

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA - CCCh
CURSO DE AGRONOMIA

ENILTON SILVA RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DO CAULE DECOMPOSTO DE BABAÇU COMO SUBSTRATO PARA
AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DO FEIJÃO-CAUPI**
(*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva Rodrigues, Enilton.

Utilização do caule decomposto de babaçu como substrato para avaliação biométrica do feijão-caupi *Vigna unguiculata* L. Walp / Enilton Silva Rodrigues. - 2023.
28 f.

Coorientador(a): José Roberto Brito Freitas.

Orientador(a): James Ribeiro de Azevedo.

Monografia (Graduação) - Curso de Agronomia,
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA, 2023.

1. Caule decomposto de babaçu. 2. Germinação. 3. Plântula. 4. Velocidade de emergência. I. Brito Freitas, José Roberto. II. Ribeiro de Azevedo, James. III. Título.

ENILTON SILVA RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DO CAULE DECOMPOSTO DE BABAÇU COMO SUBSTRATO PARA
AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DO FEIJÃO-CAUPI**
(Vigna unguiculata (L.) Walp)

*Monografia apresentada à coordenação do
Curso de Agronomia do Centro de Ciências de
Chapadinha da Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obter o título de
graduado em Agronomia.*

*Trabalho orientado pelo professor Doutor
James Ribeiro de Azevedo*

ENILTON SILVA RODRIGUES

**UTILIZAÇÃO DO CAULE DECOMPOSTO DE BABAÇU COMO SUBSTRATO PARA
AVALIAÇÃO BIOMÉTRICA DO FEIJÃO-CAUPI**
(*Vigna unguiculata* (L.) Walp)

*Monografia apresentada à coordenação do
Curso de Agronomia do Centro de Ciências de
Chapadinha da Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obter o título de
graduado em Agronomia.*

*Trabalho orientado pelo professor Doutor
James Ribeiro de Azevedo*

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. James Ribeiro de Azevedo (Orientador)

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)
Professor do curso de agronomia na UFMA/CCCh

Prof. Dr. José Roberto Brito Freitas

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)
Professor do curso de agronomia na UFMA/CCCh

Me. Gênesis Alves de Azevedo

Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

DEDICATÓRIA

*Aos meus avós, meus pais e à minha família,
pelo apoio, que sempre tem fundamental
importância nos nossos projetos de vida.
Mais uma etapa vencida e este apoio foi e
sempre será necessário para uma realização
completa.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus avós **Sebastião e Maria** e *in memoriam* **Miguel e Maria Isabel (Beliza)**, meus pais, **Paulino Barbosa Rodrigues e Maria Leide Pereira Silva**, pelo apoio e paciência. À minha companheira, **Aline Varão da Silva**, pela compreensão e incentivo, às minhas filhas, **Júlia Tainá, Sofia Juliana, Tarcila Iaci, Luna Rosa e Vitória Marielle** pela necessária dose de incentivo de sempre continuar acreditando que terão um mundo muito melhor para viver, simbolizando as aspirações das novas gerações de lutadores. Aos meus irmãos, **Eronilda, Edina, Edinailton, Ecione, Edinaelma, Edinilton, Maria Eduarda e Hellen Grazielle**, por estar sempre acreditando em mim. Aos amigos que convivemos neste período na universidade e no movimento estudantil: **Ivo, Emerson, Tauan, Rai, Raimundo, Olivian, Chagas, Gilberto, Jhony, Antonio, Carlos Alberto, Pedro, Jacson, Valdenir, Rikson, Rosana, Luís, Rafaela, Diego** de várias cidades do Maranhão, não esquecerei dos nossos momentos de diversão das gargalhadas e boas histórias partilhadas com vocês. Agradeço ao meu orientador, **Profº Dr. James Ribeiro de Azevedo**, pela orientação e acolhimento ao grupo **NEAF**, meu grupo de pesquisa, ao **Profº Dr. José Roberto Brito Freitas**, pela amizade e por fazer parte de minha banca, ao amigo **Genesis Alves de Azevedo, ao Igreja, Loiola, Mabson** e cada um que contribuiu nas análises e no decorrer do meu experimento. Aos **professores, técnicos administrativo, trabalhadores contratados, atendentes da lanchonete e xerox** do centro de ciências de chapadinha – CCCh/UFMA, pela boa convivência neste anos de curso. Ao povo brasileiro, que através da gloriosa Universidade Federal do Maranhão (UFMA) proporcionou minha segunda graduação, continuarei lutando para que a educação continue pública, gratuita, de qualidade, laica e socialmente referenciada.

RESUMO

Diante da escassez de recursos naturais, é crescente a procura por substratos alternativos para uso agronômico que apresentam elevada qualidade nutricional. O objetivo foi avaliar a utilização do caule decomposto de babaçu como substrato alternativo na germinação e emergência do feijão-caupi. O experimento foi instalado em ambiente protegido no grupo de pesquisa FRUTIMA da UFMA campi Chapadinha-MA, com cobertura de sombrite de 50%. Foram semeadas 128 sementes, divididas em quatro tratamentos em bandejas multicelulares (128 células) de isopor totalizando 512 sementes, sendo uma semente em cada célula da bandeja. Os tratamentos consistiram em T1, T2, T3 e T4, sendo regado uma vez por dia. Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e 128 repetições, constituindo 4 unidades experimentais, sendo uma planta por célula. Os tratamentos consistiram na avaliação do desempenho nutricional de cada substrato, nos quais foram compostos por: T1: caule decomposto de babaçu (CDB), T2: substrato comercial (SC), T3: esterco bovino (EB), e T4: areia lavada (AL), nas seguintes proporções: T1: 100% CDB; T2: 100% de SC; T3: 100% EB ; T4: 100% AL (testemunha). As proporções foram adicionadas em bandejas de isopor com 128 células. As variáveis mensuradas foram: porcentagem de germinação (G%), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca da plântula (MFP) e massa seca da plântula (MFP). A maior porcentagem de germinação das sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp*) foi obtida com o substrato comercial (SC), apresentando 99% de germinação, seguida do caule decomposto de babaçu (CDB), com 96% de germinação. Conclui-se que o caule decomposto de babaçu promoveu desempenho semelhante ao substrato comercial nas plântulas do feijão-caupi nas condições do presente estudo, o que se mostra uma alternativa agroecológica como substrato.

Palavras-chave: caule decomposto de babaçu, germinação, velocidade de emergência, plântula.

ABSTRACT

Faced with the scarcity of natural resources, there is a growing demand for alternative substrates for agronomic use that have high nutritional quality. The objective was to evaluate the use of decomposed babassu stems as an alternative substrate for the germination and emergence of cowpea. The experiment was installed in a protected environment in the FRUTIMA research group at UFMA campus Chapadinha-MA, with 50% shade coverage. 128 seeds were sown, divided into four treatments in multicellular trays (128 cells) of styrofoam, totaling 512 seeds, one seed in each cell of the tray. The treatments consisted of T1, T2, T3 and T4, being watered once a day. A completely randomized design (DIC) was adopted, with four treatments and 128 repetitions, constituting 4 experimental units, with one plant per cell. The treatments consisted of evaluating the nutritional performance of each substrate, in which they were composed of: T1: decomposed babassu stem (CDB), T2: commercial substrate (SC), T3: bovine manure (EB), and T4: washed sand (AL), in the following proportions: T1: 100% CBD; T2: 100% SC; T3: 100% EB; T4: 100% AL (witness). The proportions were added in Styrofoam trays with 128 cells. The variables measured were: germination percentage (G%), emergence speed index (IVE), seedling fresh mass (MFP) and seedling dry mass (MFP). The highest percentage of germination of cowpea seeds (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) was obtained with the commercial substrate (SC), presenting 99% of germination, followed by the decomposed stem of babassu (CDB), with 96% of germination. It is concluded that the decomposed babassu stem promoted similar performance to the commercial substrate in cowpea seedlings under the conditions of the present study, which shows an agroecological alternative as substrate.

Keywords: babassu decomposed stem, germination, emergence speed, seedling.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivos Específicos.....	13
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
3.1. Feijão-Caupi: aspectos culturais e socioeconômicos	14
3.2 Substrato.....	15
3.3. Caule Decomposto de Babaçu	17
3.4. Esterco Bovino	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O feijão é a principal leguminosa fornecedora de proteínas, sendo um produto consumido por aproximadamente 71% da população brasileira e constitui um importante alimento na dieta, devido seus constituintes nutricionais, por apresentar valores elevados de minerais, vitaminas, carboidratos, fibra e principalmente altos teores de proteína nos grãos (IBGE, 2021).

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma leguminosa de grande importância socioeconômica para a região nordeste, sendo cultivada em grande parte por pequenos produtores rurais. O seu amplo cultivo se deve a sua alta rusticidade, boa qualidade e boa adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas. O feijão-caupi constitui-se na principal cultura de subsistência da região, sendo também, uma das alternativas de alimento para a população de baixa renda do nordeste brasileiro, sendo um importante produto para obtenção de renda e segurança alimentar dos agricultores (DESRAVINES et al., 2022).

Trata-se de uma leguminosa de grande importância para o norte e nordeste brasileiro, por constituir uma das principais fontes de alimentação destas regiões, pois possui um alto valor nutritivo e contribui para a geração de renda e emprego e tem um papel, cada vez mais importante, no contexto de segurança alimentar da população das regiões tropicais e subtropicais de instabilidade pluviométrica (BEZERRA et al. 2020). O principal entrave da agricultura familiar para produzir este alimento é a falta de recursos para proporcionar às plantas o seu pleno desenvolvimento. Desta forma, o uso de insumos locais, tais como o substrato da palmeira de babaçu, pode diminuir esta dificuldade. A cultura do feijão-caupi conhecido também como feijão-de-corda, assume relevante papel como fonte alimentar para a população maranhense, sendo cultivada, em grande parte, pela agricultura familiar.

No contexto de produção de mudas, o substrato é um dos componentes mais importantes, pois qualquer variação na sua composição implica na nulidade ou irregularidade de germinação, na mal formação das mudas e no aparecimento de sintomas de deficiências ou excessos de alguns nutrientes, o que compromete todo o desenvolvimento da cultura, aumentando seu ciclo e ocasionando perda na produção (MINAMI, 1995). Do ponto de vista físico, o substrato deve permitir adequado crescimento das raízes, reter água, possibilitar aeração e agregação do sistema radicular, além de não favorecer o desenvolvimento de doenças e plantas daninhas. Quanto à composição química, deve fornecer todos os nutrientes necessários ao crescimento da planta em quantidade adequada e no momento que a planta apresentar a demanda (SANTOS et al., 2000).

Dentre os substratos alternativos, pode-se destacar o caule decomposto de babaçu (CDB), que é de fácil obtenção, é ambientalmente sustentável, tem estrutura estável, com tempo de decomposição razoável além de ser homogêneo. Também possui um elevado teor de nutrientes, especialmente por se tratar de um material orgânico, sendo uma boa alternativa para uso como substrato, pode promover uma adequada germinação, devido a sua excelente capacidade de retenção de umidade e porosidade, possibilitando condições ideais para a manutenção das sementes (ANDRADE et al., 2017). Vale destacar que existem outros substratos alternativos e que foi usado no presente estudo, como o esterco bovino, porém, o foco deste trabalho é o caule decomposto de babaçu. Por esta razão com o presente trabalho objetivou avaliar a utilização do caule decomposto de babaçu como substrato alternativo na germinação e emergência do feijão-caupi.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência do uso do substrato alternativo, caule decomposto de babaçu na germinação e emergência da cultura do feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]

2.2 Objetivo Específico

- a) Avaliar características biométricas e biomassa das plântulas do feijão-caupi;
- b) Analisar parâmetros germinativos e desempenho inicial das plântulas de feijão-caupi submetidas à diferentes substratos alternativos, com ênfase no caule decomposto de babaçu;
- c) Avaliar o potencial nutricional do substrato caule decomposto de babaçu para uso agrônômico.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Feijão-caupi: questões culturais e socioeconômicos

O feijão-caupi é uma leguminosa originária do continente africano, pertencente à família *Fabacea*, considerada como uma das mais versáteis e nutritivas entre as espécies cultivadas, apresentando grande plasticidade à adaptação em diferentes. É uma espécie vegetal que foi a princípio descrita por Linnaeus como *Dolichos unguiculatus* L., em seguida foi classificada por Walpers como *V. unguiculata* (L.) Walp. É uma espécie diploide, $2n = 2x = 22$ cromossomos, Dicotyledonea, pertencente a ordem Fabales, família Leguminosae, tribo Phaseoleae, gênero *Vigna* (DINIZ, 2019).

É considerada a principal leguminosa cultivada por pequenos e médios produtores das regiões norte e nordeste do Brasil (FREIRE FILHO et al. 2011; SOUSA et al. 2020). Esta leguminosa pode ser cultivada em qualquer tipo de solo, apresentando melhores resultados associados à matéria orgânica; e bom desempenho em temperaturas entre 18 e 30°C. Em relação ao consumo de água, a cultura do caupi possui bom desenvolvimento em regiões com precipitação média de 250 a 500 mm anuais, tendo em vista que produz satisfatoriamente sem a necessidade de irrigação com precipitação de 300 mm anuais distribuídos regularmente durante seu ciclo vegetativo (CÂMARA; FREIRE FILHO, 2001; ALMEIDA, 2008; BASTOS et al., 2017).

Segundo Dourado Neto e Francelli (2000), durante o seu desenvolvimento o feijão-caupi apresenta duas fases distintas, denominadas de fase vegetativa e fase reprodutiva. Na primeira fase ocorre o desdobramento das folhas primárias e vai até o aparecimento dos botões florais. Na segunda fase ocorre a emissão dos botões florais, o enchimento das vagens e a maturação das sementes. O feijão-caupi, é também denominado de feijão-de-corda, feijão-macassar ou feijão da colônia, é uma excelente fonte de proteínas (23% a 25% em média), carboidratos (62% em média), lipídios (2% em média), minerais (Fe, Zn e P), vitaminas, tiamina e riboflavinas. Em geral, as variedades de feijão-caupi apresentam ciclo curto, com boa capacidade de fixar nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio. Por seu valor nutritivo, o feijão caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, verdes ou secos, sendo destinado ao consumo humano *in natura*, na forma de conserva ou desidratado; além de poder ser utilizado como forragem verde, feno, silagem, farinha para alimentação animal e ainda como adubação verde e proteção do solo (ROCHA, et al., 2017; ALFA et al., 2020; GOMES et al., 2022).

O Maranhão apresentou uma produtividade média de feijão-caupi de 559 kg/ha na safra 2020/2021, sendo 17,35% maior que a produtividade média nacional (462 kg/ha), porém, abaixo das produtividades alcançadas por outros estados, como Tocantins (1.114 kg/ha), Goiás e Roraima (ambos com 1.200 kg/ha) e Distrito Federal (1.240 kg/ha). O estado do Maranhão é o segundo maior produtor de feijão-caupi do Nordeste, ficando atrás somente do estado da Bahia.

Diante desse cenário, o feijão-caupi é uma cultura de grande importância econômica e social para a população maranhense, tendo em vista que desempenha função de destaque socioeconômico pelo grande volume de mão- de-obra que pode gerar no campo e na cidade, constituindo-se na principal cultura de subsistência da região, sendo também, uma das alternativas de alimento para a população de baixa renda do nordeste brasileiro (ROCHA, 2019).

Em geral, as variedades de feijão-caupi apresentam ciclo curto, com boa capacidade de fixar nitrogênio atmosférico em simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio.

3.2 Substratos

O substrato é um dos insumos que têm se destacado em importância devido à sua ampla utilização na produção de mudas hortícolas, uma vez que este exercer influência significativa no desenvolvimento inicial das plântulas. Essa é uma das etapas mais importantes no cultivo das hortaliças, pois dela depende o desempenho produtivo das plantas e a qualidade do produto destinado ao mercado consumidor (SOUZA et al., 2008).

Alguns autores estão realizando estudos com substratos, por desempenhar a função de solo, fornecendo à planta sustentação, nutrientes, água e oxigênio, se torna necessário um manejo aprimorado que proporcione melhores condições de desenvolvimento e formação de mudas de qualidade. Entre as características desejáveis nos substratos pode-se citar o custo, disponibilidade, teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, aeração e retenção de umidade devendo apresentar capacidade de aeração entre 10 e 30%, intervalo em que a água é facilmente assimilável e 85% de porosidade total que permita trocas gasosas, evitando falta de ar para a respiração das raízes, assim como para a atividade microbiana do meio (CARRIJO et al., 2002).

Na busca por alternativas sustentáveis, o reaproveitamento de resíduos na formação de substratos tem sido constante alvo de estudos que visam a reciclagem dos nutrientes contidos nesses materiais, a redução do custo de produção, além da redução dos impactos ambientais negativos gerados (ARAÚJO et al., 2017). Dessa forma, trabalhos com substratos alternativos tem sido um sucesso na germinação e emergência de plantas. Para a obtenção de tais substratos, faz-se necessário o amplo conhecimento da biodiversidade regional, buscando alternativas que venham a diminuir cada vez mais o custo da etapa de produção de mudas, nesse sentido, o babaçu (*Attalea speciosa* Mart.), originário das regiões norte e nordeste do Brasil, possui um alto grau de aproveitamento, onde o caule, quando decomposto, pode ser aproveitado como substrato agrícola na germinação e emergência de culturas, tendo apresentado resultados promissores (COELHO et al., 2013).

Em virtude de ser um dos fatores de maior influência, especialmente na fase de germinação e emergência, deve ser dada especial atenção à escolha do substrato, cujas características físicas, químicas e biológicas devem oferecer as melhores condições para que haja uma excelente germinação e se favoreça o desenvolvimento das mudas. Devido a esse fator e ao grande desenvolvimento da produção e comercialização especializada de mudas de hortaliças, algumas pesquisas têm sido realizadas com a finalidade de determinar melhores fontes e combinações de substratos (ANDRIOLO, 2000).

Além do interesse na utilização de substratos apropriados para o desenvolvimento das plantas, cada vez mais existe a preocupação de aproveitar resíduos agroindustriais na formulação de substratos, visando à redução da poluição ambiental e dos custos de produção. Neste sentido, vários trabalhos vêm sendo realizados com casca de arroz carbonizada, fibra de coco, entre outros, visando à utilização destes materiais como substrato para a produção de mudas (COUTO et al., 2003). Entre os materiais comumente usados como substrato está o caule decomposto do babaçu. Esse substrato se destaca pelas boas propriedades físicas, como a não reação com os nutrientes da adubação, longa durabilidade sem alterações das características físicas, possibilidade de esterilização e abundância da matéria-prima, que é renovável, possuindo características que favorecem seu uso na obtenção de mudas. KAMPF (2000) afirma que a utilização do caule decomposto do babaçu é de grande relevância, pois o aproveitamento de resíduos da agroindústria em práticas agrícolas representa a solução de problemas econômicos, sociais e ambientais, além de serem materiais que contribuem para a obtenção de plantas de qualidade, em um período de tempo menor que o normal, acelerando o ciclo das culturas.

3.3 Caule Decomposto de Babaçu (CDB)

O caule decomposto do babaçu é gerado do desfibramento dessa palmeira, originando um material leve, de estrutura granular e homogênea, intercalada por fibrilas de altíssima porosidade total (94 - 98%) e elevada capacidade de aeração (24 - 89%). Este material apresenta ótima aeração aliada a uma boa capacidade de retenção de água, cerca de três a quatro vezes o seu peso, com alta estabilidade física, pois se decompõe muito lentamente e apresenta alta molhabilidade, isto é, não repele a água quando está seco, o que traz grandes vantagens no manejo da irrigação para o produtor. É um meio de cultivo 100% natural e pode ser indicado para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e no cultivo de flores e hortaliças (ALMEIDA, 2005).

O caule decomposto do babaçu é um material bastante utilizado para a obtenção de mudas, o qual se encontra em abundância no que se refere à matéria-prima, que é renovável e de baixo custo para o produtor. Este subproduto do babaçu possui grande porcentagem de lignina (35-54%), celulose (23 - 43%) e uma pequena quantidade de hemicelulose (3 - 12%), que lhe conferem grande durabilidade, sendo, dessa maneira, recomendável para cultivos de ciclo longo, pois não sofre o processo de degradação acelerado causado pela intensa aplicação de água e/ou fertilizantes. Testando substratos formulados com composto orgânico à base de pó de coco, comprovam a viabilidade da utilização dos mesmos na produção de mudas de tomateiro, uma vez que as condições ideais de um substrato dependem da faixa de exigência das espécies cultivadas, dificilmente se encontra um material que por si só supra todas as condições para o

crescimento destas plantas tornando-se preferível a mistura de dois ou mais materiais para a obtenção de um substrato adequado (LEAL et al., 2003).

3.4 Esterco Bovino (EB)

Quanto ao substrato, na agricultura familiar, o importante é que se utilizem os insumos naturais disponíveis na propriedade ou de fácil aquisição no mercado e tecnologias de baixo custo a exemplo da preparação de substratos com esterco alternativos. Os esterco bovinos, quando aplicados em proporções adequadas como substrato, apresentam efeitos positivos sobre a germinação e emergência de culturas, devido a sua ação favorável aos fatores físicos e químicos associado à melhoria da fertilidade como substrato alternativo. Diante dessa constatação, surge a necessidade de tecnologias que tornem possível a germinação e emergência sem provocar alterações negativas, buscando-se um sistema de agricultura ecologicamente sustentável e de baixo custo. Assim, o emprego de esterco bovino constitui alternativa capaz de atender essa demanda. Onde o cultivo do feijão-caupi é realizado por agricultores familiares sem grandes investimentos em insumos, os substratos alternativos podem vir a suplementar ou, até mesmo, substituir, a longo prazo, os substratos comercial na germinação e emergência de culturas. O uso do esterco bovino pode proporcionar regularização na disponibilidade dos nutrientes e favorecer a emergência de cultura com bom desenvolvimento, além de ser amplamente utilizado em propriedades da agricultura familiar tendo se convertido em prática eficiente e de baixo custo numa perspectiva agroecológica (SILVA et al., 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e clima

O experimento foi conduzido em ambiente protegido com temperatura e umidade controlada, no grupo de pesquisa FRUTIMA, do Centro de Ciências de Chapadinha (CCCh) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizado no município de Chapadinha-MA. O município está situado a 03°44'30" Sul e 43°21'37" Oeste, com altitude média de 107m. Está inserido na mesorregião leste maranhense, dentro da microrregião de Chapadinha IBGE (2021).

4.2 Delineamento e condução do experimento

Foi adotado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 4 tratamentos e 128 repetições, constituindo 4 unidades experimentais, sendo uma planta por célula. Os tratamentos consistiram na avaliação do desempenho nutricional de cada substrato, nos quais serão compostos por: caule decomposto de babaçu (CDB), substrato comercial (Basaplant®) (SC), esterco bovino (EB), e areia lavada (AL), nas seguintes proporções: T1: 100% CDB; T2: 100%

de SC; T3: 100% EB; T4: 100% AL (testemunha). Os substratos (caule decomposto de babaçu e esterco bovino) foram triturados com auxílio de processador elétrico para serem adicionados em bandejas de isopor com 128 células. As variáveis mensuradas foram: porcentagem de germinação (G%), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca da plântula (MFP) e massa seca da plântula (MSP).

As sementes foram semeadas a 1,5cm de profundidade. O experimento foi instalado no dia 16 de junho de 2022, e perdurou até o dia 30 do mesmo mês, quando houve estabilidade de emergência. Os dados foram coletados diariamente às 8:00 horas com início da primeira coleta 24 horas após o experimento instalado, com foco na contagem diária do número de plântulas normais emergidas até o último dia, caracterizado pela estabilidade do processo de emergência, ou seja, momento em que as emergências se tornaram constante. Sendo regado uma vez por dia.

Tabela 1. Atributos químicos dos substratos nos diferentes tratamentos de caule decomposto de babaçu (CDB), substrato comercial (SC), esterco bovino (EB) e areia lavada (AL).

TRAT.	N	MO	P	K	Ca	Mg	S	pH
	---g kg ⁻¹ ---		mg kg ⁻¹		-----cmol _c kg ⁻¹ -----			CaCl ₂
CDB	8,88	216	33,0	3,63	20,60	5,20	29,40	5,32
SC	3,08	65	553,0	2,89	22,50	13,40	41,50	5,03
EB	2,04	227	43,0	1,84	18,10	2,80	24,60	7,30
AL	0,06	7	1,4	0,03	3,65	0,03	5,42	5,00

Tabela 2. Atributos físicos dos substratos nos diferentes tratamentos de caule decomposto de babaçu (CDB), substrato comercial (SC), esterco bovino (EB) e areia lavada (AL).

TRATAMENTO	DG	DP	Porosidade
	(g/cm ³)		%
CDB	0,33	0,97	65,95
SC	0,56	0,85	34,43
EB	0,39	0,75	79,53
AL	7,96	5,27	11,25

DG = densidade global; DP = densidade de partícula

Para a caracterização química (Tabela 1), foram analisados: nitrogênio (N), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e pH de acordo com MAPA (2007). Para caracterização física (Tabela 2) foram realizadas análises de densidade global, densidade de partícula e porosidade, determinados conforme os procedimentos descritos por Schmitz et al. (2002). A caracterização física e química dos materiais utilizados como substratos para a produção de mudas foi realizada no Laboratório de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.

4.3 Variáveis analisadas

As fórmulas usadas para cálculo do IVE e VE foram propostas por Maguire (1962), as quais são apresentadas a seguir: $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da sementeira. Para Maguire (1962), o cálculo da velocidade de emergência (VE) é realizado com os dados utilizados para o cálculo do IVE, utilizando-se a fórmula proposta: $VE = [(N1 \cdot G1) + (N2 \cdot G2) + \dots + (Nn \cdot Gn)] / (G1 + G2 + \dots + Gn)$, em que: VE = velocidade de emergência (dias); G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem; N = número de dias da sementeira a cada contagem. E a equação do coeficiente de velocidade de emergência $VE = [(N1 \cdot G1) + (N2 \cdot G2) + \dots + (Nn \cdot Gn)] / (G1 + G2 + \dots + Gn)$, em que G: número de plantas emergidas e N: número de dias da sementeira a cada contagem.: (Furbeck et al., 1993):

Foram realizadas as avaliações seguintes: a) índice de velocidade de emergência (IVE). Obtido a partir do registro diário do número de plântulas emergidas, com parte aérea formada, até o décimo quarto dia quando houve estabilização da emergência, sendo consideradas emergidas as plântulas que apresentaram o hipocótilo acima da superfície do substrato, ereto e com as folhas cotiledonares completamente abertas; b) porcentagem de germinação; c) massa fresca das plântulas; d) massa seca das plântulas.

Para avaliação, as plântulas do feijão-caupi foram retiradas da bandeja para realização da limpeza das raízes, objetivando a remoção de restos de substratos retidos em sua superfície e pesadas em balança analítica e em seguida acondicionadas em sacos de papel e levadas para estufa em circulação forçada de ar, para secagem à temperatura de 80° C, até atingir o ponto de matéria seca em 24 horas, em seguida foram feitas novas pesagens das plântulas para tabulação e avaliação de perda de massa.

4.4 Avaliação estatística

Os resultados obtidos foram testados pela análise de variância (ANOVA), sendo aplicado o teste F a 1 e 5% de significância para detectar as diferenças nas fontes de variação. Quando encontrada diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 1 e 5 % de significância. Foi utilizado o programa computacional SISVAR® na análise dos dados estatísticos (FERREIRA et.al, 1998).

Para determinação dos efeitos dos respectivos tratamentos na germinação do feijão-caupi, foram avaliadas as seguintes variáveis: i) emergência de plântulas (%); ii) contagem do número de plântulas emergidas diariamente até a estabilização; iii) índice de velocidade de emergência (IVE), calculado de acordo com Maguire (1962).

Ao término do experimento, 14 (quatorze) dias após a semeadura, as plantas foram retiradas dos substratos e conduzidas ao laboratório, sendo obtidos pelo método da secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 80°C por 24 horas, a massa seca da plântula e fazendo a diferença em relação a massa fresca. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste “F”, para diagnóstico de efeito significativo, e os tratamentos comparados entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, através do programa computacional SISVAR® (FERREIRA et.al, 1998).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença estatística nas médias para todas as variáveis analisadas: porcentagem de germinação (PG), velocidade de emergência (VE), coeficiente de velocidade de emergência (CVE), índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de plântula (MFP) e massa seca de plântula (MSP). Os valores do coeficiente de variação para PG, VE e CVE foram inferiores a 6% indicando uma baixa variabilidade entre os dados (Tabela 3). A variável índice de velocidade de emergência (IVE) apresentou significância estatística a nível de 1%. Massa fresca de plântula (MFP) e massa seca de plântula (MSP) apresentaram significância estatística a nível de 5% (Tabela 4). Os coeficientes de variação das variáveis foram inferiores à 10% demonstrando baixa variabilidade entre os dados estatísticos analisados. Essa classificação considera os coeficientes de variação como baixos quando inferiores a 10%, médios entre 10 e 20%, altos entre 20 e 30% e muito altos se superiores a 30%; valores esses obtidos em experimentos de campo com culturas agrícolas (AMARAL et al. (1999).

Tabela 3. Análise de variância da porcentagem de germinação (PG), velocidade de emergência (VE) e coeficiente de velocidade de emergência (CVE) de plântulas de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em função de diferentes substratos alternativos a base de caule decomposto de babaçu (CDB), substrato comercial (SC), esterco bovino (EB) e areia lavada (AL).

TRATAMENTO	PG	VE	CVE
CDB	96,55B	6,31C	0,13C
SC	99,22A	5,24D	0,11C
EB	92,97C	7,29A	0,37A
AL	85,16D	6,97B	0,34B
p-valor	0,001**	0,040*	0,001**
MG	93,55	6,45	0,23
CV	4	3	5

* = Significativo a 5% de probabilidade, ** = Significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; MG = Média Geral; CV = Coeficiente de variação; médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

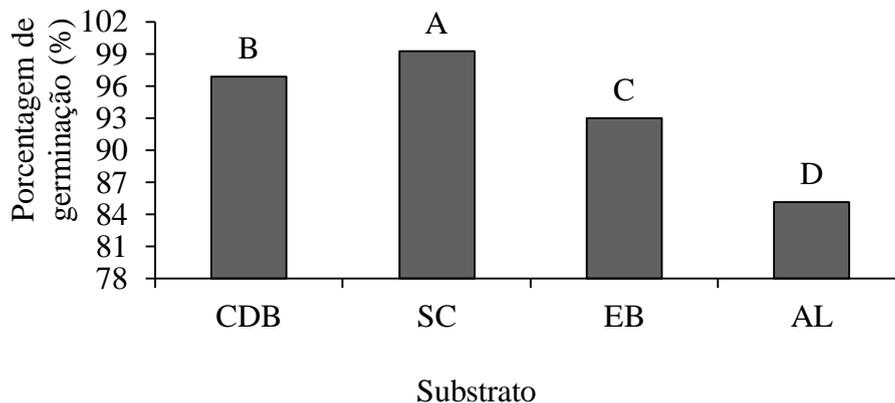
Tabela 4. Análise de variância do índice de velocidade de emergência (IVE), massa fresca de plântula (MFP) e massa seca de plântula (MSP) em função de diferentes substratos alternativos a base de caule decomposto de babaçu (CDB) de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em função de diferentes substratos alternativos a base de caule decomposto de babaçu (CDB), esterco bovino (EB), areia lavada (AL) e substrato comercial (SC).

	IVE	MFP	MSP
CDB	7,67C	1,06B	0,30B
SC	5,19D	1,34 ^a	0,40A
EB	9,17A	0,66C	0,25C
AL	8,66B	0,56C	0,12C
p-valor	0,003**	0,019*	0,017*
MG	7,67	0,9114	0,3425
CV	4	9	8

* = Significativo a 5% de probabilidade, ** = Significativo a 1% de probabilidade; ^{ns} = não significativo; MG = Média Geral; CV = Coeficiente de variação; médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P>0,05).

Observa-se que a maior porcentagem de germinação (Figura 1) das sementes de feijão-caupi foi obtida com o substrato comercial (SC), apresentando 99% de germinação, seguida do caule decomposto de babaçu (CDB), com 96% de germinação. Vale ressaltar que os valores encontrados das porcentagens de germinação das sementes, estão acima do padrão exigido para a produção de sementes do feijão-caupi, visto que a porcentagem mínima deve ser de 70% e 80% para as sementes certificadas ou não certificadas de primeira e de segunda geração (BRASIL, 2008). Constatando que, qualquer um dos substratos pode ser utilizado na germinação das sementes, dando preferência ao caule decomposto de babaçu, substrato que embora apresentou valor inferior ao substrato comercial (SC), tem um menor custo. Observa-se também que os valores do percentual de germinação são superiores ao obtido por Mota et al. (2011), que usou o substrato alternativo, esterco bovino, e verificou porcentagem de germinação de 90%, o que se verificou também neste estudo com o esterco bovino que chegou a 93% de germinação (Figura 1).

Figura 1. Porcentagem de germinação (%) de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em relação a diferentes substratos: base de caule decomposto de babaçu (CDB), esterco bovino (EB), areia lavada (AL) e substrato comercial (SC).



Para a variável VG, e CVE (Figura 2 e 3) o tratamento com esterco bovino (EB) apresentou o melhor resultado, seguido do tratamento com areia lavada (AL). Esse resultado sugere que o substrato EB favorece a emergência das plântulas, mesmo apresentando baixo teor nutricional (Tabela 1), possivelmente por apresentar menor impedimento físico e maior porosidade (Tabela 2), favorecendo o resultado. Vieira Neto (1998), observou que os substratos alternativos compostos por palha de arroz e esterco, favoreceram a velocidade de germinação em mudas de mangabeira.

Figura 2. Velocidade de germinação (%) de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em relação a diferentes substratos: base de caule decomposto de babaçu (CDB), esterco bovino (EB), areia lavada (AL) e substrato comercial (SC).

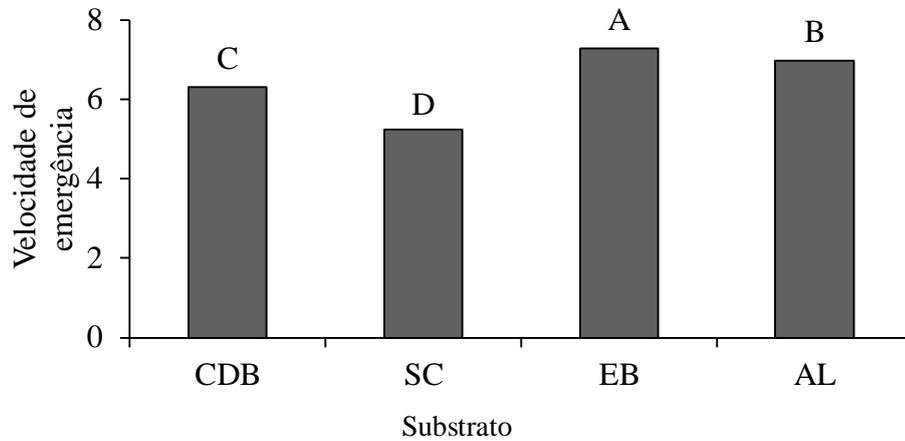


Figura 3. Coeficiente de velocidade de emergência (%) de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em relação a diferentes substratos alternativos a base de caule decomposto de babaçu (CDB), esterco bovino (EB), areia lavada (AL) e substrato comercial (SC).

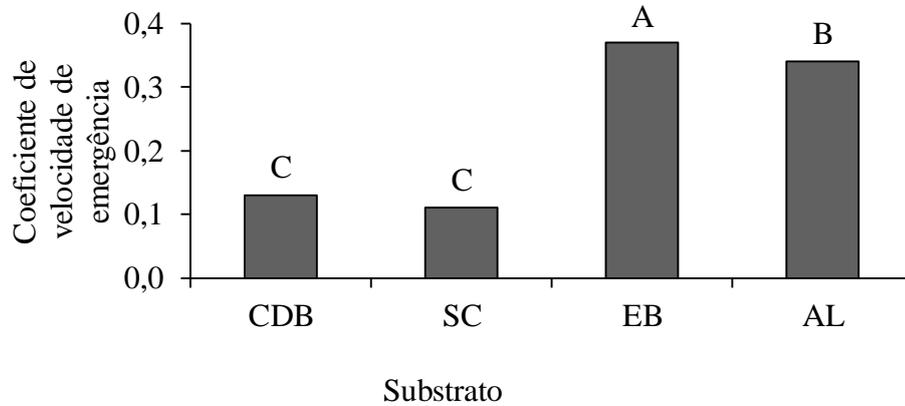
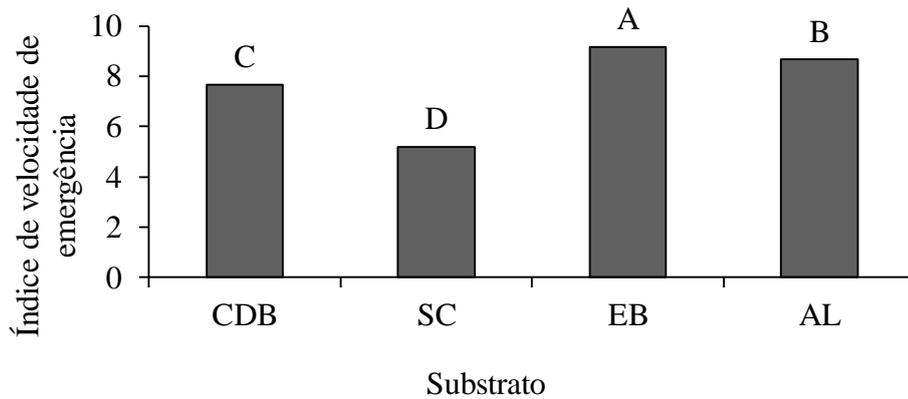


Figura 4. Índice de velocidade de emergência (IVE) (%) de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em relação a diferentes substratos: caule decomposto de babaçu (CDB), esterco bovino (EB), areia lavada (AL) e substrato comercial (SC).



Para o índice de velocidade de emergência (IVE), (Figura 4), o melhor resultado foi obtido com uso de esterco bovino (EB), enquanto o pior resultado para esta variável foi observado no substrato comercial (SC). Duarte et al. (2010), encontraram resultados semelhantes para IVE, atingindo o valor de 10,56, quando utilizou esterco bovino como substrato, ao estudar o aumento das doses deste substrato. Este estudo encontrou 9,17 (Figura 4).

Portanto, o estudo de Duarte et al (2010) apresenta resultados superiores com a utilização de esterco bovino ao apresentando neste trabalho. Isto pode ter ocorrido em função das características físicas do CDB, que promoveu adequada germinação das sementes de feijão-caupi, devido à capacidade de retenção de umidade deste substrato e o fornecimento de condições ideais para a embebição destas sementes. Estes resultados podem ser atribuídas à possível capacidade do material de manter água nas proximidades das sementes, características desejáveis no intuito de se obter uniformidade na emergência (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Existe também uma outra possível explicação para que o CVE e IVE do esterco bovino (EB) e areia lavada (AL) tenham sido superior ao do substrato comercial (SC) e caule decomposto de babaçú (CDB), este fato pode estar relacionado ao vigor das sementes nestes substratos. De acordo com Edmond & Drapala (1958) quanto menor o valor obtido pela fórmula do índice de velocidade de germinação (IVE) ou emergência tem-se lotes de sementes com maior potencial fisiológico. Considerando que a VE baseia-se no princípio de que quanto mais rapidamente a semente germina, maior é o seu vigor, podemos inferir que as sementes com o esterco bovino (EB) e a areia lavada(AL), foram as que apresentaram maior vigor.

Figura 5. Massa fresca de plântula (MFP) de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em relação a diferentes substratos alternativos a base de caule decomposto de babaçú (CDB), esterco bovino (EB), areia lavada (AL) e substrato comercial (SC).

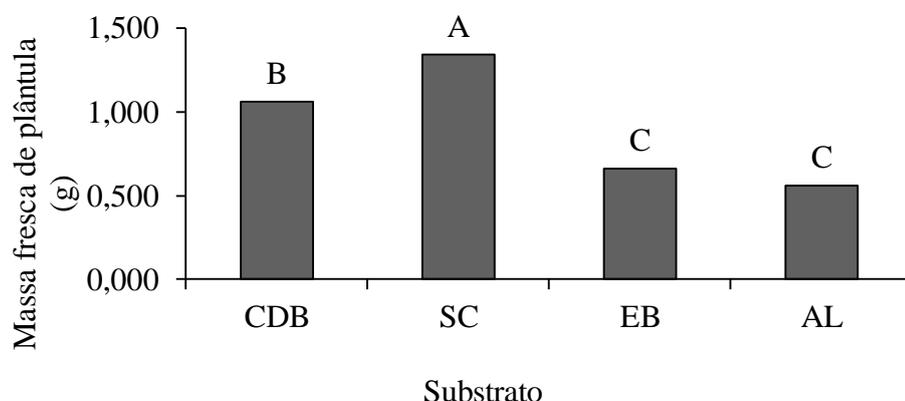
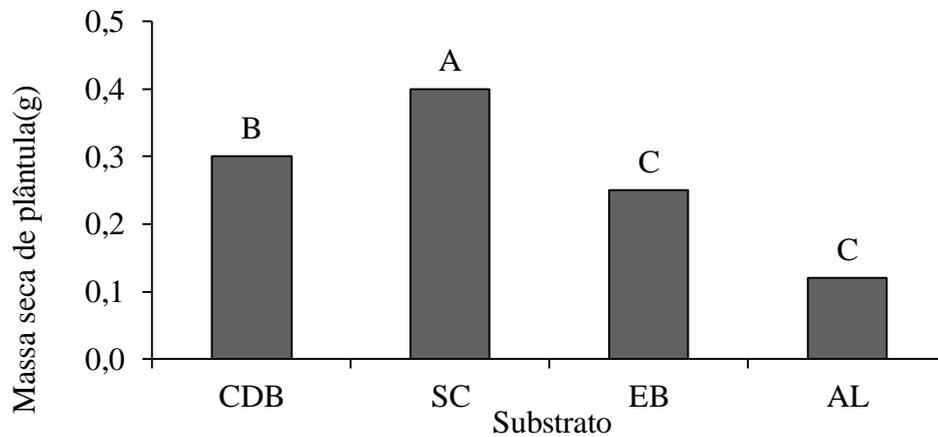


Figura 6. Massa seca de plântula (MSP) de plântulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em relação a diferentes substratos alternativos a base de caule decomposto de babaçu (CDB), esterco bovino (EB), areia lavada (AL) e substrato comercial (SC).



Observando os resultados de massa fresca (MFP) e massa seca (MSP) de plântulas de feijão-caupi (Figuras 5 e 6), verificou-se que a influência do substrato comercial que promoveu melhor resultado, apesar de não ter diferenças estatística com o caule decomposto de babaçu e o esterco bovino, mesmo sendo um formulado com todos os nutrientes requeridos para um bom start inicial de germinação e crescimento das plantas em casa de germinação, esses nutrientes desempenham importantes funções no desenvolvimento inicial da planta, pois estimulam tanto o crescimento das raízes como também da parte aérea. O potássio (K), que é responsável pela regulação osmótica da semente e o nitrogênio (N), que é responsável pelo crescimento da parte aérea, são os nutrientes mais exigidos ao longo do ciclo de cultivo na cultura do feijão-caupi, enquanto o fósforo (P) é responsável pela formação inicial e desenvolvimento das raízes (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004).

A taxa de crescimento da massa fresca é diretamente influenciada pelo suprimento de nitrogênio, entendendo que esse nutriente é determinante para maior taxa de acúmulo de biomassa em plântulas (FERREIRA et al., 2005). Os resultados obtidos de massa fresca das plântulas (MFP) e massa seca das plântulas (MSP), foram maior com o substrato comercial (SC) seguida do caule decomposto de babaçu (CDB) e do esterco bovino (EB). Este resultado é próximo aos encontrados por Maciel et. al (2012), que obtiveram valores parecidos de massa fresca e seca em tomate cereja e em pimenta malagueta, usando o substrato CDB. Ficou evidente no estudo que após a germinação surge a necessidade da plântula por nutrientes para seu desenvolvimento. Esta constatação mostra que o caule decomposto de babaçu (CDB), por ter tido o segundo melhor desempenho tanto na germinação quanto na emergência, é uma opção viável de substrato alternativo para a agricultura familiar para o modo de produção agroecológico do feijão-caupi.

Utilização de resíduos orgânicos, como o caule decomposto de babaçu, na composição de substratos para a germinação e emergência do feijão-caupi, contribui sensivelmente com a aeração, capacidade de armazenamento de umidade e formação de uma adequada estrutura física ao desenvolvimento das raízes, além de fornecerem alguns micro e macro nutrientes, elementos essenciais à planta como resultado da intensa atividade microbiana enzimática (SILVA et. al (2012).

6 CONCLUSÃO

A utilização do caule decomposto de babaçu (CDB) promoveu um ótimo desempenho na germinação e emergência do feijão-caupi, promovendo uma alternativa de substrato para a produção na agricultura familiar, com referencia na agroecologia e proporcionou a segunda melhor emergência (96%), próximo o substrato comercial (99%), mesmo este sendo um formulado pronto com todos os nutrientes necessário para um bom desenvolvimento inicial da planta, e superior ao esterco bovino (93%).

REFERÊNCIAS

- ALFA, A. A.; TIJANI, K. B.; OMOTOSO, O. D. et al. Nutritional values and medicinal health aspects of brown, brown-black and white cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) grown in Okene, Kogi state, Nigeria. **Asian Journal of Advanced Research and Reports**, v. 14, p. 114-124, 2020. DOI: 10.9734/AJARR/2020/v14i430348.
- ALVES, A. L. G. **Diagnóstico da fertilidade dos solos cultivados com feijão-caupi e eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio para o estado do Piauí**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2003.
- ALMEIDA, C. A. J. **Análise da Inoculação e adubação nitrogenada em duas variedades de feijão-caupi**. 2018. p.38. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2018.
- ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St. Hill., A. Juss. e Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos**. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.
- AMARAL, A.M.; MUNIZ, J.A.; SOUZA, M. **Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros**. *Pesq. Agropecu. Bras.*, v.32, p.1221-1225, 1997.
- ANDRADE JUNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; SILVA, M. V. P. et al. Índice de satisfação da necessidade de água do feijão-caupi sob sistema de cultivo convencional e plantio direto. **Rev. Soc. Bras. Agrometeorologia**, v. 26, n. 1, p. 201-211, 2018. DOI: 00.0000/S0000-000X0000000000000000.
- ANDRADE, H. A. F. et al. **Caule decomposto de babaçu (*Attlea speciosa* Mart.) como substrato para produção de mudas de melanciaira**. *Cultura Agrônômica, Ilha Solteira*, v.26, n.3, p.406-416, 2017.
- ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, suplemento, p.26-32, 2000.
- ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; ARAUCO, A. M. S.; GONÇALVES, E. O.; ALMEIDA, K. N. S.. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. **Nativa**, v.5, n.1, p.16-23, 2017.
- BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; NOGUEIRA, C. C. P. **Cultivo do Feijão-bean to *Rhizobium* reinoculation in topdressing**. **Ver. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 274-282, 2017.
- BEZERRA, A. A. C.; NEVES, A. C.; ALCÂNTARA NETO, F. SILVA JÚNIOR, J. V.; COSTA, R. M.; BRITO, L. C. R. Morfofisiologia e produção de feijão-cacupi, cultivar brs novaera, em função da densidade de plantas. IN: Silva-Matos, R. R. S.; Oliveira, P. S. T.; Pereira, R. Y. F. (org.). **Ciências agrárias: conhecimentos científicos e técnicos e difusão de tecnologia 2**. Ponta Grossa – PR, ATENA, 2020. p. 165 – 175.

BRASIL. BORGES, P. R. S.; SABOYA, R. C. C.; SIEBENEICHLER, S. C.. **Crescimento de feijão**. 2008. P. 50- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO.

CÂMARA, JA da S.; FREIRE FILHO, F. R. **Cultivo do feijão caupi**. 1 ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte – Documentos, p. 32, 2001.

CARRIJO, D. A.; SETTI de LIZ, R.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 580 p.

COÊLHO, J. L. S.; SILVA, R. M.; BAIMA, W. D. S.; GONSALVES, H. R. O.; NETO, F. C. S.; AGUIAR, A. V. M.. Diferentes substratos na produção de mudas de pimentão. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.2, p.01-04, 2013.

COUTO, M., A. WAGNER JÚNIOR & A. C. QUEZADA. Efeito de diferentes substratos durante a aclimatização de plantas micropropagadas do porta-enxerto mirabolano 29C (*Prunus cerasifera* EHRH.) em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agrociência**, p: 125-128, 2003.

DESRAVINES, R. P.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S. et al. Optimized production of immature cowpea under green manuring in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 606-617, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n311rc>.

DINIZ, L. R. **Caracterização morfoagronômica e molecular de variedades crioulas e cultivares de feijão-caupi em cultivo orgânico**. 2019, 109 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2019.

DUARTE, A. K. A.; CARDOSO, M. O.; FIGUEIREDO, L. Crescimento e macronutrientes em mudas de melancia com doses de adubo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p.1633-1638, 2010.

Edmond, J. B.; Drapala, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.71, p.428-434, 1958.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. Lavras: Ed. Ufla, 2 ed. ampliada e revisada. 2009. 664 p. JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, 4th edition, 1998.

FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. M.; KONIG, A. Efeitos da aplicação de água residuária e nitrogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p.893-902, 2005.

FIGLIOLA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑARODRIGUES, F. C. M. **Análise de sementes**. In: AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLA, M. B. (Eds.) Produção de Sementes. Brasília: ABRATES, 2016. p.137-174.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M. *et al.* **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. 1. ed. Teresina: Embrapa Meio-Norte-Livro científico (ALICE), 2011, p.84.

Furbeck, S. M.; Bourland F. M.; Watson Jr., C. E. Relationship of seed and germination measurements with resistance to seed weathering cotton. **Seed Science and Technology**, v.21, n.3, p.505-512, 1993.

GOMES, C. D. L.; SÁ, J. M.; GODOY, M. S. et al. Bioactivity of plant extracts from caatinga on cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 541-546, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n7p541-546>.

IBGE. **Atlas do Estado do Maranhão**. Rio de Janeiro, 1984. 104 p., mapas color., il.. Censo 2021.

KÄMPF, A.N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000, p.139-145.

LEAL, F. R. R.; BEZERRA, F. C.; SOARES, I.; ROSA, M. F.; CAPISTRANO, I. R. N. Composto orgânico à base de resíduo de coco verde como substrato para a produção de mudas de tomateiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 43, 2003, Recife-PE. v. 1, 2003. CD ROM.

Maguire, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

MAPA. Instituição normativa. DAS nº 17, de 21 de maio de 2007. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 de maio de 2007, seção 1, p. 8.

MINAMI, K. **Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995, 128 p.

MOTA, A. F.; ALMEIDA, J. P. N.; SOUSA, J.; AZEVEDO, J.; GURGEL, M. T. Desenvolvimento inicial de mudas de melancia ‘Crimson Sweet’ irrigadas com águas residuárias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 2, p.98-104, 2011.

ROCHA, E. N. **Inoculação de *Bacillus subtilis* e tratamento químico em sementes de feijão Caupi e feijão comum: lotes, tempo de exposição e doses**. 2019. f.115. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2019.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, p. 281-335, 2005.

SANTOS, H.S.; CABRERA NETTO, H.I.; COLOMBO, M.; TITATO, L.G.; PERIN, W.H. Fertirrigação de mudas de beterraba produzidas em bandejas. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 18, (Suplemento), jul. 2000.

SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. D. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P. de; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 253–257, 2012.

SOUSA, D. **Fontes de nitrogênio no desenvolvimento radicular de cultivares de feijão-caupi**. 2021. p.28. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2021.

SOUSA, P. J. O. P.; FERREIRA, D. P.; SOUSA, D. P. et al. Trocas gasosas do Feijão-Caupi cultivado no Nordeste Paraense em resposta à deficiência hídrica forçada durante a fase reprodutiva. **Rev. bras. meteorol.**, v. 35, p. 13-22, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786351029>.

SOUSA, J. A. LÉDO, F. J. S.; SILVA, M. R. **Produção de mudas de hortaliças**: EMBRAPA: Circular técnico número 19, 2008.

VIEIRA NETO, R. D. Efeitos de diferentes substratos na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.20, n.3, p.265-271, 1998.