinamentos, sugestões, pela coorientação e colaboração durante a realização deste trabalho. Pelas suas atenções no momento mais difíceis na minha vida, acolhida, amizade, carinho, apoio e cuidados.

Obrigada a todos meus professores (as) pelos ensinamentos, principalmente a professora Elizangela Cabral, por ser sempre disponível para mim.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pelo programa de bolsas Brasil-PAEC OEA/GCUB, pela oportunidade da realização de meus estudos de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço à Banca Examinadora por terem aceitado o convite e pela contribuição para o trabalho.

Agradeço aos meus Amigos e colegas: Vitor, Natan, Karla, Gerlani, Rayanna, Isaac, Jéssica e Erivan, por terem me ajudado no processo de realização deste trabalho.

Ao pessoal da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Horta do DCAF e aos técnicos do CPVSA/UFERSA, pela contribuição durante a condução do experimento no campo e nas análises em laboratório. Muito obrigada a todos.

Criamos nosso próprio destino pela maneira com a qual fazemos as coisas. Temos que aproveitar as oportunidades e sermos responsáveis pelas nossas escolhas.

Benjamin Solomon Carson

## RESUMO

DESRAVINES, R. P. **Produção otimizada de feijão-caupi imaturo sob adubação orgânica em ambiente semiárido**. 2022. 60f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2022.

A produção de grãos verdes do feijão-caupi constitui opção de renda e fonte de emprego para produtores da agricultura familiar. No entanto, não há informações sobre o uso de plantas espontâneas do bioma Caatinga como adubos verdes para produção dessa cultura. Diante disto, o presente trabalho teve como objetivo otimizar agronomicamente e economicamente a produção de feijão-caupi para grãos verdes e de seus componentes produtivos quando adubado com quantidades equitativas de biomassa das espécies jitrana (*Merremia aegyptia* L.) e flor-de-seda (*Calotropis procera* Ait.) em duas estações de cultivos em ambiente semiárido. Os experimentos foram conduzidos nos períodos de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021, e de outubro a dezembro de 2021, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró, RN. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de quantidades equitativas de biomassa de jitrana (*M. aegyptia*) e de flor-de-seda (*C. procera*) nas quantidades de 16, 29, 42, 55 e 68 t ha<sup>-1</sup>, em base seca. Em cada experimento, foram utilizados dois tratamentos adicionais – um sem adubo (testemunha absoluta) e outro com adubação mineral, para efeito de comparação com o tratamento de máxima eficiência física ou econômica. As características avaliadas no feijão-imaturo foram: altura de plantas (cm), comprimento de vagens verdes, número de vagens verdes por planta, produtividade de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes e produtividade e massa seca de grãos verdes. Além disso, os seguintes indicadores econômicos foram determinados: rendas bruta e líquida, custos operacionais de produção, taxa de retorno e índice de lucratividade. Os valores de máxima eficiência física (agrônomicas) otimizadas da produção de vagens foi de 3,90 t ha<sup>-1</sup> e para produtividade de grãos verdes foi de 4,06 t ha<sup>-1</sup>, com a incorporação ao solo de 45,07 e 50,48 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*, respectivamente. A máxima eficiência econômica da produção de grãos verdes do feijão-caupi foi alcançada na renda líquida de 5.826,12 R\$ ha<sup>-1</sup> e na taxa de retorno 1,29 reais por cada real investido com incorporação ao solo de 38,74 e 37,85 t ha<sup>-1</sup> de biomassa dos adubos verdes testados. O uso da biomassa dessas espécies como adubos verdes se apresenta como tecnologia viável para produtores de feijão-imaturo em monocultivo em ambiente semiárido.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, *Merremia aegyptia*, *Calotropis procera*, Feijão-imatura, Otimização agroeconômica.

## ABSTRACT

DESRAVINES, R. P. **Optimized production of immature cowpea under organic fertilization in semi-arid environment.** 2022. 60p. Thesis (Master of Science in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2022.

The production of green grains of cowpea constitutes in an income option and source of employment for producers who practice family farming. Given the lack of information on the use of spontaneous plants from the Caatinga biome as green manures for the production of green grains, the present work aimed to agronomically and economically optimize the production of cowpea for green grains and their components when fertilized with equitable biomass amounts of hairy woodrose (*Merremia aegyptia* L.) and roostertree (*Calotropis procera* Ait.) species in two cropping seasons in semi-arid environment. The experiments were conducted from December 2020 to February 2021 and from October to December 2021, at experimental farm Rafael Fernandes, Mossoró, RN. The experimental design used was in complete randomized blocks, with five treatments and five replications. The treatments consisted of equitable amounts of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass at amounts of 16, 29, 42, 55 and 68 t ha<sup>-1</sup> on dry basis. In each experiment, an additional treatment was planted with cowpea without fertilizer (absolute control) and another fertilized with mineral fertilizer for the purpose of comparison with the treatment of maximum physical or economic efficiency. The characteristics evaluated in cowpea were: plant height and length of green pods, number of green pods per plant and productivity of green pods, number of green grains per pod, weight of 100 green grains and productivity and dry mass of green grains. In addition, the following economic indicators were determined: gross and net incomes, operating production costs, rate of return and profit margin. The maximum optimized physical (agronomic) efficiencies of the production of pods and green grains of cowpea were reached in the productivity of green pods of 3.90 t ha<sup>-1</sup> and in the productivity of green grains of 4.06 t ha<sup>-1</sup>, with the incorporation into the soil of 45.07 and 50.48 t ha<sup>-1</sup> of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass, respectively. The maximum economic efficiency of the production of green grains of cowpea was reached in the net income of 5,826.12 R\$ ha<sup>-1</sup> and in the rate of return of 1.29 reals for each real invested with application to the soil of 38.74 and 37.85 t ha<sup>-1</sup> of tested green manures biomass. The use of these species biomass as green manures is a viable technology for cowpea producers in monoculture in a semi-arid environment.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, *Merremia aegyptia*, *Calotropis procera*, Immature cowpea, Agro-economic optimization.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Dados de temperaturas e umidade relativa do ar diária durante as estações de cultivos do feijão-caupi de 2020 e 2021.....28
- Figura 2** – Representação gráfica de uma parcela experimental de feijão-caupi solteiro plantado no espaçamento de 0,50 x 0,10 m.....29
- Figura 3** – Altura de plantas (A), comprimento de vagem verde (B), número de vagens verdes por planta (C) e produtividade de vagens verdes (D) de caupi em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos de 2020 e 2021.....33
- Figura 4** – Número de grãos verdes por vagem (A), peso de 100 grãos verdes (B), produtividade de grãos verdes (C) e massa seca de grãos verdes (D) de caupi em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos de 2020 e 2021. ....35
- Figura 5** – Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) do feijão-caupi imaturo em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos de 2020 e 2021.....38

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Valores médios para o tratamento controle ( $t_c$ ), para o tratamento de máxima eficiência física (mef), para os tratamentos com adubação verde ( $t_{av}$ ) e para o tratamento com adubação mineral ( $t_{am}$ ) na altura da planta, comprimento de vagens verdes, número de grãos verdes por vagens por planta, produtividade de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes, produtividade de grãos verdes e na massa seca de grãos verdes de feijão-caupi nas estações de 2020 e 2021.....44
- Tabela 2** – Valores médios para o tratamento controle ( $t_c$ ), para o tratamento de máxima eficiência econômica (mee), para os tratamentos com adubação verde ( $t_{av}$ ) e para o tratamento com adubação mineral ( $t_{am}$ ) na renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e no índice de lucratividade do feijão-caupi nas estações de 2020 e 2021.....45

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1	CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI.....	14
2.3	IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DO FEIJÃO-CAUPI.....	16
2.4	FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES .....	16
2.5	ADUBAÇÃO VERDE COM ESPÉCIES ESPONTÂNEAS DO BIOMA CAATINGA... 17	
2.5.1	Adubação verde .....	17
2.5.2	Características de flor-de-seda e jitirana.....	18
2.5.2.1	Flor-de-seda .....	18
2.5.2.2	Jitirana.....	19
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>
	<b>CAPÍTULO I. PRODUÇÃO OTIMIZADA DE FEIJÃO-CAUPI IMATURO SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO .....</b>	<b>26</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1</b>	<b>LOCALIZAÇÃO, CLIMA E SOLO DO ESTUDO .....</b>	<b>27</b>
2.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	28
2.3	CULTIVAR, PREPARO DO SOLO, MANEJO E PRÁTICAS CULTURAIS .....	29
2.4	CARACTERÍSTICAS E INDICADORES AVALIADOS .....	31
2.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS .....	32
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
3.1	CARACTERÍSTICAS DA PLANTA E DA VAGEM VERDE DO FEIJÃO-CAUPI .....	33
3.2	CARACTERÍSTICAS DOS GRÃOS VERDES DO FEIJÃO-CAUPI .....	35
3.3	INDICADORES ECONÔMICOS DO FEIJÃO-CAUPI .....	37
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) é bastante cultivado e comercializado no mundo. No Brasil, ele tem importância por ser consumido em todas as classes sociais, na forma de grãos secos, frescos ou imaturos, rico em proteínas (ROCHA et al., 2006; ROCHA, 2009; MELO et al., 2017). Na região Nordeste, essa cultura é considerada fonte de renda econômica familiar e geração de emprego. O aumento significativo da demanda de mercado consumidor do feijão-caupi agrega maiores valores nos grãos comercializados (OLIVEIRA; SANTOS, 2015; COELHO, 2016).

Na região centro-oeste, onde o feijão-caupi é cultivado por médios e grandes produtores utilizando tecnologia adequada, é possível verificar produtividade alta (FREIRE FILHO et al., 2017). Na região Nordeste, essa cultura é tradicionalmente cultivada por pequenos produtores rurais da agricultura familiar com pouco ou sem tecnologia, não conseguindo a cultura expressar todo seu potencial produtivo cujo produzido de 1.100 kg/ha a 1.703 kg/ha. Existem outros fatores que influenciam negativamente sua produtividade, tais como: pragas e doenças, condições edafoclimáticas, baixa fertilidade do solo, erosão, salinidade do solo e utilizações de práticas culturais inadequadas. Uma das alternativas para melhorar a situação é aumentar a fertilidade do solo, por meio do uso da adubação verde (SILVA et al., 2018).

Adubação verde é uma prática na qual as plantas são utilizadas como fonte de nutrientes. É uma alternativa aplicada para a recuperação de solos com baixa fertilidade, principalmente em áreas muito usadas na prática da monocultura, que leva o solo ao empobrecimento nutricional. O uso da adubação verde constitui opção para uma agricultura sustentável, pois melhora a estrutura física, química e biológica do solo, além de aumentar a qualidade nutricional da planta (PEREIRA et al., 2015; CARRILLO et al., 2019).

Várias espécies de plantas do bioma Caatinga, como Jitirana (*Merremia aegyptia*), da família *Convolvulaceae* (ALMEIDA et al., 2015; SILVA et al., 2020), e a Flor-de-seda (*Calotropis procera*), pertencente à família *Asclepiadaceae*, têm sido utilizadas com adubos verdes devido às suas elevadas produções de fitomassa e teores nutricionais.

Alguns trabalhos têm sido realizados, mostrando o efeito positivo dessas espécies como adubo verde na produção de hortaliças. Nunes et al. (2018), estudando o efeito da adubação verde com a Jitirana na eficiência agroeconômica da produção de rabanete, obtiveram máxima produtividade comercial de raízes de 7,86 t ha<sup>-1</sup>, na dose de 49,29 t ha<sup>-1</sup>.

Vieira et al. (2018), estudando a adubação do feijão-caupi com diferentes doses de biomassa de flor-de-seda, alcançaram produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça de 3,27 t na dose de 62,8 t ha<sup>-1</sup>.

Utilizações equitativas dessas espécies, ainda são pouco exploradas em cultivo solteiro do feijão-caupi para produção de grãos verdes. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo otimizar agrônomicamente e economicamente a produção de feijão-caupi para grãos verdes e seus componentes quando adubado com quantidades equitativas de biomassa das espécies espontâneas Jitirana e Flor-de-seda do bioma Caatinga, em dois anos de cultivo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

O feijão-caupi tem origem na África, sendo encontrado em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. É uma leguminosa de alta importância econômica, alimentar e nutricional, sendo cultivada em mais de 100 países. No ranking dos maiores produtores de feijão está a cidade de Myanmar, na Índia. China e Brasil são os maiores produtores no mundo, sendo responsáveis por mais de 60% de toda a produção em 2020 (SALVADOR, 2020).

Os maiores exportadores dessa leguminosa são: Estados Unidos, Peru, Brasil, Níger, Mali, Burkina Faso, Benin, Chade, Camarões, Myanmar e Tailândia. Como maiores importadores se destacam Canadá, Portugal, Espanha, Grécia, Reino Unido, Bélgica, Argélia, Egito, Nigéria, Gana, Costa do Marfim, Togo, Gabão, Emirados Árabes Unidos, Israel, Índia e Turquia (FREIRE FILHO et al., 2011).

Essa leguminosa foi trazida para o Brasil pelos colonizadores portugueses no século XVI para o estado da Bahia, onde apresentou boa adaptação ao clima da região, apesar de ter sido lançado em todas as áreas brasileiras para ser produzido. Sua produção está concentrada nas regiões Centro-oeste, Norte e Nordeste, colocando o Brasil como um dos maiores produtores e consumidores do feijão-caupi (PENHA FILHO et al., 2017).

De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (2021), no Brasil a produção de feijão-caupi total (1ª, 2ª e 3ª) da safra 2020/21 foi de 625,2 mil t, em uma área de 1349,6 mil hectares. As regiões Norte e Nordeste representam a maior área semeada com um total de 1158,3 mil hectares. Na comparação ao ano anterior, observou-se diminuição de 11,4% no seu rendimento.

Na região Nordeste, apesar de sua posição geográfica, onde a maior parte de seus territórios está no semiárido, o uso de baixa tecnologia de manejo de solo e fatores climáticos limitam a produtividade do feijão-caupi e dificultam sua exploração. Essa região destaca-se como maior produtora nacional de feijão-caupi devido à sua grande quantidade de área cultivada.

## 2.2 BOTÂNICA DO FEIJÃO-CAUPI E CARACTERÍSTICAS DE CULTIVO

O feijão-caupi é uma planta autógama, dicotiledôneas, pertencente à ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, secção *Caatinga*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp (OLIVEIRA et al., 2017).

É conhecido por diferentes nomes a depender da região produtora. No Nordeste, por exemplo, é conhecido como feijão macassar, feijão-de-corda, feijão-de-moita e feijão catador. Na região Norte, é conhecido por feijão-de-praia (SALVADOR, 2018). Assim como outras culturas, possui maior desenvolvimento em solo bem drenado e fertilizado. Na fase de prefloração até a emergência da vagem, a cultura do feijão-caupi tem necessidade de teores nutritivos adequados de N, P, K, Ca e Mg nas seguintes faixas: de 39 – 42 g.kg<sup>-1</sup>; 2,6 – 2,9 g kg<sup>-1</sup>; 14,4 – 17,8 g kg<sup>-1</sup>; 13,3 – 16,4 g kg<sup>-1</sup> e 5,2 – 5,5 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente (LINHARES, 2007). O feijão-caupi requer temperatura em torno de 18°C a 35°C e precipitação pluviométrica média entre 300 e 400 mm bem distribuída durante seu ciclo produtivo (COSTA; SOUZA e SILVA, 2020).

Quando exposto às condições extremas de estresse por alta temperatura, pode ocorrer o abortamento excessivo de flores, redução do vigamento, retenção final de vagens e número de sementes por vagem. Essas condições também contribuem para a ocorrência de várias doenças e pragas que podem reduzir o rendimento. Por outro lado, quando submetido à baixa temperatura atrasa o florescimento, inibindo o crescimento, aumentando o ciclo da cultura e reduzindo o número de vagens por planta (COSTA; SOUZA e SILVA, 2020).

É uma planta rústica de ampla adaptação em condições edáficas desfavoráveis, em clima quente, úmido ou semiárido e também em todos os tipos de solo com baixa fertilidade, graças à possibilidade de associação com bactérias do gênero *Rhizobium* fixadoras de nitrogênio (TEIXEIRA et al., 2006).

No mercado existe grande variedade de genótipos de feijão-caupi. A cultivar a ser escolhida vai depender da preferência local. A variedade BRS-Tumucumaque é um dos materiais que apresentam grãos brancos, bem formados no padrão e com muita preferência e aceitação pelos consumidores do mercado nacional, sendo recomendado nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima, Alagoas, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Mato Grosso do Sul, dentre outros (CAVALCANTE, 2014).

Apresenta características como porte semiereto, ciclo produtivo considerado precoce variando entre 65 a 70 dias após o plantio e densidade populacional recomendada de 200 mil plantas/ha<sup>-1</sup> (OLIVEIRA, 2013; OLIVEIRA et al., 2014).

### 2.3 IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL DO FEIJÃO-CAUPI

No que diz respeito à importância nutricional, o feijão-caupi é uma leguminosa comestível, destacando-se como principal fonte de proteína vegetal na dieta das populações de baixa renda, sendo considerado como alimentação básica, capaz de combater carências nutricionais. Por possuir elevadas concentrações de potássio e magnésio, seu consumo é muito eficaz para quem deseja manter uma vida saudável (CARVALHO et al., 2012).

É rico em proteínas, com valores médios de 20 a 26% em 100g de sementes, carboidratos, elevados teores de minerais, como ferro e zinco e fibras que apresentam efeito hipoglicêmico e hipocolesterolêmico, além de compostos fenólicos com alta atividade antioxidante. Sua ingestão contribui na prevenção de algumas doenças como anemia, câncer e doenças cardiovasculares (OLIVEIRA et al., 2021; NKUNDABOMBI et al., 2016), além de combater a diabetes Mellitus, obesidade, redução do colesterol, dentre outros. Ele é utilizado no processo de biofortificação, para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos (FROTA et al., 2017).

### 2.4 FEIJÃO-CAUPI PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS VERDES

A produção de feijão-caupi para os grãos verdes reflete grande vantagem do ponto de vista econômico, tornando-se uma opção promissora de renda para os agricultores familiares (ROCHA et al., 2012). Seu sistema de produção para grãos verdes apresenta potencial econômico, e é maior quando produzido na entressafra por proporcionar aumento nos preços do produto no mercado (FREIRE FILHO et al., 2007). O feijão verde representa um segmento de mercado de grande importância, sobre o qual há poucas informações envolvidas tanto na produção quanto na comercialização (FREIRE FILHO et al., 2017).

O feijão-caupi, conhecido como feijão verde ou imaturo, é consumido ainda nos primeiros estágios de desenvolvimento dos grãos, quando as vagens terminam o enchimento de grãos, param de acumular fotossintatos e começam o processo de desidratação, apresentando mudança de cor, quer sejam verdes ou roxas, quando atingirem de 60 a 70% de teor de água (MENDONÇA et al., 2015). Assim, nessa fase os grãos verdes do feijão possuem de fibra 7,54g para cada 100g<sup>-1</sup> de feijão verde e índice glicêmico de 46,88 g respectivamente (SALGADO et al., 2005).

A demanda da produção e comercialização do feijão verde está crescendo em países com: Índia, China, Indonésia, Estados Unidos e também no Brasil. Portanto, nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, o mercado de feijão fresco (imaturo) teve crescimento

satisfatório, sendo comercializado ainda nas vagens ou grãos debulhados. Os grãos frescos são muito perecíveis, vende-se embalado em sacos de 500 gramas sob condição de refrigeração para mantê-lo durante muito tempo (ROCHA, 2009). O seu consumo é bastante popular sendo utilizado em diversas receitas culinárias nordestinas na forma de farofas, baião-de-dois e aos poucos expandindo na prática culinária de outras regiões do Brasil (ANDRADE et al., 2010).

## 2.5 ADUBAÇÃO VERDE COM ESPÉCIES ESPONTÂNEAS DO BIOMA CAATINGA

### 2.5.1 Adubação verde

Adubação verde é uma prática aplicada no cultivo agrícola que consiste na incorporação ao solo de material vegetal, capaz de fornecer às plantas o aporte de nutrientes necessários para completar o seu ciclo produtivo. Essa prática traz benefícios como aumento da quantidade de matéria orgânica no solo, reciclagem de nutriente, controle de planta daninhas, aumento na retenção de água no solo, diminuição na erosão, bem como promoção da atividade microbiana e reposição de nutrientes absorvidos pelas plantas, além de ser conhecida por suas vantagens de proteção e recuperação do solo (OLIVEIRA et al., 2011).

De acordo com Vargas et al. (2017), a adição da adubação verde é capaz de aumentar a acumulação de N disponível no solo, essencial para as culturas. Um dos principais papéis da adubação verde é aumentar o conteúdo de matéria orgânica, facilitar a atividade de troca de cátion e liberação de nutrientes para melhor aproveitamento pelas plantas (ABRANCHES et al., 2021).

Diversas espécies vegetais podem ser utilizadas como adubo verde, entretanto, cada uma possui suas próprias características, como, por exemplo, a produção de matéria seca, concentração de nutrientes na sua parte superior, raízes profundas, decomposição rápida, velocidade de crescimento, rusticidade e capacidade fixação de nitrogênio atmosférico (SARTORI et al., 2011). As leguminosas são grandemente conhecidas por serem utilizadas como adubo verde, reduzindo a população nematoide do solo, garantindo boa capacidade de modulação, além de fixação biológica de nitrogênio atmosférico. O uso da matéria vegetal não decomposta é considerado uma das principais opções no processo de incrementar a fertilidade do solo, aumentar a produção e a qualidade da cultura (TAVARES JÚNIOR et al., 2015; MUSYOKA et al., 2017).

Essa técnica é uma estratégia econômica que pode ser aplicada por pequenos e médios produtores de hortaliças, reduzindo o custo de produção e aquisição fácil. Os adubos verdes

proporcionam resultados promissores na agricultura. Vários trabalhos realizados em condições semiáridas têm dirigido sua atenção a plantas espontâneas ou exóticas do bioma Caatinga (OLIVEIRA et al., 2010; MORAIS et al., 2018).

Espécies do bioma Caatinga são encontradas em quase toda a região Nordeste do Brasil. De acordo com os dados do Ministério do Meio Ambiente (2020), elas ocupam uma área de 844.453 km<sup>2</sup> ou 11% do território nacional. São muito rústicas e apresentam resistência à condição climática desfavorável.

Dentre as principais famílias das espécies da Caatinga existem cerca de 278 espécies de *leguminosae*, 103 espécies de *Convolvulaceae* e 66 espécies de *Poaceae* (GARIGLIO et al., 2010). De acordo com o Instituto Brasileiro de Florestas (2020), a vegetação da Caatinga é caracterizada por árvores baixas, troncos tortuosos e que possuem espinhos e folhas que caem no período da seca, com exceção do juazeiro.

Algumas delas têm alta capacidade de produção de biomassa utilizada como adubo verde para incrementar os rendimentos, dentre elas a Flor-de-seda (*Calotropis procera* Ait. R. Br) (FAVACHO et al., 2017) e a Jitirana (*Merremia aegyptia* L.) (BEZERRA NETO, 2014), que vêm sendo estudadas como espécies em potencial.

## **2.5.2 Características de flor-de-seda e jitirana**

### **2.5.2.1 Flor-de-seda**

A flor-de-seda (*Calotropis procera* Ait. R. Br) é uma planta exótica, originária da África Tropical e Índia, pertencente à família (*Asclepiadaceae*), encontrada nas regiões tropicais do mundo. É uma planta ereta perene, e de porte arbustivo ou arbóreo, podendo atingir de 2,5 até 6 metros de altura (SOUSA et al, 2018; OLIVEIRA-BENTO et al., 2013).

Foi introduzida no Brasil supostamente como planta ornamental e foi disseminada na região semiárida por meio do vento. Na região Nordeste do Brasil, ela é conhecida como algodão de seda, algodão da praia, leiteira, paininha-de-seda, saco-de-velho, leiteiro, queimadeira, pé-de-balão, janaúba e ciúme (MELO et al., 2001).

A Flor-de-seda é caracterizada como uma planta rústica por ser adaptada a condições semiáridas, bastante prolífica e resistente ao corte, com rebrota rápida e capacidade de permanecer com as folhas mesmo no período crítico de estresse hídrico. Tem a capacidade de fornecer biomassa ao longo do ano, mesmo em período mais seco, além de possuir tolerância à salinidade. É usada como forrageira para produção de feno para consumo animal (ANDRADE et al., 2005; ALMEIDA et al., 2015).

Com relação às composições nutricionais, Nunes et al. (2018), analisando amostras de matéria seca de Flor-de-seda em relação a quantidade de nutrientes, obtiveram os seguintes valores: N = 18,4 g kg<sup>-1</sup>; P = 3,1 g kg<sup>-1</sup>; K = 14,5 g kg<sup>-1</sup>; Ca = 16,3 g kg<sup>-1</sup> e Mg = 13,5 g kg<sup>-1</sup>, com excelente relação C: N de 25:1, respectivamente.

Os resultados de alguns trabalhos desenvolvidos mostram o sucesso de utilizar da Flor-de-seda como adubo verde. Moraes et al. (2019) estudaram o desempenho agrônomico e biológico da beterraba em consórcio com feijão-caupi adubado com Flor-de-seda, observando a maior produção de vagem verde de 2,08 t ha<sup>-1</sup> na quantidade de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup>. A quantidade de 62,8 t ha<sup>-1</sup> de Flor-de-seda incorporada ao solo proporcionou produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça de 3,27 t ha<sup>-1</sup> (VIEIRA et al., 2018). No consórcio de caupi-hortaliça e beterraba, mostrou-se eficiente, e o melhor desempenho agrônomico do peso de 100 g de grãos verdes foi de 32,1 g com produtividade total de raízes de 22,23 t ha<sup>-1</sup> obtidos na quantidade de 47,53 t ha<sup>-1</sup> e 55 t ha<sup>-1</sup> de Flor-de-seda, respectivamente (MEDEIROS et al., 2019).

#### 2.5.2.2 Jitirana

A Jitirana (*Merremia aegyptia* L.), comumente conhecida como jitirana-de-batata e corda de viola, é planta nativa do sertão, espécie herbácea, trepadeira anual, caule cilíndrico, folhas alternas membranáceas, com cinco segmentos, palmadas, com sua face ventral e dorsal esparsamente pilosa, pertencente à família das *Convolvulaceae* (LINHARES et al., 2012).

Apresenta desenvolvimento rápido principalmente no período chuvoso, acumula alta quantidade de biomassa no período da floração. Tem a capacidade de produzir elevados valores de matéria seca e verde com teores aproximados de 36000 e 4000 kg ha<sup>-1</sup> (LINHARES et al., 2013). Silva et al. (2021b) encontraram na sua matéria orgânica composição químicas de N = 11,40 g kg<sup>-1</sup>; P = 2,36 g kg<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> = 10,5 g kg<sup>-1</sup>; Ca = 8,30 g kg<sup>-1</sup>; Mg = 9,75g kg<sup>-1</sup> com boa relação C/N de 25/1. Além de utilizada como forrageira na dieta animal, por ser muito apreciada pelos animais principalmente caprinos, ovinos e bovinos, é utilizada como fertilizante que proporciona proteção e recuperação de solo.

Pesquisas realizadas têm revelado que a prática de incorporação de biomassa seca de Jitirana em algumas culturas têm mostrado resultados satisfatórios na produção de hortaliças folhosas e tuberosas, como aumento no rendimento de massa verde das culturas de alface (BEZERRA NETO et al., 2011). Silva et al. (2020) avaliaram indicadores de viabilidade agrônomico e econômica para o caupi-hortaliça sob adubação verde com espécies de Jitirana, obtendo máxima eficiência agrônomico da produção de grãos verdes de 2,29 t ha<sup>-1</sup> na

quantidade de biomassa  $45,35 \text{ t ha}^{-1}$ . Silva et al. (2021a) encontraram as maiores vantagens agronômicas do consórcio de cenoura e feijão-caupi com UET e RAET de  $2,60$  e  $4,16 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente, para as quantidades de biomassa de *M. aegyptia* de  $46,42$  e  $47,82 \text{ t ha}^{-1}$ , adicionadas ao solo.

## REFERÊNCIAS

- ABRANCHES, M. O. et al. Contribuição da adubação verde nas características químicas, físicas e biológicas do solo e sua influência na nutrição de hortaliças. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, n.p, 2021.
- ALMEIDA, A. E. S. et al. Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 79-85, 2015.
- ANDRADE, F. N. et al. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 253-258, 2010.
- ANDRADE, M. V. M. **Aspectos fenológicos, produtivo e qualitativo da Flor-de-Seda**. 20005. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Paraíba, 2005.
- BEZERRA NETO, F. Desempenho agrônômico da alface em diferentes quantidades e tempos de decomposição de jitrana verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 6, n. 2, p. 236-242, 2011.
- BEZERRA NETO, F. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n.2, p. 305-311, 2014.
- CARRILLO, C. et al. Organic versus conventional beetroot. Bioactive compounds and antioxidant properties. **LWT - Food Science and Technology**, Burgos, v. 116, p. 1-7, 2019.
- CARVALHO, J. L. V.; NUTTI, M. R. Biofortificação de produtos agrícolas para nutrição humana. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64., 2012, São Luís. Ciência, cultura e saberes tradicionais para enfrentar a pobreza. São Luís: SBPC: UFMA, 2012.
- CAVALCANTE, E. S. et al. BRS Tumucumaque cultivar de feijão-caupi para o Amapá e outros estados do Brasil. **Comunicado Técnico**, Macapá, 5p, 2014.
- COELHO, L. **Qualidade pós-colheita de feijão-caupi Tumucumaque para consumo como vagem hortaliça**. 2016. 30p. (Trabalho de conclusão do curso de Biologia) - Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2016.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Nono levantamento safra 2020/21. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**, Brasília, v. 8, n.9, p. 1-121, 2021. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.
- COSTA, A. F.; SOUZA, M. C. M.; SILVA, K. R. G. Feijão-caupi: do plantio ao armazenamento, In: **Cadernos das Semiáridas riquezas & oportunidades / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco**. Recife, v. 17, n. 3 (2020). CREA-PE: Editora UFRPE, 2020.
- FAVACHO, F. S. et al. Eficiência produtiva e econômica do consórcio de cenoura x caupi proveniente de adubação verde e arranjos espaciais, **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48 n. 2, p. 337-346, 2017.

FREIRE FILHO, et al. Cultura aspectos socioeconômicos. In: VALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (org.). **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa: MG: UFV, cap. 1, p. 9-34, 2017.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Feijão-Caupi no Brasil Produção, Melhoramento Genético, Avanços e Desafios, **Embrapa Meio Norte**, Teresina, 84 p, 2011.

FREIRE FILHO. R. F. F. et al. Panorama da cultura do feijão-caupi no Brasil. In: Workshop sobre a Cultura do Feijão-Caupi em Roraima, 2007. **Anais Boa Vista**, Embrapa Roraima, p. 11-14, 2007.

FROTA, K. M. G. et al. Qualidade nutricional da proteína de *Vigna unguiculata* L. Walp. e de seu isolado proteico. **Revista Ciência Agronômica**, São Paulo, v. 48, n. 5, p. 792-798, 2017.

GARIGLIO, M. A. et al. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**, 2. Ed. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

Instituto Brasileiro de Florestas (IBF)- Bioma Caatinga. Disponível em <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-caatinga>. Acesso em: 10 jan. 2022.

LINHARES, L. C. F. **Comportamento de três cultivares de caupi, submetidas à omissão de nutrientes, cultivados em amostras de Gleissolo de Várzea do rio Pará**. 2007. 58p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

LINHARES, P. C. F. et al. Otimização da quantidade de jitirana incorporada ao solo no rendimento agrônômico do rabanete, agropecuária científica no Semi-Árido. **Revista ACSA-OJS**, Patos, v. 9, n. 2, p.42-48, 2013.

LINHARES, P. C. F. et al. Proporções de jitirana (*Merremia Aegyptia* L.) com flor-de-seda (*Calotropis Procera* (Ait.) R. Br.) no rendimento de Coentro. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 8, p. 44-48, 2012.

MEDEIROS, M. L. S. et al. Consorciação de caupi-hortaliça e beterraba sob diferentes quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 12-20, 2019.

MELO, M. M.; VAZ, F. A.; GONÇALVES, L. C.; SATURNINO, H. M. Estudo fitoquímico da *Calotropis procera* Ait., sua utilização na alimentação de caprinos: Efeitos clínicos e bioquímicos séricos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 2, n.1, p. 15-20, 2001.

MELO, N.Q.C. et al. Chemical characterization of green grain before and after thermal processing in biofortified cowpea cultivars. **Revista. Ciência. Agronomico**. Fortaleza, v.48, n.5, p.811-816, 2017.

MENDONÇA, C. A. et al. Caracterização fenológica associada a graus-dia em genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes, **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia v. 11, n. 21, p.485-496, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Bioma Caatinga**, Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em: 08 set. 2020.

MORAES, E. C. et al. Habilidade competitiva e biológica do consórcio beterraba com caupi-hortaliça proveniente de adubação verde e de arranjos espaciais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n. 5, p. 433-442, 2018.

MORAES, E. C et al. Effects of different roostertree (*Calotropis procera*) amounts and spatial arrangements on the performance of the beet-cowpea intercropping system. **Australian Journal of Crop Science**, Australia, v. 13, n. 4, p. 486-493, 2019.

MUSYOKA, M. W. et al. Effects of organic and conventional farming systems on nitrogen uptake and use efficiencies of potato, maize and vegetables in the sub humid region of Central highlands of Kenya; **European Journal of Agronomy**, v.86, p.24-33, 2017.

NKUNDABOMBI, M. G.; NAKIMBUGWE, D.; MUYONGA, J. H. Effect of processing methods on nutritional, sensory, and physicochemical characteristics of biofortified bean flour. **Food Science & Nutrition**, Uganda, v. 4, n. 3, p. 384–397, 2016.

NUNES, R. L. C. et al. Agro-economic responsiveness of radish associations with cowpea in the presence of different amounts of *Calotropis procera*, spatial arrangements and agricultural crops, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 42, n. 4, p. 350-363, 2018.

OLIVEIRA, A. M. C. et al. Produção de alimentos na base do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): Importância nutricional e benefícios para a saúde. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. (org.). **Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças**. Natal: IFRN, 2015.

OLIVEIRA, F. L. et al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de leguminosas utilizadas para adubação verde, **Revista Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p. 503-508, 2010.

OLIVEIRA, I. J. et al. Embrapa Meio-Norte, BRS Tumucumaque Cultivar de Feijão-Caupi com Valor Nutritivo para o Amazonas. **Comunicado Técnico**, Manaus, 4p, 2014.

OLIVEIRA, R. S. et al. Improved grain yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) under water deficit after inoculation with *Bradyrhizobium elkanii* and *Rhizophagus irregularis*, **Crop and Pasture Science**, Portugal, v. 68, n. 11, p. 1052-1059, 2017.

OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. et al. Biometria de frutos e sementes e germinação de *Calotropis procera* Aiton (Apocynaceae) **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p.1194-1205, 2013.

PENHA FILHO, N. et al. Estudo sobre a produtividade de feijão caupi “verde” consorciado com milho em função da colheita parcelada das vagens, **Agrarian Academy**, Goiânia, v. 4, n. 7, p. 246-254, 2017.

PEREIRA, L. B. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 1, p. 29-38, 2015.

ROCHA, M. M. O feijão-caupi para consumo na forma de grãos frescos, **Agrosoft Brasil**, 2009. Disponível em: <http://www.agrosoft.org.br/agropag/212374.htm>. Acesso em: 10 jan. 2022.

ROCHA, M. M. Avaliação agronômica de genótipos de feijão caupi para produção de grãos verdes. **Embrapa Meio-Norte**, Teresina, 16 p. 2006.

ROCHA, M. M. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi quanto a produção de grãos frescos, em Teresina-PI. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 14, n. 1, p. 40-55, 2012.

SALGADO, S. M. et al. Modificação da concentração de amido resistente em feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Por tratamento hidrotérmico e congelamento, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 259-264, 2005.

SALVADOR, C. A. Feijão- análise da conjuntura agropecuária, SEAB **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**, Pará, 6p, 2018.

SALVADOR, C. Diagnostico feijão - Divisão de Conjuntura Agropecuária, DERAL **Departamento de Economia Rural**, Paraná, 5p, nov. 2020.

SARTORI, V. C. et al. Adubação verde e compostagem, estratégias de manejo do solo para conservação das águas. **Cartilha para agricultores**, Caxias do Sul, p. 1-17, 2011.

SILVA, J. N. et al. Agronomic and economic feasibility indicators for cowpea-vegetable under green manure in a semiarid environment. **Revista Ciencia Agronomica**, Fortaleza, v. 51, n. 2, p. 1-11, 2020.

SILVA, J. N. et al. Sustainability of carrot-cowpea intercropping systems through optimization of green manuring and spatial arrangements. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 51, n. 1, p. 1-13, 2021a.

SILVA, J. N. et al. Agro-economic indicators for carrot under green manure in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 2, p. 257-265, 2021b.

SILVA, M. B. O. et al. Desempenho agronômico de genótipos de feijão-caupi. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 41, n. 4, p. 1059-1066, 2018.

SOUSA, D. M. et al. Agro-economic performance of the association of beet with green cowpea in different amounts of hairy woodrose. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 22, n. 3, p. 194-199, 2018.

TAVARES JUNIOR, J. B. et al. Produção de fabáceas para adubação verde no agreste paraibano. **Revista de Biologia & Farmácia e Manejo Agrícola**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 47-58, 2015.

TEIXEIRA, N. J. P. et al. Produção, componentes de produção e suas inter-relações em

genótipos de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp. ], In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 1; REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 6, **Tecnologias para o agronegócio: anais, Embrapa Meio-Norte**, Teresina, 2006.

VARGAS, T. O. et al. Green manure-15 N absorbed by broccoli and zucchini in sequential cropping, **Scientia Horticulturae**, v. 214, n. 1, p. 209-213, 2017. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423816305970>. Acesso em: 10 jan. 2022.

VIEIRA, F. A. et al. Technical-economic efficiency of the yield of green grains of cowpea fertilized with roostertree. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 2, p. 504-510, 2018.

## CAPÍTULO I. PRODUÇÃO OTIMIZADA DE FEIJÃO-CAUPI IMATURO SOB ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

### 1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L) Walp.] é uma leguminosa de grande importância social, nutricional e econômica, nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. É cultivado em mais de 100 países e geradora de emprego e renda para milhares de pessoas (ROCHA et al., 2013). No Brasil, o caupi é cultivado em sua maioria nas regiões Norte e Nordeste, onde se constitui como alimento básico para as classes de menor poder aquisitivo (SANTOS et al., 2014). Em termos nutricionais, essa leguminosa constitui-se importante fonte de proteínas (23 a 25% em média) e carboidratos, destacando-se pelo alto teor de fibras alimentares, vitaminas e minerais, além de possuir baixa quantidade de lipídios que, em média, é de 2% (FROTA et al., 2008).

Essa cultura devido a sua grande variabilidade genética é utilizada para várias finalidades em diversos sistemas de produção, podendo ser comercializado na forma de grãos secos, grãos verdes, vagens verdes e sementes, porém o mercado de feijão-caupi gira em torno, principalmente da produção de grãos secos e grãos verdes ou imaturos (ROCHA et al., 2012; ALMEIDA et al., 2010). A cultura do feijão-caupi no sistema produção na forma de grãos verdes ou imaturos é tratada como uma hortaliça pelas famílias da zona rural, denominando-o de caupi-hortaliça, pois sua produção representa uma fonte alternativa de renda para esses produtores (ROCHA et al., 2012).

A necessidade de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade do produto e reduzir os custos de produção, desperta em pesquisadores, extensionistas e produtores a ideia de avaliar o grau de interferência de fatores como tipo de cultivar, adubação orgânica (adubação verde), entre outros. Ultimamente, o uso da adubação verde com espécies espontâneas do bioma Caatinga tem sido uma das práticas de manejo utilizadas no cultivo orgânico de hortaliças no semiárido nordestino (SILVA et al., 2021a,b; SANTANA et al., 2021).

Dentre essas espécies de adubos verdes usadas estão a jiterana (*Merremia aegyptia* L.) e a flor-de-seda (*Calotropis procera* Ait.). De acordo com Linhares et al. (2012), essas espécies possuem qualidades de “bons fertilizantes”, pois tem um bom aporte de nutrientes, excelente produção de biomassa e uma baixa relação C/N, o que proporciona uma decomposição e liberação mais rápida de nutrientes para as plantas.

Pesquisas realizadas no semiárido brasileiro com essas espécies espontâneas jitirana e flor-de-seda como adubos verdes em cultivos solteiros das hortaliças beterraba e rabanete (LINO et al., 2021b) e em cultivos consorciados das hortaliças rabanete e rúcula (SÁ et al., 2021), beterraba e alface (GUERRA et al., 2021) e beterraba e rúcula (LINO et al., 2021a) têm apresentado retornos bio-econômicos promissores.

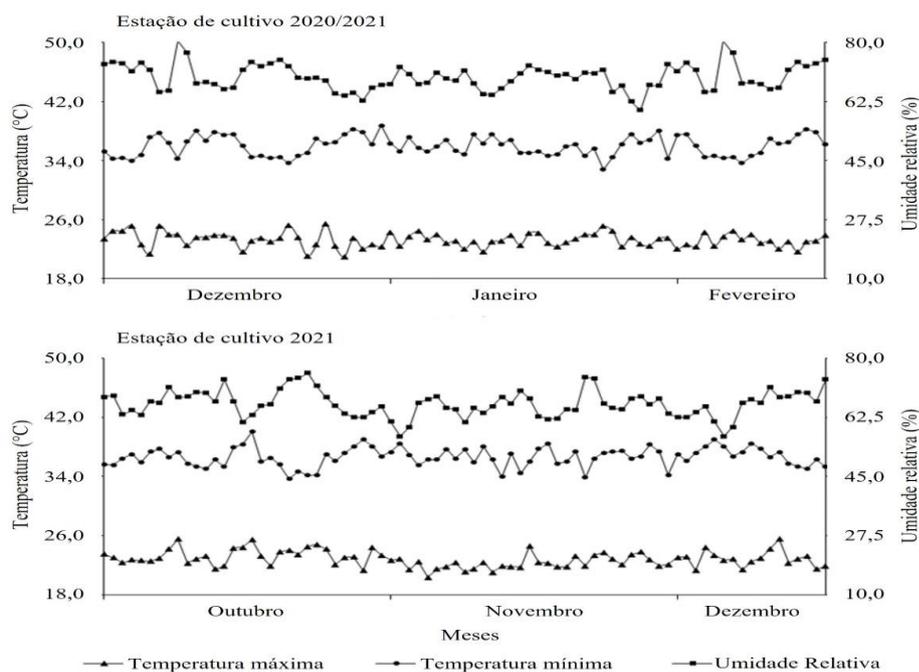
Diante da falta de informações sobre o uso dessas espécies espontâneas como adubos verdes em cultivo solteiro de feijão-caupi para produção de grãos verdes, o presente trabalho teve como objetivo otimizar agronômica e economicamente a produção de feijão-caupi para grãos verdes e de seus componentes quando adubado com quantidades equitativas de biomassa das espécies espontâneas jitirana e flor-de-seda do bioma Caatinga, em duas estações de cultivos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO, CLIMA E SOLO DO ESTUDO

Dois experimentos foram conduzidos no período de dezembro de 2020 a fevereiro de 2021 e de outubro a dezembro de 2021 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal do Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Alagoinha, aproximadamente 20 km de Mossoró-RN, sob a latitude de 5° 03' 37" S e longitude de 37° 23' 50" W e altitude de 80 m.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen Geiger, é seco e muito quente com duas estações: uma seca começando em junho indo até janeiro e a outra chuvosa começando em fevereiro indo até maio (BECK *et al.*, 2018). Durante os períodos de desenvolvimento e de crescimento do feijão-caupi, os valores médios registrados para as temperaturas mínima, média e máxima, umidade relativa do ar, para a precipitação, radiação solar e velocidade do vento para os cultivos de 2020 e 2021 foram respectivamente: 24,8; 29,3 e 35,9°C; 23,9; 29,4 e 36,8°C; 61,1 e 58,5%; e 39,96 e 26,04 mm; 19,3 e 21,1 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> e 6,4 e 6,5 m s<sup>-1</sup> (INMET, 2021). Os dados de temperatura média e umidade relativa do ar média diária após a semeadura do feijão-caupi, durante as duas estações de cultivos, estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1** – Dados de temperaturas e umidade relativa do ar diária durante as estações de cultivos do feijão-caupi de 2020 e 2021.

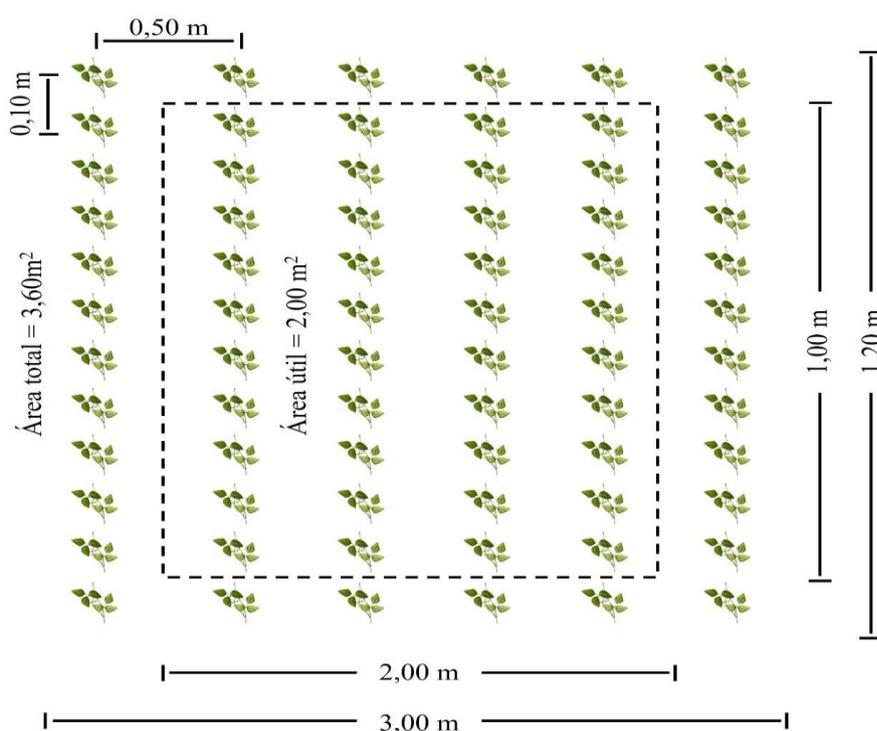
Os solos das áreas experimentais de cultivos foram classificados como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico com textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018). Em cada área experimental, foram coletadas amostras simples de solo da camada superficial de 0-20 cm, homogeneizadas para se obter uma amostra composta representativa da área, cujos resultados das análises no cultivo de 2020 foram: pH (água) = 6,3; EC = 0,44 dS m<sup>-1</sup>; M. O. = 11,90 g kg<sup>-1</sup>; N = 0,60 g kg<sup>-1</sup>; P = 24,00 mg dm<sup>-3</sup>; K = 52,28 mg dm<sup>-3</sup>; Ca=22,50 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 4,80 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na = 1,73 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 0,50 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 5,70 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 11,20 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 3,80 mg dm<sup>-3</sup>. No cultivo de 2021 foram: pH (água) = 6,6; EC = 0,56 dS m<sup>-1</sup>; M. O. = 12,97 g kg<sup>-1</sup>; N = 0,65 g kg<sup>-1</sup>; P = 32,00 mg dm<sup>-3</sup>; K = 61,27 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 23,70 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 6,50 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na = 2,30 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 0,30 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 4,80 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 6,10 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 2,70 mg dm<sup>-3</sup>.

## 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado na pesquisa foi em blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de quantidades equitativas de misturas de biomassa de jitrana (*Merremia aegyptia*) e de flor-de-seda (*Calotropis procera*) nas doses de 16, 29, 42, 55 e 68 t ha<sup>-1</sup> em base seca. Em cada experimento, foram utilizados dois tratamentos adicionais, um sem adubo (testemunha absoluta) e outro adubado com fertilizante mineral (testemunha) para efeito de comparação

com o tratamento de máxima eficiência física ou econômica. O tratamento com adubação mineral consistiu na aplicação de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O em fundação nas quantidades de 20, 80 e 40 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e em cobertura de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N e 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, aplicado aos 15 dias após a semeadura (HOLANDA et al., 2017).

Cada parcela experimental dos experimentos foi composta por seis fileiras de caupi com 12 plantas por fileira, plantadas no espaçamento de 0,50 m x 0,10 m, perfazendo uma população estimada de 200.000 plantas por hectare (PEREIRA et al., 2016). A área total da parcela experimental foi de 3,60 m<sup>2</sup>, com área útil de 2,00 m<sup>2</sup> (Figura 2).



**Figura 2** – Representação gráfica de uma parcela experimental de feijão-caupi solteiro plantado no espaçamento de 0,50 x 0,10 m.

### 2.3 CULTIVAR, PREPARO DO SOLO, MANEJO E PRÁTICAS CULTURAIS

A cultivar de feijão-caupi plantada foi a BRS Tumucumaque, que apresenta porte semiereto, resistência ao acamamento e ciclo precoce (65 a 75 dias), com arquitetura moderna e com grãos de grande aceitação comercial. Tem bom teor de proteína, é rico em ferro e zinco, tem cozimento rápido e excelente aspecto visual após o cozimento (SILVA et al., 2019). Ela é indicada para cultivo na região Nordeste do Brasil por agricultores familiares e empresariais, em regime de sequeiro e irrigado, tendo produtividade média em torno de 1.100 kg/ha<sup>-1</sup> a 1.703 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os adubos verdes utilizados na adubação do feijão-caupi foram a jitirana (*Merremia aegyptia*) e a flor-de-seda (*Calotropis procera*), coletadas da vegetação nativa em diversos locais da zona rural do município de Mossoró, RN, antes do início de suas florações. Após as coletas, as plantas foram trituradas em fragmentos de dois a três centímetros, os quais foram desidratados em temperatura ambiente até atingirem teor de umidade de 10% e posteriormente submetidos a análises laboratoriais, cujas composições químicas obtidas foram em 2020: N = 16,60 g kg<sup>-1</sup>; P = 2,79 g kg<sup>-1</sup>; K = 37,80 g kg<sup>-1</sup>; Mg = 7,07 g kg<sup>-1</sup> e Ca = 19,35 g kg<sup>-1</sup>, para a jitirana e N = 21,90 g kg<sup>-1</sup>; P = 1,92 g kg<sup>-1</sup>; K = 20,90 g kg<sup>-1</sup>; Mg = 9,22 g kg<sup>-1</sup> e Ca = 17,00 g kg<sup>-1</sup> para a flor-de-seda. Em 2021, foram: N = 15,30 g kg<sup>-1</sup>; P = 4,00 g kg<sup>-1</sup>; K = 25,70 g kg<sup>-1</sup>; Mg = 7,03 g kg<sup>-1</sup> e Ca = 9,30 g kg<sup>-1</sup>, para a jitirana e N = 18,40 g kg<sup>-1</sup>; P = 3,10 g kg<sup>-1</sup>; K = 24,50 g kg<sup>-1</sup>; Mg = 13,50 g kg<sup>-1</sup> e Ca = 16,30 g kg<sup>-1</sup> para a flor-de-seda.

Antes da instalação dos experimentos, foi realizada a limpeza da área, feita mecanicamente com auxílio de um trator onde foi realizada uma aração e uma gradagem, seguida pelo levantamento dos canteiros, com a utilização de um rotocanteirador. Em seguida, foram colocados nos canteiros plásticos transparentes Vulca Brilho Bril Flex de 30 micras, com o objetivo de realizar uma solarização dos canteiros onde permaneceram durante 30 dias para reduzir ou eliminar a população de nematoides especialmente o *Meloidogyne spp.* e plantas daninhas na camada de 0-10 cm do solo, que podem prejudicar o desenvolvimento da cultura do feijão-caupi (PEREIRA et al., 2016).

Após a solarização, duas incorporações da biomassa dos materiais foram usadas como adubos verdes (*M. aegyptia* e *C. procera*), realizadas manualmente com auxílio de enxadas na camada de solo de 0-20 cm nas parcelas experimentais, seguindo as quantidades equitativas especificadas nos tratamentos, na seguinte proporção: 30% da biomassa dos adubos verdes foram incorporados 20 dias antes da semeadura (DAS) e os 70% restantes 20 dias depois da semeadura (DDS). Na primeira estação de cultivo, essa primeira incorporação foi realizada no dia 26/11/2020 e a segunda no dia 06/01/2021, ao passo que no segundo ano a primeira incorporação foi realizada no dia 03/09/2021, e a segunda no dia 14/10/2021.

Irrigações foram realizadas diariamente em dois turnos, manhã e tarde, por meio do sistema de microaspersão, fornecendo-se uma lâmina de água de 8 mm aplicada a cada dia, a fim de manter o solo em sua capacidade de campo e suprir a necessidade de microrganismos, juntamente com a baixa relação C/N dos adubos verdes, favorecendo os processos de mineralização da matéria orgânica. Essa quantidade de água fornecida diariamente para as plantas foi baseada no Kc médio da cultura do feijão-caupi de 0,87 (OLIVEIRA, 2019).

A semeadura do feijão-caupi foi realizada de forma manual em covas de 5 cm profundidade utilizando-se duas a três sementes por cova no dia 17 de dezembro de 2020 no primeiro ano de cultivo e no segundo ano dia 24 de setembro de 2021. O desbaste foi realizado entre oito e dez dias após o plantio, de forma manual, deixando-se apenas uma planta por cova. Sempre que necessário, foram realizadas capinas manuais. No estágio de desenvolvimento da cultura, para prevenir as doenças e fortalecer as plantas, foi aplicado o produto Agro-mos na dosagem 1 ml/L.

Quatro colheitas do feijão-caupi foram realizadas no primeiro ano de cultivo nas seguintes datas: 04 (50 DAS), 08 (54 DAS), 11 (57 DAS) e 17 (63 DAS) de fevereiro de 2021. No segundo ano de cultivo foram realizadas cinco colheitas nas datas: 17 (54 DAS), 22 (59 DAS), 25 (62 DAS) e 29 (63 DAS) de novembro e no dia 03 (70 DAS) de dezembro de 2021. O ponto de colheita das vagens do caupi foi determinado pela observação da cor das vagens, quando estavam verdes, não amareladas, intumescidas, uniformes e bem granadas, de modo a oferecer uma relação de peso de grãos verde/peso de vagens verde superior a 60% (FREIRE FILHO et al., 2005).

#### 2.4 CARACTERÍSTICAS E INDICADORES AVALIADOS

As seguintes características agronômicas foram avaliadas nas plantas do feijão-caupi ao final das colheitas: antes da primeira colheita, determinou-se a altura de plantas (em uma amostra aleatória de 20 plantas da área útil, medindo-se cada planta com uma régua, do nível do solo até a extremidade da folha mais alta, dividindo o somatório das medidas por 20, expressa em centímetros); comprimento de vagem (obtido em uma amostra de 20 plantas, medindo-se o comprimento de todas as vagens separadamente com auxílio de uma régua e dividindo o somatório das medidas pelo número total de vagens medidas, expressando-o em cm); número de vagens verdes por planta (obtido pela quantificação do número de vagens verdes colhidas em uma amostra aleatória de 20 plantas da área útil, dividindo o número total de vagens por 20); produtividade de vagens verdes (quantificada de todas as vagens colhidas das plantas da área útil, expressa em t ha<sup>-1</sup>); número de grãos verdes por vagem (obtido de uma amostra aleatória de 20 vagens da área útil de cada parcela, contando-se o número de grãos das vagens debulhadas e dividindo-se o número deles por 20); peso de 100 grãos verdes (determinado de quatro amostras de 100 grãos, que foram pesadas, obtendo-se o peso médio em gramas dessas amostras); produtividade de grãos verdes (quantificada de todos os grãos verdes colhidos das vagens da área útil, expressa em t ha<sup>-1</sup>) e massa seca dos grãos verdes

(obtida de uma amostra de 20 plantas, pesando-se a massa seca dos grãos verdes após a secagem em uma estufa com circulação forçada de ar a temperatura de 65°C até a obtenção de peso constante, expressa em t ha<sup>-1</sup>).

Além das características agronômicas, os seguintes indicadores econômicos foram quantificados: a renda bruta (RB), expressa em R\$ ha<sup>-1</sup>, obtida multiplicando-se a produtividade de grãos verdes do feijão-caupi em cada tratamento pelo valor do produto pago ao produtor na região no mês de dezembro de 2021 (R\$ 7,00 por quilograma); renda líquida (RL), obtida subtraindo-se da renda bruta os custos de produção, provenientes de insumos e serviços realizados em cada tratamento, expressa em R\$ ha<sup>-1</sup>. Foram considerados os preços de insumos e dos serviços vigentes no mês de outubro de 2021, na cidade de Mossoró-RN. A taxa de retorno (TR) por real investido foi obtida por meio da relação entre a renda bruta e os custos de produção de cada tratamento, e o índice de lucratividade (IL), obtido da relação entre a renda líquida e a renda bruta, expressa em porcentagem.

## 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

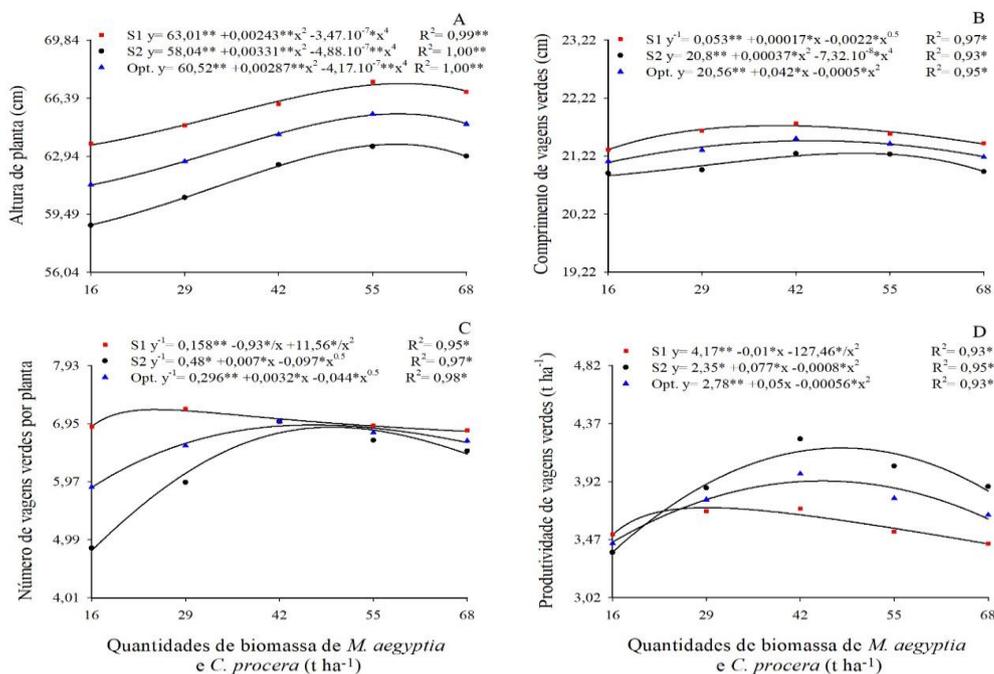
Uma análise univariada de variância para o delineamento de blocos completos casualizados foi realizada para avaliar as características agronômicas e indicadores econômicos do feijão-caupi por meio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2019). Uma análise conjunta dessas variáveis também foi realizada para saber se havia interação entre os tratamentos testados e os anos de cultivos. Após isso, um procedimento de ajustamento de curvas de regressão foi realizado utilizando o *software* Table Curve (SYSTAT SOFTWARE, 2022) para estimar o comportamento de cada característica ou indicador em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* estudadas, com base nos seguintes critérios: na lógica biológica (LB) da variável, ou seja, quando se constata que após determinada dose de fertilizante não há aumento da variável; na significância do quadrado médio do resíduo da regressão (QMRR); em alto valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>); na significância dos parâmetros da equação de regressão e na maximização da variável. O teste F foi utilizado para comparar os valores médios entre os anos de cultivos, entre os valores médios de máxima eficiência agronômica ou econômica, o valor médio do tratamento adubado com adubos verdes, o valor médio do tratamento fertilizado com adubo mineral e o valor médio do tratamento controle (não adubado).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DA PLANTA E DA VAGEM VERDE DO FEIJÃO-CAUPI

Os resultados das análises de variância para as características da planta e da vagem do feijão-caupi – altura de plantas, comprimento de vagens verdes, número de vagens verdes por planta e produtividade de vagens verdes – estão apresentados na Tabela 1. Foram detectadas interações significativas entre os fatores-tratamentos: quantidades equitativas de biomassa de *Merremia aegyptia* e *Calotropis procera* e estações de cultivos em todas essas características no feijão-caupi.

Estudando as quantidades dos adubos verdes dentro de cada estação de cultivo (S) na altura de plantas, no comprimento de vagens verdes, no número de vagens verdes por planta e na produtividade de vagens verdes, observou-se um comportamento crescente em função do aumento das quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo, em um modelo polinomial em cada característica, tanto na primeira (S1) quanto na segunda (S2) estação de cultivo (Figura 3).



**Figura 3** – Altura de plantas (A), comprimento de vagem verde (B), número de vagens verdes por planta (C) e produtividade de vagens verdes (D) de caupi em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos de 2020 e 2021.

Os valores de máxima eficiência física dessas características foram de 67,26 (S1) e 63,65 cm (S2) na altura de plantas; de 21,79 (S1) e 21,27 cm (S2) no comprimento de vagens

verdes; de 7,18 (S1) e 6,94 (S2) no número de vagens verdes por planta e de 3,73 (S1) e 4,20 t ha<sup>-1</sup> na produtividade de vagens verdes de caupi, nas quantidades de biomassa dos adubos verdes de 59,16 (S1) e 58,27 (S2); 39,35 (S1) e 50,51 (S2); 24,90 (S1) e 49,37 (S2), bem como de 29,06 (S1) e 47,67 t ha<sup>-1</sup> (S2), respectivamente, decrescendo os valores até a última quantidade incorporada (Figuras 3A a 3D). Por outro lado, estimando-se as máximas eficiências físicas dessas características sobre as estações de cultivos, também foi observado comportamento crescente polinomial, em função das quantidades crescentes dos adubos verdes até os valores máximos de 65,46 cm (altura de plantas), 21,44 cm (comprimento de vagens verdes), 6,91 vagens verdes por planta e de 3,90 t ha<sup>-1</sup> (produtividade de vagens verdes), nas quantidades dos adubos verdes de 58,66; 44,01; 46,69 e 45,07 t ha<sup>-1</sup>, diminuindo então até a maior quantidade dos adubos testada (Figuras 3A a 3D).

Os valores médios de máxima eficiência física (MEF) dos tratamentos que receberam adubação verde (T<sub>av</sub>) e do tratamento mineral (T<sub>am</sub>) diferiram do controle (T<sub>c</sub>) nas características altura de plantas, comprimento de vagens verdes, número de vagens verdes por planta e produtividade de vagens verdes do caupi (Tabela 1). Nessas características, os valores de MEFs foram cerca de 1,1 a 1,5 vezes os valores T<sub>c</sub>. As estações de cultivos dentro do tratamento MPE diferiram na altura de plantas com S1, se destacando de S2, e na produtividade de vagens verdes do caupi, com S2 sobressaindo-se de S1. No tratamento controle, o valor médio de S1 se destacou de S2, na altura de plantas, no número de vagens verdes por planta e na produtividade de vagens verdes. No comprimento de vagens verdes, os valores médios das estações S1 e S2 foram semelhantes (Tabela 1).

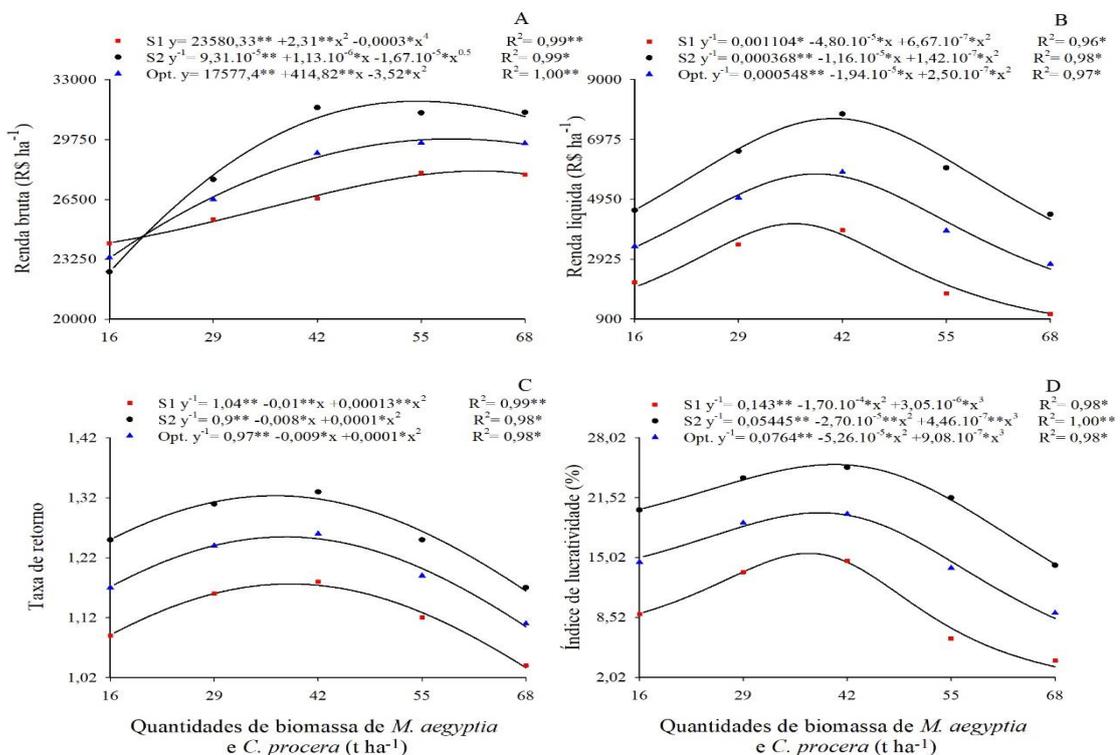
O comportamento das características da planta e da vagem verde do feijão-caupi em forma de modelo polinomial pode ser atribuído à Lei do Máximo, segundo a qual o excesso de um nutriente no solo fornecido pelas quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* pode causar efeito tóxico e/ou diminuir a eficácia de outros fatores, resultando na redução do valor dessas características em análise após o ponto máximo (ALMEIDA et al., 2015). Por outro lado, outra possível justificativa para o comportamento dessas características é que a devida sincronia entre a decomposição e mineralização dos adubos verdes adicionados ao solo e o momento de maior demanda nutricional do feijão-caupi (FONTANÉTTI et al., 2006) proporcionou esse comportamento, tendo essas características atingido um valor máximo, e logo em seguida começou a decrescer de valor.

Vieira et al. (2018), estudando a adubação do feijão-caupi com diferentes doses de biomassa de flor-de-seda na mesma região desse trabalho de pesquisa, observaram que dentre as características da vagem do caupi avaliadas apenas a massa seca das vagens verdes teve o

mesmo comportamento em termos de modelo polinomial obtidos nesse trabalho, ou seja, as outras características não tiveram decréscimo nos valores após seus pontos de máximo. Com relação ao número de vagens por planta e a produtividade de vagens verdes, os valores registrados ficaram próximos aos registrados nessa pesquisa. Provavelmente, essa diferença no comportamento dessas características se deva à cultivar semeada. Nesse trabalho, a cultivar semeada foi uma de porte semiereto (BRS Tumucumaque) e a do trabalho dos autores foi de porte ereto (BRS Itaim).

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DOS GRÃOS VERDES DO FEIJÃO-CAUPI

Analisando as quantidades dos adubos verdes dentro de cada estação de cultivo (S) nas características dos grãos verdes do caupi: número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes, produtividade de grãos verdes e massa seca de grãos verdes, observou-se também comportamento crescente em função do aumento das quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo, em um modelo polinomial em cada característica, tanto na primeira (S1) quanto na segunda (S2) estação de cultivo (Figura 4).



**Figura 4** – Número de grãos verdes por vagem (A), peso de 100 grãos verdes (B), produtividade de grãos verdes (C) e massa seca de grãos verdes (D) de caupi em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos de 2020 e 2021.

Os valores de máxima eficiência física dessas características foram de 9,56 (S1) e 9,77 (S2) grãos por vagem verde; de 34,51 (S1) e 41,91 g (S2) no peso de 100 grãos verdes; de 3,61 (S1) e 4,59 t ha<sup>-1</sup> (S2) na produtividade de grãos verdes e de 0,713 (S1) e 1,023 t ha<sup>-1</sup> na massa seca de grãos verdes de caupi, nas quantidades de biomassa dos adubos verdes de 29,88 (S1) e 41,54 (S2); 45,94 (S1) e 31,09 (S2); 47,45 (S1) e 52,76 (S2), bem como de 54,52 (S1) e 47,47 t ha<sup>-1</sup> (S2), respectivamente, decrescendo os valores até a última quantidade incorporada (Figuras 4A a 4D).

Por outro lado, estimando-se as máximas eficiências físicas dessas características sobre as estações de cultivos, também foi observado comportamento crescente polinomial, em função das quantidades crescentes dos adubos verdes até os valores máximos de 9,69 (número de grãos verdes por vagem), 38,14 g (peso de 100 grãos verdes), 4,06 t ha<sup>-1</sup> (produtividade de grãos verdes) e de 0,830 t ha<sup>-1</sup> (massa seca de grãos verdes), nas quantidades dos adubos verdes de 40,83; 43,43; 50,48 e 47,72 t ha<sup>-1</sup>, diminuindo então até a maior quantidade dos adubos testada (Figuras 4A a 4D). Esses valores ficaram muito próximos dos obtidos por Vieira et al. (2018), estudando a adubação do feijão-caupi com diferentes doses de biomassa de flor-de-seda na mesma região desse trabalho de pesquisa, e registraram os valores de 7 grãos verdes por vagem, de 39,12 g no peso de 100 grãos verdes, de 3,05 t ha<sup>-1</sup> na produtividade de grãos verdes e de 1,24 t ha<sup>-1</sup> na massa seca de grãos verdes. Essas diferenças se devem a cultivar de feijão-caupi plantadas, onde no trabalho de Vieira et al. (2018) usaram uma cultivar de caupi de porte ereto, enquanto nessa pesquisa os autores utilizaram uma cultivar de caupi de porte semi-ereto.

Os valores médios de máxima eficiência física (MEF) dos tratamentos que receberam adubação verde (T<sub>av</sub>) e do tratamento mineral (T<sub>am</sub>) diferiram do controle (T<sub>c</sub>) nas características dos grãos verdes do caupi (Tabela 1). Nessas características, os valores de MEFs foram cerca de 1,05 a 2,03 vezes os valores T<sub>c</sub>. As estações de cultivos no tratamento MEF diferiram no peso de 100 grãos verdes, na produtividade e massa seca de grãos verdes com S2 se destacando de S1. Para o número de grãos verdes por vagem, não se registrou diferenças entre os valores médios de S1 e S2. No tratamento controle, o valor médio de S1 se destacou de S2, na produtividade e massa seca de grãos verdes. No peso de 100 grãos verdes, S2 se sobressaiu de S1, e no número de grãos verdes por vagem os valores médios das estações S1 e S2 foram semelhantes (Tabela 1).

O comportamento dessas características dos grãos verdes do feijão-caupi em forma de modelo polinomial se deve à maior disponibilidade de nutrientes liberados pelo aumento das quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* adicionada ao solo, aumentando o peso e

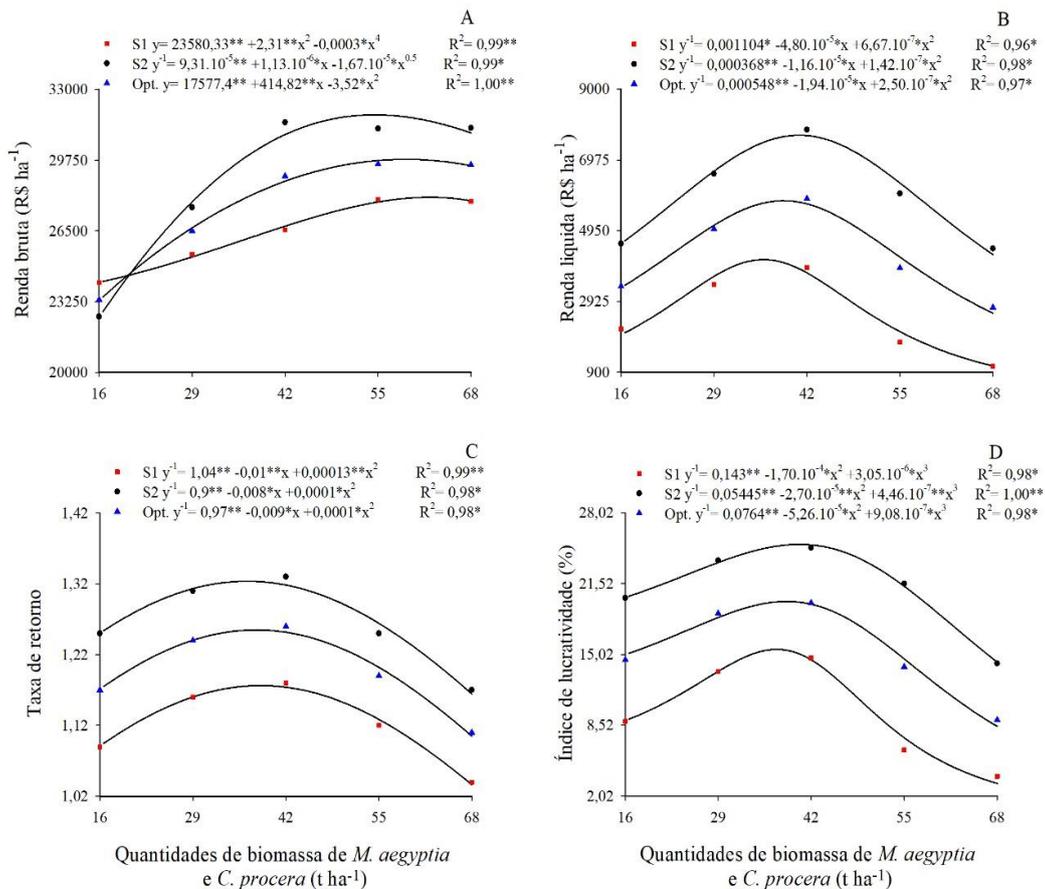
o número de grãos verdes por vagem, sua produtividade e massa seca por área. Além disso, esse comportamento depende também da sincronia entre a liberação e absorção dos nutrientes pelas plantas de feijão-caupi (SILVA et al., 2021b).

As quantidades de macronutrientes contidas nos adubos verdes testados supriram de maneira equilibrada as necessidades nutricionais das plantas feijão-caupi. Segundo Taiz e Zeiger (2006), a concentração de nitrogênio favorece o crescimento e desenvolvimento das plantas, aumentando assim o peso e o número de grãos verdes por vagem. Por sua vez, o potássio influencia grandemente na fotossíntese da planta e o fósforo na formação dos frutos e sementes, influenciando diretamente na produtividade e no peso dos grãos verdes bem como na qualidade dos produtos colhidos.

### 3.3 INDICADORES ECONÔMICOS DO FEIJÃO-CAUPI

Os resultados das análises de variância para os indicadores econômicos do caupi, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade estão apresentados na Tabela 2. Interações significativas entre as quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e as estações de cultivos foram registradas nos indicadores econômicos do caupi (Tabela 2).

Estudando as quantidades de adubos verdes dentro de cada estação de cultivo (S), observou-se comportamento crescente tanto na primeira (S1) como na segunda (S2) estação de cultivo da renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade em função das quantidades equitativas crescentes de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* adicionadas ao solo em um modelo polinomial (Figura 5). Os valores máximos foram de 28.026,87 (S1) e 31.848,44 R\$ ha<sup>-1</sup> (S2) na renda bruta; 4.159,16 (S1) e 7.627,81 R\$ ha<sup>-1</sup> (S2) na renda líquida; 1,18 (S1) e 1,35 (S2) reais por cada real investido na taxa de retorno e de 15,44 (S1) e 25,13% (S2) no índice de lucratividade, nas quantidades de biomassa dos adubos verdes de 62,26 (S1) e 54,51 (S2); 35,94 (S1) e 40,91 (S2); 38,47 (S1) e 36,58 (S2), bem como de 37,18 (S1) e 40,36 t ha<sup>-1</sup> (S2), respectivamente, decrescendo os valores até a última quantidade incorporada (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D).



**Figura 5** – Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) do feijão-caupi imaturo em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos de 2020 e 2021.

Estimando as eficiências econômicas máximas (MEE) desses indicadores sobre as estações de cultivos, registrou-se também comportamento polinomial em função das quantidades de adubos verdes (Figura 5). Os valores máximos foram de 29.798,67 e 5.826,12 R\$ ha<sup>-1</sup> para renda bruta e renda líquida, de 1,29 e 19,90% para a taxa de retorno e índice de lucratividade, nas quantidades de biomassa dos adubos verdes de 58,88; 38,74; 37,85 e 38,60 t ha<sup>-1</sup>, diminuindo então até a maior quantidade dos adubos testada (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D).

Os valores médios de máxima eficiência econômica (MEE), dos tratamentos que receberam adubação verde ( $T_{av}$ ) e do tratamento mineral ( $T_{am}$ ) diferiram dos da testemunha ( $T_c$ ) em todos os indicadores econômico do caupi (Tabela 5). As estações de cultivos dentro do tratamento MEE diferiram em todos os indicadores econômicos, com destaque para a segunda estação de cultivo. No tratamento controle, não se observou diferença entre S1 e S2 em todos os indicadores (Tabela 5).

Essas respostas ascendentes dos indicadores econômicos avaliados no feijão-caupi com diminuição após o ponto de máximo em forma de modelo polinomial em função das

quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* se deve à boa resposta do caupi aos adubos verdes incorporados, tendo seu desempenho em termos de produção sido traduzido em termos econômicos. Segundo Graham; Haynes (2006), a adubação verde é conhecida por melhorar a fertilidade, aumentar o conteúdo de matéria orgânica, diminuir as taxas de erosão, aumentar a retenção de água no solo e a atividade da microbiota do solo, aumentar a disponibilidade de nutrientes e reduzir a quantidade de plantas invasoras.

#### 4 CONCLUSÕES

As máximas eficiências físicas (agronômicas) otimizadas foram alcançadas na produtividade de vagens e grãos verdes de 3,90 t ha<sup>-1</sup> e de 4,06 t ha<sup>-1</sup>, com a incorporação ao solo de 45,07 e 50,48 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *Merremia aegyptia* e *Calotropis procera*, respectivamente, para a primeira e segunda estações de cultivo.

A máxima eficiência econômica da produção de grãos verdes do feijão-caupi foi alcançada na renda líquida de 5.826,12 R\$ ha<sup>-1</sup> e na taxa de retorno 1,29 reais para cada real investido com aplicação ao solo de 38,74 e 37,85 t ha<sup>-1</sup> de biomassa dos adubos verdes testados.

O uso da biomassa de *Merremia aegyptia* e *Calotropis procera* como adubos verdes se apresentam como tecnologia viável para produtores de feijão-caupi em monocultivo em ambiente semiárido.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. E. S. et al. Eficiência agronômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n.3, p. 79-85, 2015.
- ALMEIDA, A. L. G. et al. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 3, p. 364-369, 2010.
- BECK, H. E. et al. Data descriptor: Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution, **Scientific Data**, Taiwan, v. 5, n. 180214, 2018.
- FERREIRA, DANIEL FURTADO. sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006.
- FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: EMBRAPA, cap. 1, p 29–75, 2005.
- FROTA, K. M. G. et al. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 73, n. 9, p. 235-240, 2008.
- GRAHAM, M. H.; HAINES, R. J. Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugar cane under burning a trash retention, **Soil Biology & Biochemistry**, Great Britain, v. 38, n. 1, p. 21-31, 2006.
- GUERRA, N. M. et al. Productive and agro-economic benefits in beet-lettuce intercropping under organic manuring and population densities, **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, n.p., 2021.
- HOLANDA, J. S. de. Et al. **Indicações para adubação de culturas em solos do Rio Grande do Norte**, Parnamirim, RN: EMPARN, 2017, 62p, (Emparn, Série Documentos; 46).
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Comparativo chuva 2020 e 2021 no Brasil nas regiões Norte e Nordeste novembro 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/comparativo-de-chuvas-em-novembro-2020-e-2021-no-brasil>
- LINHARES, P. C. F. et al. Proporções de jitirana (*Merremia Aegyptia* L.) com flor-de-seda (*Calotropis Procera* (Ait.) R, Br.) no rendimento de Coentro. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 8, n. 4, p. 44-48, 2012.

LINO, V. A. S. et al. Bio-economic return from the green fertilizing and plant population in strip-intercropping of beet and rocket, **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 8, n.p, 2021a.

LINO, V. A. S. Beetroot and radish production under different doses of green manures. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v.10, n.16, n.p, 2021b.

OLIVEIRA, W. C. de. **Lâminas de irrigação versus cobertura do solo e manejo da fertirrigação fosfatada no cultivo do feijão-caupi**. 2019. 92f. Dissertação (mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2019.

PEREIRA, M. F. S. et al. Productive performance of cowpea-radish intercroppings under different amounts of rooster tree biomass incorporated into the soil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 11, p. 965-971, 2016.

ROCHA, M. M. et al. **Melhoramento Genético de feijão-caupi no Brasil**. JORNADA TECNOLÓGICA INTERNACIONAL SOBRE FRÍJOL CAUPI, 1, Monteria, Colômbia, 2013.

ROCHA, M. M. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão-caupi quanto a produção de grãos frescos, em Teresina-PI, **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 14, n. 1, p. 40-55, 2012.

SÁ, J. M. et al. Agro-economic efficiency in radish-arugula intercropping as a function of green manuring and population density. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 5, n.p, 2021.

SANTANA, F. M. S. et al. Economic viability of beet crops using *Calotropis procera* biomass as soil fertilizer in two growing seasons. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 4, p. 846-856, dez. 2021.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**, Brasília: Embrapa, 2018.

SANTOS, J. A. S. et al. Desempenho agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal, **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 377-382, 2014.

SILVA, J. N. et al. Sustainability of carrot-cowpea intercropping systems through optimization of green manuring and spatial arrangements, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 51, n. 1, p.1-13, jun. 2021a.

SILVA, J. N. et al. Agro-economic indicators for carrot under green manure in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 2, p. 257-265, jun. 2021b.

SILVA, K. J. D. **Pulses desenvolvidas na Embrapa Meio-Norte**, Brasília: Embrapa, 2019, 48p.

SYSTAT SOFTWARE, **TableCurve 2D - Curve Fitting Made Fast and Easy**. San Jose: Systat Software Inc., 2022.

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

VIEIRA, F. A. et asl. Technical-economic efficiency of the yield of green grains of cowpea fertilized with roostertree. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 2, p. 504-510, 2018.

## APÊNDICES

**Tabela 1** – Valores médios para o tratamento controle ( $T_c$ ) para o tratamento de máxima eficiência física (MEF), para os tratamentos com adubação verde ( $T_{av}$ ) e para o tratamento com adubação mineral ( $T_{am}$ ) na altura da planta, comprimento de vagens verdes, número de grãos verdes por vagens por planta, produtividade de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes, produtividade de grãos verdes e na massa seca de grãos verdes de feijão-caupi nas estações de 2020 e 2021.

Tratamentos em comparações	Atura da planta (cm)			Comprimento de vagens verde (cm)		
	Estação de cultivo			Estação de cultivo		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021
Tratamento controle ( $T_c$ )	63,06a	54,79b	58,92	20,82a	20,21a	20,52
Tratamento MEF	67,26a <sup>+</sup>	63,66b <sup>+</sup>	65,46 <sup>+</sup>	21,74a <sup>+</sup>	21,27a <sup>+</sup>	21,48 <sup>+</sup>
Tratamento com adubo verde ( $T_{av}$ )	65,73a <sup>+</sup>	61,64b <sup>+</sup>	63,68 <sup>+</sup>	21,56a <sup>+</sup>	21,07a <sup>+</sup>	21,32 <sup>+</sup>
Tratamento com adubo mineral ( $T_{am}$ )	69,51a <sup>+</sup>	68,99a <sup>+</sup>	69,25 <sup>+</sup>	22,38a <sup>+</sup>	21,72b <sup>+</sup>	22,05 <sup>+</sup>
CV (%)	3,73	5,66	4,74	2,33	2,23	2,28
	<b>Número de grãos verdes por vagens por planta</b>			<b>Produtividade de vagens verdes (t ha<sup>-1</sup>)</b>		
Tratamento controle ( $T_c$ )	5,84a	2,91b	4,38	2,96a	2,15b	2,56
Tratamento MEF	7,19a <sup>+</sup>	6,89a <sup>+</sup>	6,93 <sup>+</sup>	3,72b <sup>+</sup>	4,18a <sup>+</sup>	3,92 <sup>+</sup>
Tratamento com adubo verde ( $T_{av}$ )	6,97a <sup>+</sup>	6,05a <sup>+</sup>	6,51 <sup>+</sup>	3,56a <sup>+</sup>	3,85a <sup>+</sup>	3,71 <sup>+</sup>
Tratamento com adubo mineral ( $T_{am}$ )	8,26a <sup>+</sup>	4,81b <sup>+</sup>	6,54 <sup>+</sup>	3,80a <sup>+</sup>	3,04b <sup>+</sup>	3,42 <sup>+</sup>
CV (%)	14,14	18,03	15,84	10,94	15,30	13,28
	<b>Número de grãos verdes por vagens</b>			<b>Peso de 100 grãos verdes (g)</b>		
Tratamento controle ( $T_c$ )	9,12a	9,07a	9,10	34,08b	38,79a	36,44
Tratamento MEF	9,56a <sup>+</sup>	9,73a <sup>+</sup>	9,64 <sup>+</sup>	34,51b <sup>+</sup>	41,90a <sup>+</sup>	38,16 <sup>+</sup>
Tratamento com adubo verde ( $T_{av}$ )	9,46a <sup>+</sup>	9,59a <sup>+</sup>	9,53 <sup>+</sup>	34,01b <sup>+</sup>	41,57a <sup>+</sup>	37,79 <sup>+</sup>
Tratamento com adubo mineral ( $T_{am}$ )	10,08a <sup>+</sup>	10,39a <sup>+</sup>	10,23 <sup>+</sup>	42,52a <sup>+</sup>	42,28a <sup>+</sup>	42,40 <sup>+</sup>
CV (%)	6,15	7,80	8,03	6,16	3,98	5,04
	<b>Produtividade de grãos verdes (t ha<sup>-1</sup>)</b>			<b>Massa seca de grãos verde (t ha<sup>-1</sup>)</b>		
Tratamento controle ( $T_c$ )	2,85a	1,49b	2,17	0,523a	0,318b	0,421
Tratamento MEF	3,60b <sup>+</sup>	4,56a <sup>+</sup>	4,03 <sup>+</sup>	0,713b <sup>+</sup>	1,023a <sup>+</sup>	0,856 <sup>+</sup>
Tratamento com adubo verde ( $T_{av}$ )	3,48b <sup>+</sup>	4,01a <sup>+</sup>	3,75 <sup>+</sup>	0,688b <sup>+</sup>	0,866a <sup>+</sup>	0,777 <sup>+</sup>
Tratamento com adubo mineral ( $T_{am}$ )	4,79a <sup>+</sup>	3,44b <sup>+</sup>	4,12 <sup>+</sup>	0,863a <sup>+</sup>	0,858a <sup>+</sup>	0,861 <sup>+</sup>
CV (%)	9,48	14,22	12,08	16,81	17,12	17,03

\*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade, + A média dos tratamentos com adubação verdes, ou do tratamento MEF ou tratamento mineral é significativamente diferente da média do tratamento controle pelo teste F no nível de probabilidade de 5%.

**Tabela 2** – Valores médios para o tratamento controle ( $T_c$ ), para o tratamento de máxima eficiência econômica (MEE), para os tratamentos com adubação verde ( $T_{av}$ ) e para o tratamento com adubação mineral ( $T_{am}$ ) na renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e no índice de lucratividade do feijão-caupi nas estações de 2020 e 2021.

Tratamentos em comparações	Renda bruta (R\$ ha <sup>-1</sup> )			Renda Líquida (R\$ ha <sup>-1</sup> )		
	Estação de crescimento			Estação de crescimento		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021
Tratamento Controle ( $T_c$ )	3177,60a <sup>1</sup>	3455,10a <sup>1</sup>	3316,35 <sup>1</sup>	429,90a <sup>1</sup>	507,40a <sup>1</sup>	1468,65
Tratamento MEE	28048,59b <sup>+</sup>	31834,09a <sup>+</sup>	29790,03 <sup>+</sup>	4124,33b <sup>+</sup>	7681,58a <sup>+</sup>	5806,78 <sup>+</sup>
Tratamento adubo verde ( $T_{av}$ )	26179,41b <sup>+</sup>	28811,69a <sup>+</sup>	27495,55 <sup>+</sup>	3107,71b <sup>+</sup>	5688,00a <sup>+</sup>	4397,86 <sup>+</sup>
Tratamento adubo mineral ( $T_{am}$ )	24610,20a <sup>+</sup>	23694,40a <sup>+</sup>	24152,30 <sup>+</sup>	9596,70a <sup>+</sup>	8680,90a <sup>+</sup>	9138,80 <sup>+</sup>
CV (%)	4,65	3,84	4,24	29,13	18,56	22,58
	Taxa de retorno			Índice de lucratividade (5) (%)		
Tratamento Controle ( $T_c$ )	1, 10a	1,12a	1,11	9,24a	11,14a	10,19
Tratamento MEE	1,17b <sup>+</sup>	1,32a <sup>+</sup>	1,25 <sup>+</sup>	15,48b <sup>+</sup>	25,12a <sup>+</sup>	19,88 <sup>+</sup>
Tratamento adubo verde ( $T_{av}$ )	1,15b <sup>+</sup>	1,25a <sup>+</sup>	1,20 <sup>+</sup>	11,93b <sup>+</sup>	19,77a <sup>+</sup>	15,85 <sup>+</sup>
Tratamento adubo mineral ( $T_{am}$ )	1,64a <sup>+</sup>	1,58a <sup>+</sup>	1,61 <sup>+</sup>	38,98a <sup>+</sup>	36,51a <sup>+</sup>	37,75 <sup>+</sup>
CV (%)	4,93	4,06	4,50	24,74	13,53	18,49

\*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste F a 5% de probabilidade, + A média dos tratamentos de adubo verdes, ou o tratamento MEF ou o tratamento mineral é significativamente diferente da média do tratamento controle com Teste F no nível de probabilidade de 5%.

**Tabela 1**– Custos de produção por hectare de feijão-caupi adubado com 16 t ha<sup>-1</sup> de quantidades equitativas de jirirana e flor-de-seda. Mossoró, UFERSA, 2020/21.

COMPONENTES	Un.	Q te	Preço (R\$)			% sobre CT
			Un.	TOTAL	R	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>R\$ 15 295,10</b>	<b>R\$ 85,03</b>	
<b>A.1. Insumos</b>				<b>R\$ 3 450,00</b>	<b>19,18</b>	
Solarização dos canteiros	D/H	1 0	R\$ 60,00	R\$ 600,00	3,34	
Retirada dos plásticos	D/H	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00	0,67	
Sementes	kg	4 0	R\$ 3,75	R\$ 150,00	0,83	
Bobina de plástico	m	2064	R\$ 1,25	R\$ 2 580,00	14,34	
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>R\$ 10 540,00</b>	<b>58,60</b>	
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>				<b>R\$ 2 900,00</b>	<b>16,12</b>	
Corte 8 t ha)	d/h*	3 4	R\$ 60,00	R\$ 2 040,00	11,34	
Transporte	Frete	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,78	
Trituração	d/h*	5	R\$ 60,00	R\$ 300,00	1,67	
Secagem	d/h*	4	R\$ 60,00	R\$ 240,00	1,33	
Ensacamento	d/h*	3	R\$ 60,00	R\$ 180,00	1,00	
Custos com Adubo verde (Jitirana)				<b>R\$ 3 140,00</b>	<b>17,46</b>	
Corte 8 t ha)	d/h*	3 6	R\$ 60,00	R\$ 2 160,00	12,01	
Transporte	Frete	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,78	
Trituração	d/h*	7	R\$ 60,00	R\$ 420,00	2,33	
Secagem	d/h*	4	R\$ 60,00	R\$ 240,00	1,33	
Ensacamento	d/h*	3	R\$ 60,00	R\$ 180,00	1,00	
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>				<b>R\$ 4 500,00</b>	<b>25,02</b>	
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00	0,39	
Aração	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,78	
Gradagem	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,78	
Confecção de canteiros	h/t*	1 0	R\$ 70,00	R\$ 700,00	3,89	
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	7	R\$ 30,00	R\$ 210,00	1,17	
Plantio	d/h*	1 0	R\$ 60,00	R\$ 600,00	3,34	
Desbaste	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	2,00	
Capina manual	d/h*	1 6	R\$ 60,00	R\$ 960,00	5,34	
Colheita	d/h*	1 4	R\$ 60,00	R\$ 840,00	4,67	
Transporte	d/h*	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00	2,67	
<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>R\$ 321,75</b>	<b>1,79</b>	
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	9 75	R\$ 0,33	R\$ 321,75	1,79	
<b>A.4. Outras despesas</b>				<b>R\$ 120,60</b>	<b>0,67</b>	
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$ 12 060,48	R\$ 120,60	0,67	
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				<b>R\$ 862,75</b>	<b>4,80</b>	
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$ 10000,00	R\$ 100,00	0,56	
5% a.a. sobre valor da máquina	%	0,05	R\$ 5000,00	R\$ 250,00	1,39	

forrageira

7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação

	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)		Me ses	Depreciação	% sobre CT
	%	0,07	R\$ 7 325,00		R\$ 512,75	2,85
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>					<b>R\$ 1 592,75</b>	<b>8,85</b>
<b>B.1. Depreciação</b>					<b>R\$ 370,75</b>	<b>2,06</b>
Bomba submersa	60	R\$2 776,00		3	R\$ 138,80	0,77
Tubos 2"	120	R\$ 498,00		3	R\$ 12,45	0,07
Poço	600	R\$5 000,00		3	R\$ 25,00	0,14
Microaspersores	60	R\$2 600,00		3	R\$ 130,00	0,72
Conexões	60	R\$ 790,00		3	R\$ 39,50	0,22
Galpão	600	R\$ 5 000,00		3	R\$ 25,00	0,14
<b>B.2. Impostos e taxas</b>					<b>R\$ 10,00</b>	<b>0,06</b>
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00		R\$ 10,00	0,06
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>					<b>R\$ 1 212,00</b>	<b>6,74</b>
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1 212,00		R\$ 1 212,00	6,74
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>					R\$ 16 887,85	
C.1. (A) + (B)					R\$ 16 887,85	93,89
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>					<b>R\$ 1 099,84</b>	<b>6,11</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>					<b>R\$ 100,00</b>	<b>0,56</b>
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00		R\$ 100,00	0,56
<b>D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)</b>					<b>R\$ 999,84</b>	<b>5,56</b>
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 16 664,00		R\$ 999,84	5,56
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>					<b>R\$ 17 987,69</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO					R\$ 17 987,69	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 2** – Custos de produção por hectare de feijão-caupi adubado com 29 t ha<sup>-1</sup> de quantidades equitativas de jitrana e flor-de-seda. Mossoró, UFRSA, 2020/21.

COMPONENTES	Un.	Qte	Un.	Preço (R\$)		% sobre CT
				TOTAL		
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>R\$ 1215,10</b>	<b>R\$ 87,71</b>	
<b>A.1. Insumos</b>				<b>R\$ 3 330,00</b>	<b>15,20</b>	
Solarização dos canteiros	D/H	10	R\$ 50,00	R\$ 500,00	2,28	
Retirada dos plásticos	D/H	2	R\$ 50,00	R\$ 100,00	0,46	
Sementes	kg	40	R\$ 3,75	R\$ 150,00	0,68	
Bobina de plástico	m	2064	R\$ 1,25	R\$ 2580,00	11,78	
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>R\$14 580,00</b>	<b>66,55</b>	
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>				<b>R\$ 4 830,00</b>	<b>22,05</b>	
Corte 14,5 t ha)	d/h*	58	R\$ 60,00	R\$ 3 480,00	15,88	
Transporte	Frete	3	R\$ 70,00	R\$ 210,00	0,96	
Trituração	d/h*	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00	2,19	
Secagem	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	1,64	
Ensaçamento	d/h*	5	R\$ 60,00	R\$ 300,00	1,37	
Custos com Adubo verde (Jitrana)				<b>R\$ 5070,00</b>	<b>23,14</b>	
Corte 14,5 t ha)	d/h*	60	R\$ 60,00	R\$ 3600,00	16,43	
Transporte	Frete	3	R\$ 70,00	R\$ 210,00	0,96	
Trituração	d/h*	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	2,74	
Secagem	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	1,64	
Ensaçamento	d/h*	5	R\$ 60,00	R\$ 300,00	1,37	
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>				<b>R\$ 4 680,00</b>	<b>21,36</b>	
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00	0,32	
Aração	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,64	
Gradagem	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,64	
Confecção de canteiros	h/t*	10	R\$ 70,00	R\$ 700,00	3,20	
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	13	R\$ 30,00	R\$ 390,00	1,78	
Plantio	d/h*	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	2,74	
Desbaste	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	1,64	
Capina manual	d/h*	16	R\$ 60,00	R\$ 960,00	4,38	
Colheita	d/h*	14	R\$ 60,00	R\$ 840,00	3,83	
Transporte	d/h*	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00	2,19	
<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>R\$ 321,75</b>	<b>1,47</b>	
Bombeamento da água de irrigação	KW/h	975	R\$ 0,33	R\$ 321,75	1,47	
<b>A.4. Outras despesas</b>				<b>R\$ 120,60</b>	<b>0,55</b>	
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$12060,48	R\$ 120,60	0,55	
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				<b>R\$ 862,75</b>	<b>3,94</b>	
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$10000,00	R\$ 100,00	0,46	
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$ 5000,00	R\$ 250,00	1,14	
7% a.a. sobre valor do sistema de	%	0,07	R\$ 7325,00	R\$ 512,75	2,34	

irrigação

	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>R\$ 1592,75</b>	<b>7,27</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>R\$ 370,75</b>	<b>1,69</b>
Bomba submersa	60	R\$ 2776,00	3	R\$ 138,80	0,63
Tubos 2"	120	R\$ 498,00	3	R\$ 12,45	0,06
Poço	600	R\$ 5000,00	3	R\$ 25,00	0,11
Microaspersores	60	\$ 2 600,00	3	R\$ 130,00	0,59
Conexões	60	R\$ 790,00	3	R\$ 39,50	0,18
Galpão	600	R\$ 5000,00	3	R\$ 25,00	0,11
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>R\$ 10,00</b>	<b>0,05</b>
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,05
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				<b>R\$ 1 212,00</b>	<b>5,53</b>
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1212,00	R\$ 1 212,00	5,53
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				<b>R\$ 20 807,85</b>	
C.1. (A) + (B)				R\$ 20 807,85	94,98
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>R\$ 1 099,84</b>	<b>5,02</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>R\$ 100,00</b>	<b>0,46</b>
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,46
<b>D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)</b>				<b>R\$ 999,84</b>	<b>4,56</b>
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$16664,00	R\$ 999,84	4,56
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>R\$ 21 907,69</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				R\$ 21 907,69	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 3** – Custos de produção por hectare de feijão-caupi adubado com 42 t ha<sup>-1</sup> de quantidades equitativas de jirirana e flor-de-seda. Mossoró, UFERSA, 2020/21.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT	
			Un.	TOTAL		
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>R\$ 22665,10</b>	<b>R\$ 89,38</b>	
<b>A.1. Insumos</b>				<b>R\$ 3 450,00</b>	<b>13,61</b>	
Solarização dos canteiros	D/H	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	2,37	
Retirada dos plásticos	D/H	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00	0,47	
Sementes	kg	40	R\$ 3,75	R\$ 150,00	0,59	
Bobina de plástico	m	2064	R\$ 1,25	R\$ 2 580,00	10,17	
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>R\$17 910,00</b>	<b>70,63</b>	
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>				<b>R\$ 6 390,00</b>	<b>25,20</b>	
Corte 21 t ha)	d/h*	79	R\$ 60,00	R\$ 4 740,00	18,69	
Transporte	Frete	3	R\$ 70,00	R\$ 210,00	0,83	
Trituração	d/h*	11	R\$ 60,00	R\$ 660,00	2,60	
Secagem	d/h*	7	R\$ 60,00	R\$ 420,00	1,66	
Ensacamento	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	1,42	
Custos com Adubo verde (Jitirana)				<b>R\$ 6 690,00</b>	<b>26,38</b>	
Corte 21t ha)	d/h*	82	R\$ 60,00	R\$ 4 920,00	19,40	
Transporte	Frete	3	R\$ 70,00	R\$ 210,00	0,83	
Trituração	d/h*	13	R\$ 60,00	R\$ 780,00	3,08	
Secagem	d/h*	7	R\$ 60,00	R\$ 420,00	1,66	
Ensacamento	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	1,42	
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>				<b>R\$ 4 830,00</b>	<b>19,05</b>	
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00	0,28	
Aração	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,55	
Gradagem	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,55	
Confecção de canteiros	h/t*	10	R\$ 70,00	R\$ 700,00	2,76	
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	18	R\$ 30,00	R\$ 540,00	2,13	
Plantio	d/h*	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	2,37	
Desbaste	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	1,42	
Capina manual	d/h*	16	R\$ 60,00	R\$ 960,00	3,79	
Colheita	d/h*	14	R\$ 60,00	R\$ 840,00	3,31	
Transporte	d/h*	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00	1,89	
<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>R\$ 321,75</b>	<b>1,27</b>	
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	975	R\$ 0,33	R\$ 321,75	1,27	
<b>A.4. Outras despesas</b>				<b>R\$ 120,60</b>	<b>0,48</b>	
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$ 12060,48	R\$ 120,60	0,48	
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				<b>R\$ 862,75</b>	<b>3,40</b>	
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$ 10000,00	R\$ 100,00	0,39	
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$ 5 000,00	R\$ 250,00	0,99	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$ 7325,00	R\$ 512,75	2,02	
	<b>Vida útil (Mês)</b>		<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>R\$ 1 592,75</b>	<b>6,28</b>	
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>R\$ 370,75</b>	<b>1,46</b>	
bomba submersa	60		R\$ 2 776,00	3	R\$ 138,80	0,55
Tubos 2"	120		R\$ 498,00	3	R\$ 12,45	0,05
Poço	600		R\$ 5 000,00	3	R\$ 25,00	0,10
Microaspersores	60		R\$ 2 600,00	3	R\$ 130,00	0,51

Conexões	60	R\$ 790,00	3	R\$ 39,50	0,16
Galpão	600	R\$ 5 000,00	3	R\$ 25,00	0,10
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>R\$ 10,00</b>	<b>0,04</b>
Imposto Territorial rural	ha	1 R\$ 10,00		R\$ 10,00	0,04
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				<b>R\$ 1 212,00</b>	<b>4,78</b>
Aux. Administração	Salário	1 R\$ 1212,00		R\$ 1 212,00	4,78
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				R\$ 24 257,85	
C.1. (A) + (B)				R\$ 24 257,85	95,66
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>R\$ 1 099,84</b>	<b>4,34</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>R\$ 100,00</b>	<b>0,39</b>
Arrendamento	ha	1 R\$ 100,00		R\$ 100,00	0,39
<b>D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)</b>				<b>R\$ 999,84</b>	<b>3,94</b>
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06 R\$ 16664,00		R\$ 999,84	3,94
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>R\$ 25 357,69</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				R\$ 25 357,69	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 4** – Custos de produção por hectare de feijão-caupi adubado com 55 t ha<sup>-1</sup> de quantidades equitativas de jitrana e flor-de-seda. Mossoró, UFERSA, 2020/21.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)			% sobre CT
			Un.	TOTAL	R\$ 25	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>					<b>R\$ 985,10</b>	<b>R\$ 90,61</b>
<b>A.1. Insumos</b>					<b>R\$ 3 450,00</b>	<b>12,03</b>
Solarização dos canteiros	D/H	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00		2,09
Retirada dos plásticos	D/H	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00		0,42
Sementes	kg	40	R\$ 3,75	R\$ 150,00		0,52
Bobina de plástico	m	2064	R\$ 1,25	R\$ 2 580,00		9,00
<b>A.2. Mão-de-obra</b>					<b>R\$ 21 230,00</b>	<b>74,03</b>
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>					<b>R\$ 7 960,00</b>	<b>27,76</b>
Corte 27,5 t ha)	d/h*	100	R\$ 60,00	R\$ 6 000,00		20,92
Transporte	Frete	4	R\$ 70,00	R\$ 280,00		0,98
Trituração	d/h*	13	R\$ 60,00	R\$ 780,00		2,72
Secagem	d/h*	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00		1,67
Ensacamento	d/h*	7	R\$ 60,00	R\$ 420,00		1,46
Custos com Adubo verde (Jitrana)					<b>R\$ 8 260,00</b>	<b>28,80</b>
Corte 27,5 t ha)	d/h*	103	R\$ 60,00	R\$ 6 180,00		21,55
Transporte	Frete	4	R\$ 70,00	R\$ 280,00		0,98
Trituração	d/h*	15	R\$ 60,00	R\$ 900,00		3,14
Secagem	d/h*	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00		1,67
Ensacamento	d/h*	7	R\$ 60,00	R\$ 420,00		1,46
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>					<b>R\$ 5 010,00</b>	<b>17,47</b>
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00		0,24
Aração	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00		0,49
Gradagem	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00		0,49
Confecção de canteiros	h/t*	10	R\$ 70,00	R\$ 700,00		2,44
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	24	R\$ 30,00	R\$ 720,00		2,51
Plantio	d/h*	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00		2,09
Desbaste	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00		1,26
Capina manual	d/h*	16	R\$ 60,00	R\$ 960,00		3,35
Colheita	d/h*	14	R\$ 60,00	R\$ 840,00		2,93
Transporte	d/h*	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00		1,67
<b>A.3. Energia elétrica</b>					<b>R\$ 321,75</b>	<b>1,12</b>
Bombeamento da água de irrigação	KW/h	975	R\$ 0,33	R\$ 321,75		1,12
<b>A.4. Outras despesas</b>					<b>R\$ 120,60</b>	<b>0,42</b>
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$ 12060,48	R\$ 120,60		0,42
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>					<b>R\$ 862,75</b>	<b>3,01</b>
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$ 10000,00	R\$ 100,00		0,35
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$ 5000,00	R\$ 250,00		0,87

7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$ 7325,00	R\$ 512,75	1,79
	<b>Vida útil (Mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>R\$ 1 592,75</b>	<b>5,55</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>R\$ 370,75</b>	<b>1,29</b>
Bomba submersa	60	R\$2776,00	3	R\$ 138,80	0,48
Tubos 2"	120	R\$ 98,00	3	R\$ 12,45	0,04
Poço	600	R\$5000,00	3	R\$ 25,00	0,09
Microaspersores	60	R\$ 2600,00	3	R\$ 130,00	0,45
Conexões	60	R\$ 790,00	3	R\$ 39,50	0,14
Galpão	600	R\$ 5 000,00	3	R\$ 25,00	0,09
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>R\$ 10,00</b>	<b>0,03</b>
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,03
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				<b>R\$ 1 212,00</b>	<b>4,23</b>
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1212,00	R\$ 1 212,00	4,23
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				<b>R\$ 27 577,85</b>	
C.1. (A) + (B)				R\$ 27 577,85	96,16
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>R\$ 1 099,84</b>	<b>3,84</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>R\$ 100,00</b>	<b>0,35</b>
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,35
<b>D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)</b>				<b>R\$ 999,84</b>	<b>3,49</b>
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 16664,00	R\$ 999,84	3,49
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>R\$ 28 677,69</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				R\$ 28 677,69	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 5** – Custos de produção por hectare de feijão-caupi adubado com 16 t ha<sup>-1</sup> de quantidades equitativas de jitrana e flor-de-seda. Mossoró, UFERSA, 2020/21.

COMPONENTES	Un.	Qte		Un.	Preço (R\$)	% sobre CT
					TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>					<b>R\$ 27 065,10</b>	<b>90,95</b>
<b>A.1. Insumos</b>					<b>R\$ 3 450,00</b>	<b>11,59</b>
Solarização dos canteiros	D/H	10	R\$	60,00	R\$ 600,00	2,02
Retirada dos plásticos	D/H	2	R\$	60,00	R\$ 120,00	0,40
Produção de mudas	Bandejas	40	R\$	3,75	R\$ 150,00	0,50
Bobina de plástico	m	2064	R\$	1,25	R\$ 2580,00	8,67
<b>A.2. Mão-de-obra</b>					<b>R\$ 22 310,00</b>	<b>74,97</b>
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>					<b>R\$ 8 380,00</b>	<b>28,16</b>
Corte 34 t ha)	d/h*	107	R\$	60,00	R\$ 6 420,00	21,57
Transporte	Frete	4	R\$	0,00	R\$ 280,00	0,94
Trituração	d/h*	13	R\$	60,00	R\$ 780,00	2,62
Secagem	d/h*	8	R\$	60,00	R\$ 480,00	1,61
Ensaçamento	d/h*	7	R\$	60,00	R\$ 420,00	1,41
Custos com Adubo verde (Jitirana)					<b>R\$ 8 740,00</b>	<b>29,37</b>
Corte 34 t ha)	d/h*	109	R\$	60,00	R\$ 6 540,00	21,98
Transporte	Frete	4	R\$	70,00	R\$ 280,00	0,94
Trituração	d/h*	17	R\$	60,00	R\$ 1 020,00	3,43
Secagem	d/h*	8	R\$	60,00	R\$ 480,00	1,61
Ensaçamento	d/h*	7	R\$	60,00	R\$ 420,00	1,41
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>					<b>R\$ 5 190,00</b>	<b>17,44</b>
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	70,00	R\$ 70,00	0,24
Aração	h/t**	2	R\$	70,00	R\$ 140,00	0,47
Gradagem	h/t**	2	R\$	70,00	R\$ 140,00	0,47
Confecção de canteiros	d/h*	10	R\$	70,00	R\$ 700,00	2,35
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	30	R\$	30,00	R\$ 900,00	3,02
Plantio	d/h*	10	R\$	60,00	R\$ 600,00	2,02
Desbaste	d/h*	6	R\$	60,00	R\$ 360,00	1,21
Capina manual	d/h*	16	R\$	60,00	R\$ 960,00	3,23
Colheita	d/h*	14	R\$	60,00	R\$ 840,00	2,82
Transporte	d/h*	8	R\$	60,00	R\$ 480,00	1,61
<b>A.3. Energia elétrica</b>					<b>R\$ 321,75</b>	<b>1,08</b>
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	975	R\$	0,33	R\$ 321,75	1,08
<b>A.4. Outras despesas</b>					<b>R\$ 120,60</b>	<b>0,41</b>
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	1060,48	R\$ 120,60	0,41
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>					<b>R\$ 862,75</b>	<b>2,90</b>
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10000,00	R\$ 100,00	0,34
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	5000,00	R\$ 250,00	0,84
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	7325,00	R\$ 512,75	1,72
	<b>Vida útil (Mês)</b>		<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>

<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>R\$ 1 592,75</b>	<b>5,35</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>R\$ 370,75</b>	<b>1,25</b>
Bomba submersa	60	R\$ 2776,00	3	R\$ 138,80	0,47
Tubos 2"	120	R\$ 498,00	3	R\$ 12,45	0,04
Poço	600	R\$5000,00	3	R\$ 25,00	0,08
Microaspersores	60	R\$ 2600,00	3	R\$ 130,00	0,44
Conexões	60	R\$ 790,00	3	R\$ 39,50	0,13
Galpão	600	R\$ 5000,00	3	R\$ 25,00	0,08
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>R\$ 10,00</b>	<b>0,03</b>
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,03
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				<b>R\$ 1 212,00</b>	<b>4,07</b>
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1212,00	R\$ 1 212,00	4,07
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				<b>R\$ 28 657,85</b>	
C.1. (A) + (B)				R\$ 28 657,85	96,30
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>R\$ 1 099,84</b>	<b>3,70</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>R\$ 100,00</b>	<b>0,34</b>
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,34
<b>D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)</b>				<b>R\$ 999,84</b>	<b>3,36</b>
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 16664,00	R\$ 999,84	3,36
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>R\$ 29 757,69</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				R\$ 29 757,69	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 6** – Custos de produção por hectare de feijão-caupi sem adubação (testemunha absoluta). Mossoró, UFERSA, 2020/21.

COMPONENTES	Un.	Qte	Un.	Preço (R\$)		% sobre CT
					TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>					<b>R\$ 9 255,10</b>	<b>77,46</b>
<b>A.1. Insumos</b>					<b>R\$ 3 450,00</b>	<b>28,88</b>
Solarização dos canteiros	D/H	10	R\$ 60,00		R\$ 600,00	5,02
Retirada dos plásticos	D/H	2	R\$ 60,00		R\$ 120,00	1,00
Produção de mudas	Bandejas	40	R\$ 3,75		R\$ 150,00	1,26
Bobina de plástico	m	2064	R\$ 1,25		R\$ 2 580,00	21,59
<b>A.2. Mão-de-obra</b>					<b>R\$ 4 500,00</b>	<b>37,66</b>
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>					<b>R\$ -</b>	<b>0,00</b>
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>					<b>R\$ 4 500,00</b>	<b>37,66</b>
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$ 70,00		R\$ 70,00	0,59
Aração	h/t**	2	R\$ 70,00		R\$ 140,00	1,17
Gradagem	h/t**	2	R\$ 70,00		R\$ 140,00	1,17
Confecção de canteiros	d/h*	10	R\$ 70,00		R\$ 700,00	5,86
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	7	R\$ 30,00		R\$ 210,00	1,76
Plantio	d/h*	10	R\$ 60,00		R\$ 600,00	5,02
Desbaste	d/h*	6	R\$ 60,00		R\$ 360,00	3,01
Capina manual	d/h*	16	R\$ 60,00		R\$ 960,00	8,04
Colheita	d/h*	14	R\$ 60,00		R\$ 840,00	7,03
Transporte	d/h*	8	R\$ 60,00		R\$ 480,00	4,02
<b>A.3. Energia elétrica</b>					<b>R\$ 321,75</b>	<b>2,69</b>
Bombeamento da água de irrigação	KW/h	975	R\$ 0,33		R\$ 321,75	2,69
<b>A.4. Outras despesas</b>					<b>R\$ 120,60</b>	<b>1,01</b>
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)		0,01	R\$ 12060,48		R\$ 120,60	1,01
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>					<b>R\$ 862,75</b>	<b>7,22</b>
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)		0,01	R\$ 10000,00		R\$ 100,00	0,84
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira		0,05	R\$ 5000,00		R\$ 250,00	2,09
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação		0,07	R\$ 7325,00		R\$ 512,75	4,29
	<b>Vida útil (Mês)</b>		<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>					<b>R\$ 1 592,75</b>	<b>13,33</b>
<b>B.1. Depreciação</b>					<b>R\$ 370,75</b>	<b>3,10</b>
Bomba submersa	0		R\$ 2776,00	3	R\$ 138,80	1,16
Tubos 2"	120		R\$ 498,00	3	R\$ 12,45	0,10
Poço	0		R\$ 5000,00	3	R\$ 25,00	0,21
Microaspersores	0		R\$ 2600,00	3	R\$ 130,00	1,09
Conexões	0		R\$ 790,00	3	R\$ 39,50	0,33
Galpão	600		R\$ 5 000,00	3	R\$ 25,00	0,21

<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>R\$ 10,00</b>	<b>0,08</b>
Imposto Territorial rural	a	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,08
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				<b>R\$ 1 212,00</b>	<b>10,14</b>
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1212,00	R\$ 1 212,00	10,14
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				<b>R\$ 10 847,85</b>	
C.1. (A) + (B)				R\$ 10 847,85	90,79
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>R\$ 1 099,84</b>	<b>9,21</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>R\$ 100,00</b>	<b>0,84</b>
Arrendamento	a	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,84
<b>D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)</b>				<b>R\$ 999,84</b>	<b>8,37</b>
Infraestrutura, máquinas e equipamentos		0,06	R\$ 16664,00	R\$ 999,84	8,37
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>R\$ 11 947,69</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				R\$ 11 947,69	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

Tabela 7 – Custos de produção por hectare de feijão-caupi com adubação mineral. Mossoró, UFRSA, 2020/21.

COMPONENTES	Un.	Qte	Un.	Preço (R\$)		% sobre CT
				Valor	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>					<b>R\$ 12 320,98</b>	<b>82,07</b>
<b>A.1. Insumos</b>					<b>R\$ 3 450,00</b>	<b>22,98</b>
Solarização dos canteiros	D/H	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	4,00	
Retirada dos plásticos	D/H	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00	0,80	
Produção de mudas	Bandejas	40	R\$ 3,75	R\$ 150,00	1,00	
Bobina de plástico	m	2064	R\$ 1,25	R\$ 2 580,00	17,18	
<b>A.2. Mão-de-obra</b>					<b>R\$ 7 565,88</b>	<b>50,39</b>
<b>A.2.1 Custos com adubo</b>					<b>R\$ 3 065,88</b>	<b>20,42</b>
Uréia	Kg	91	R\$ 7,40	R\$ 673,40	4,49	
MAP	Kg	154	R\$ 10,72	R\$ 1 650,88	11,00	
Cloreto de potássio	Kg	103	R\$ 7,20	R\$ 741,60	4,94	
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>					<b>R\$ 4 500,00</b>	<b>29,97</b>
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$ 70,00	R\$ 70,00	0,47	
Aração	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,93	
Gradagem	h/t**	2	R\$ 70,00	R\$ 140,00	0,93	
Confecção de canteiros	d/h*	10	R\$ 70,00	R\$ 700,00	4,66	
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	7	R\$ 30,00	R\$ 210,00	1,40	
Plantio	d/h*	10	R\$ 60,00	R\$ 600,00	4,00	
Desbaste	d/h*	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	2,40	
Capina manual	d/h*	16	R\$ 60,00	R\$ 960,00	6,39	
Colheita	d/h*	14	R\$ 60,00	R\$ 840,00	5,59	
Transporte	d/h*	8	R\$ 60,00	R\$ 480,00	3,20	
<b>A.3. Energia elétrica</b>					<b>R\$ 321,75</b>	<b>2,14</b>
Bombeamento da água de irrigação	KW/h	975	R\$ 0,33	R\$ 321,75	2,14	
<b>A.4. Outras despesas</b>					<b>R\$ 120,60</b>	<b>0,80</b>
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$ 12060,48	R\$ 120,60	0,80	
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>					<b>R\$ 862,75</b>	<b>5,75</b>
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$ 10000,00	R\$ 100,00	0,67	
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$ 5000,00	R\$ 250,00	1,67	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$ 7325,00	R\$ 512,75	3,42	
	<b>Vida útil</b>		<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>					<b>R\$ 1 592,75</b>	<b>10,61</b>
<b>B.1. Depreciação</b>					<b>R\$ 370,75</b>	<b>2,47</b>
Bomba submersa	60		R\$ 2 776,00	3	R\$ 138,80	0,92
Tubos 2"	120		R\$ 498,00	3	R\$ 12,45	0,08
Poço	600		R\$ 5 000,00	3	R\$ 25,00	0,17
Microaspersores	60		R\$ 2 600,00	3	R\$ 130,00	0,87
Conexões	60		R\$ 790,00	3	R\$ 39,50	0,26

Galpão	600	R\$ 5 000,00	3	R\$ 25,00	0,17
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>R\$ 10,00</b>	<b>0,07</b>
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,07
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				<b>R\$ 1 212,00</b>	<b>8,07</b>
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1212,00	R\$ 1 212,00	8,07
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				R\$ 13 913,73	
C.1. (A) + (B)				R\$ 13 913,73	92,67
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>R\$ 1 099,84</b>	<b>7,33</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>R\$ 100,00</b>	<b>0,67</b>
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,67
<b>D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)</b>				<b>R\$ 999,84</b>	<b>6,66</b>
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 16664,00	R\$ 999,84	6,66
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>R\$ 15 013,57</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				R\$ 15 013,57	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

