

ELY JHONES MELO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE FEIJÃO-  
CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) SUBMETIDAS À PRIVAÇÃO  
HÍDRICA DURANTE A FASE VEGETATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como parte das exigências  
para obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia pela Universidade Federal  
do Amazonas.

HUMAITÁ / AM  
Fevereiro de 2023

ELY JHONES MELO DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE FEIJÃO-  
CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) SUBMETIDAS À PRIVAÇÃO  
HÍDRICA DURANTE A FASE VEGETATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como parte das exigências  
para obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia pela Universidade Federal  
do Amazonas.

Orientador: Prof. Dr. João Henrique Frota Cavalcanti

Coorientador: Prof. Dr. Dalton Dias da Silva Júnior

HUMAITÁ / AM  
Fevereiro de 2023

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo autor.

S586a Silva, Ely Jhones Melo da  
Avaliação da produtividade de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas à privação hídrica durante a fase vegetativa / Ely Jhones Melo da Silva . 2023  
35 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: João Henrique Frota Cavalcanti  
Coorientador: Dalton Dias da Silva Junior  
TCC de Graduação (Agronomia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Feijão-caupi. 2. Produtividade. 3. Segurança alimentar e nutricional. 4. Soberania alimentar. 5. Estresse hídrico. I. Cavalcanti, João Henrique Frota. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

**ELY JHONES MELO DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE FEIJÃO-  
CAUPI (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) SUBMETIDAS À PRIVAÇÃO  
HÍDRICA DURANTE A FASE VEGETATIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como parte das exigências  
para obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia pela Universidade Federal do  
Amazonas.

Aprovado em: 01 de março de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. João Henrique Frota Cavalcanti (Orientador, Presidente)  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Dalton Dias da Silva Junior (Integrante)  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Deyvid Diego Carvalho Maranhão (Integrante)  
Universidade Federal do Amazonas

Dedico este trabalho a minha família, pai, mãe, irmã e irmãos, por todo apoio e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pois sem ele não somos nada.

A minha família, que sempre me incentivou e motivou, em especial ao meu pai, Coriolano Freitas Benlolo, minha mãe, Elizangela Melo e Silva, minha irmã, Thayla Mariana e meus irmãos, Victor Gabriel e André Lucas, com quem sempre posso contar para superar os momentos de dificuldade e compartilhar os de alegria.

Aos meu avô Eloy (*in memoriam*), mesmo que ausente fisicamente, seus ensinamentos e conselhos permanecem vivos em minha mente, e a minha avó, Maria das Dores, muito obrigado por sempre me apoiarem, saibam que sempre os guardarei em meu coração.

Ao Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente e a Universidade Federal do Amazonas pela oportunidade de realização dessa graduação e obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa de Bioquímica e Fisiologia de Plantas Tropicais, em especial a Priscila Moraes Rodrigues, Camila Andreia Costa de Paula, Lucas Eduardo Realto da Silva e Oziel França Cordeiro, agradeço pela parceria e amizade. E também ao meu orientador, Professor João Henrique Frota Cavalcanti e a Professora Priscila Oliveira Silva, por toda a paciência em ensinar e orientar durante os últimos anos.

Aos professores de graduação, que foram indispensáveis para minha formação pessoal e profissional, especialmente aos professores Dalton Dias da Silva Junior, Vairton Radmann e Perla Joana Souza Gondim, que mais do que professora, se tornou uma grande amiga, estando sempre disposta a ajudar e dar bons conselhos.

Aos amigos e amigas, Laís de Paula, Amanda Siegloch, Pedro Thiago, Augusto Gomes, Gabriel Henrique, Lucas Gabriel, Geiziany Simões, Wener Simões, Renan Rodrigues, Sayra Oikawa e Zeneide Franco, muito obrigado por todo o apoio durante os anos de graduação e que nossa amizade dure por muito tempo. Sem vocês eu não teria conseguido chegar até aqui.

E por fim, a todos os que de alguma forma contribuíram e me acompanharam nessa jornada.

“Quando penso que cheguei ao meu limite,  
descubro que tenho forças para ir além.”  
*(Ayrton Senna)*

## RESUMO

### **Avaliação da produtividade de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas à privação hídrica durante a fase vegetativa**

O Brasil é um país com enorme capacidade de produção, principalmente no setor primário, e mesmo durante a crise mundial causada pela pandemia de COVID-19 (SARS-CoV-2), esse setor respondeu por cerca de 26% do PIB nacional e mais da metade das exportações. Esse grande poder produtivo exige uma exploração intensa dos recursos naturais, principalmente a água, um recurso indispensável para manutenção da vida e fundamental para produção de alimentos. O que causa uma forte pressão nacional e internacional pela busca de métodos mais eficazes e a melhor gestão desses recursos, buscando respeitar os pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental). Neste panorama de dificuldades e desafios, principalmente para as populações mais humildes e desfavorecidas, a Soberania Alimentar e a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) são temas que tem ganhado relevância, sobretudo no que diz respeito a busca por culturas que supram as demandas dessas populações. Assim, o feijão-caupi, uma espécie que é um dos principais componentes da dieta alimentar, principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil. Essa cultura é extremamente importante para os produtores da agricultura familiar, visto que utilizam de técnicas e práticas tradicionais de plantio, colheita, debulha e armazenamento. Contudo, vem ganhando cada vez mais espaço no cultivo mecanizado em grandes escalas, principalmente na safrinha, após colheita de arroz, milho e soja. Considerando a relevância dessa cultura, este estudo buscou investigar qual a influência do estresse por privação hídrica nos parâmetros de produtividade de duas cultivares de plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. Foram utilizadas as cultivares BRS Guariba, melhorada e lançada pela Embrapa para cultivo na Região Norte, e uma cultivar local denominada Arigó, obtida com produtores da agricultura familiar no município de Humaitá (AM). Durante o experimento foram analisados dados relacionados à altura da parte aérea e espessura de caule, número de vagens, número de grãos por planta, comprimento de vagem, peso de 100 grãos e produção média das plantas induzidas à diferentes níveis de privação hídrica durante a fase vegetativa.

**Palavras-chave:** Feijão-caupi; Produtividade; Segurança alimentar e nutricional; Soberania alimentar; Água; Estresse hídrico.



## ABSTRACT

### **Productivity evaluation of cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submitted to water deprivation during the vegetative phase**

The Brazil is a country with enormous production capacity, especially in the primary sector, and even during the world crisis caused by the pandemic of COVID-19 (SARS-CoV-2), this sector accounted for about 26% of the national GDP and more than half of exports. This great productive power demands an intense exploitation of natural resources, especially water, an indispensable resource for the maintenance of life and fundamental for food production. This causes a strong national and international pressure for the search of more efficient methods and the best management of these resources, seeking to respect the pillars of sustainability (economic, social, and environmental). In this scenario of difficulties and challenges, especially for the most humble and disadvantaged populations, Food Sovereignty and Food and Nutrition Security (FNS) are issues that have gained relevance, especially with regard to the search for crops that meet the demands of these populations. Thus, the cowpea, a species that is one of the main components of the diet, especially in the North, Northeast, and Center-West regions of Brazil. This crop is extremely important for family farmers, since they use traditional techniques and practices of planting, harvesting, threshing, and storage. However, it is increasingly gaining space in large-scale mechanized cultivation, especially in the "safrinha", after rice, corn, and soybean harvests. Considering the relevance of this crop, this study aimed to investigate the influence of water deprivation stress on the productivity parameters of two cultivars of cowpea plants (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. The cultivars BRS Guariba, improved and released by Embrapa for cultivation in the North Region, and a local cultivar named Arigó, obtained from family farmers in the municipality of Humaitá (AM), were used. During the experiment we analyzed data related to height of the aerial part and stem thickness, number of pods, number of grains per plant, length of pod, weight of 100 grains and average production of plants induced to different levels of water deprivation during the vegetative phase.

**Keywords:** Cowpea; Productivity; Food and nutrition security; Food sovereignty; Water; Water stress.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Flores do feijão-caupi, cultivares Arigó e Guariba .....	17
<b>Figura 2.</b> Vagens nas fases iniciais de desenvolvendo .....	17
<b>Figura 3.</b> Casa de vegetação onde ocorreu o experimento .....	21
<b>Figura 4.</b> Experimento montado na casa de vegetação .....	23
<b>Figura 5.</b> Altura das plantas durante a aplicação de estresse .....	24
<b>Figura 6.</b> Espessura dos caules das plantas durante aplicação do estresse .....	25
<b>Figura 7.</b> Vagens de feijão-caupi com os grãos produzidos durante o experimento .....	27
<b>Figura 8.</b> Médias dos parâmetros avaliados .....	28
<b>Figura 9.</b> Grãos produzidos pelas plantas submetidas ao Estresse Severo .....	30
<b>Figura 10.</b> Produtividade média das cultivares nas condições de estresse hídrico .....	31

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Área de cultivo, produtividade e produção - safras 21/22 e 22/23 .....	16
<b>Tabela 2.</b> Principais características das cultivares Guariba e Arigó de feijão-caupi .....	18

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	13
2.1. Objetivo Geral .....	13
2.2. Objetivos Específicos .....	13
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
3.1. Aspectos gerais do feijão-caupi ( <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp) .....	14
3.2. Importância socioeconômica .....	14
3.3. Caracterização botânica.....	16
3.4. Estresse hídrico e importância da água .....	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
4.1. Local da pesquisa.....	20
4.2. Material vegetal e condições de crescimento.....	21
4.3. Avaliação dos parâmetros biométricos.....	23
4.4. Delineamento experimental e análise estatística .....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
7. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO .....	33

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com uma imensa capacidade produtiva, principalmente no setor primário, e mesmo durante a crise mundial instalada pela pandemia de COVID-19 (SARS-CoV-2), esse setor foi responsável por cerca de 26% do produto interno bruto e por mais da metade das exportações do Brasil (FERREIRA et al., 2022).

De acordo com Pochmann (2019), o setor primário é constituído por atividades de exploração de recursos naturais (animais, vegetais e minerais), e é justamente neste setor que o Brasil vem se destacando nas últimas décadas, e onde se encontra uma parte considerável da atuação da agricultura familiar e patronal, que fazem do país uma grande potência produtiva.

Nas últimas décadas houve no mundo um intenso crescimento populacional, que atingiu no fim de 2022 a marca de 8 bilhões de habitantes, e até 2050, estima-se que pode chegar a 9,7 bilhões de habitantes, aumentando cada vez mais a demanda por alimentos (ONU, 2022). E junto a este tipo de cenário, surge a preocupação e necessidade de desenvolvimento de métodos de produção que respeitem os pilares da sustentabilidade (econômico, social e ambiental), visando melhores usos e gestão dos recursos naturais (ALMEIDA et al., 2013).

Dentre estes recursos, a água tem um importante destaque, pois é fundamental para a manutenção da vida, indispensável para a produção de alimentos e é considerado um recurso finito e cada vez mais escasso. No mundo há mais de 1,6 bilhão de pessoas sofrendo por “escassez econômica” de água, o que quer dizer, que mesmo que a água esteja fisicamente disponível, não existe infraestruturas necessárias e adequadas para que as pessoas possam acessá-las (ONU, 2021a).

Considerando um contexto mundial, a agricultura é responsável por aproximadamente 70% do uso de água doce, sobretudo sendo utilizada para irrigação, atingindo 95% em alguns países em desenvolvimento. Portanto, melhorar a eficiência de utilização da água, compreendendo o aproveitamento da água pelas plantas, pode maximizar a eficácia dos sistemas de irrigação e reduzir consideravelmente o uso de água nos sistemas de produção, de modo a promover uma economia no uso deste recurso (ONU, 2021a).

Neste panorama de dificuldades e desafios, principalmente para as populações mais humildes e desfavorecidas, a Soberania Alimentar e a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) são temas que vem ganhando cada vez mais espaço e relevância.

A Soberania Alimentar está relacionada com a capacidade que uma pessoa ou povo tem em produzir seus próprios alimentos, de acordo com os meios e recursos disponíveis, e a SAN pode ser descrita como a garantia de alimentos em termos de quantidade e qualidade nutricional suficientes e adequadas para toda uma população, considerando todas as classes sociais, sem nenhum tipo de exclusão ou distinção (KEPPLE; SEGALL-CORRÊA, 2011).

E para que uma população tenha de fato uma garantia à Soberania Alimentar e à Segurança Alimentar e Nutricional, se faz necessário uma rede de ações que visem o uso eficiente e consciente dos recursos naturais, bem como o incentivo ao uso de espécies vegetais e animais de fácil produção e que possa proporcionar alimentos de qualidade até para os menos favorecidos. Para isto, são necessários estudos e pesquisas para aperfeiçoar os processos e métodos de produção de alimentos, visando incremento de produtividade e conservação dos recursos naturais.

O feijão-caupi é um dos principais componentes da dieta alimentar, principalmente nas zonas rurais das regiões Norte e Nordeste do Brasil (RIBEIRO, 2002). Na safra de 2021/2022 o Brasil teve uma produção de 3.083,6 mil toneladas, com acréscimo de 6,6% com relação à safra anterior, e uma demanda de consumo interno de 2.850 mil toneladas e em exportações, cerca de 200 mil toneladas (CONAB, 2022a).

Essa cultura é extremamente importante para os produtores da agricultura familiar, os quais utilizam de técnicas e práticas tradicionais de plantio, colheita, debulha e armazenamento. Contudo, vem ganhando espaço no que diz respeito ao cultivo mecanizado em grandes áreas, sobretudo no período da safrinha, precedendo a colheita de arroz, milho e soja (FILHO, 2011).

A necessidade hídrica do feijão-caupi varia de acordo com seu estágio de desenvolvimento, onde há uma menor demanda na germinação a alta exigência hídrica na floração e formação de vagens, seguida de uma redução de exigência no início da maturação. E apesar da cultura ser adaptado para as regiões Norte e Nordeste, que passam por grandes períodos de estiagem, muitos produtores ainda apresentam dificuldade em cultivar o feijão-caupi, principalmente se o estresse hídrico estiver associado ao uso de sementes não melhoradas, o cultivo em solos de baixa fertilidade e baixo nível tecnológico empregado, principalmente na agricultura familiar,

o que pode resultar em uma redução significativa da produtividade (NASCIMENTO et al., 2011).

De modo geral, as respostas das plantas às condições de estresses variam entre espécies, cultivares, tempo de exposição, fatores do solo, entre outros. E na maioria das vezes, diversas variáveis fisiológicas são analisadas e consideradas como indicadores de tolerância a algum tipo de estresse. No caso de estresse hídrico por falta de água, algumas plantas, com o passar do tempo se adaptam aos períodos estressantes, como períodos de seca que podem ser severos, desenvolvendo assim aparatos e ajustes morfológicos e fisiológicos, como redução da cor e alterações nas cutículas cerosas e pilosas de folhas ou mesmo a formação de espinhos e tricomas, manutenção do fechamento e abertura de estômatos, e raízes maiores e mais ramificadas, as quais permitem maior eficiência na absorção da solução do solo. Em geral, os mecanismos que a maioria das plantas usam para se adaptar ao estresse hídrico tendem a ser muito semelhantes, embora muitos tenham sido negligenciados e pesquisas sejam necessárias para determinar seus mecanismos de defesa e adaptação por falta ou excesso de estresse hídrico (CAMPOS; SANTOS; NACARATH, 2021; NASCIMENTO et al., 2011).

Contudo, este trabalho busca compreender como diversos níveis de estresse hídrico induzidos na fase vegetativa de cultivares de feijão-caupi podem afetar a produtividade da cultura, partindo do pressuposto de que as plantas submetidas aos estresses por períodos mais prolongados terão sua produtividade reduzida drasticamente. Sendo esse conhecimento fundamental para o desenvolvimento local de métodos mais eficazes e sustentáveis de cultivo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Investigar qual a influência do estresse por privação hídrica na produtividade de duas cultivares de plantas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- i) Determinar o crescimento em altura das plantas e espessura do caule.
- ii) Determinar o número e comprimento das vagens produzidas.
- iii) Determinar o número e peso dos grãos produzidos.
- iv) Avaliar a produtividade das plantas induzidas ao estresse hídrico.

v) Relacionar os dados obtidos com os diferentes níveis de estresse hídrico aos quais as plantas foram submetidas.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. Aspectos gerais do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**

O feijão-caupi têm dois centros de diversidade mais bem definidos, sendo na África Ocidental e África Oriental (HUYNH et al., 2013; MENDONÇA et al., 2015). No século XVI chegou ao Brasil, provavelmente trazido pelos escravos e como alimento nas grandes embarcações, tendo os primeiros registros no estado da Bahia e em pouco tempo se disseminou pelos demais estados nordestinos, em seguida para o restante do país, sendo descrita como uma importante cultura para o comércio interno e externo desde aquela época (FREIRE FILHO et al., 2011).

Essa cultura se adequou e vem ganhando cada vez mais relevância no Brasil pelo fato de ser muito bem adaptada a climas úmidos e quentes, tais como os das regiões tropicais e subtropicais. O feijão-caupi apresenta rusticidade e considerável tolerância as adversidades, e características edafoclimáticas das diversas regiões brasileiras, inclusive naquelas onde o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) não tem uma boa adaptação (EHLERS; HALL, 1997).

Existem diversas espécies de feijão cultivadas no mundo, para facilitar sua classificação, categorização e regulamentação técnica no território brasileiro, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) publicou a Instrução Normativa N° 12/2008, que determina em seu artigo 2° que considera como “feijão”, apenas os grãos provenientes das espécies *Phaseolus vulgaris* L., conhecido como feijão-comum e *Vigna unguiculata* (L.) Walp, conhecido como feijão-caupi (MAPA, 2008).

#### **3.2. Importância socioeconômica**

O feijão-caupi tem uma grande importância econômica e social, sendo fundamental para a soberania alimentar, segurança alimentar e nutricional e como garantia ou complemento de renda para diversos produtores, principalmente para os agricultores das comunidades e povos tradicionais, sobretudo derivados da agricultura familiar.



O cultivo de feijão-caupi apresenta diversas vantagens, pois são plantas adaptáveis e versáteis, realizam a fixação biológica de nitrogênio, possuem altos índices de precocidade e podem apresentar resistência à solos com baixa fertilidade, além de facilidade de armazenamento. Todas essas vantagens tornam o cultivo de feijão-caupi vantajoso e promissor, proporcionando uma fonte de proteína acessível e com ciclo de desenvolvimento bem rápido (BOUKAR et al., 2016).

O Brasil possui grande eficiência agrônômica na produção de feijão-caupi e com potencial expansão de área plantada, inclusive como substituto da farinha de soja, com alto rendimento e baixo custo de produção (AMARAL et al., 2020).

Todas essas vantagens que permeiam o cultivo desta cultura, permitiu que a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) fizesse diversos programas voltados para o melhoramento e aperfeiçoamento do feijão-caupi, lançando nos últimos anos uma gama de cultivares com características específicas para cada região do país, como o BRS-Guariba, lançado em 2004, sendo recomendado para as condições da região Norte do país (FREIRE FILHO et al., 2004).

Além disso, essas características permitem que esse feijão seja armazenado, conservado, selecionado e manejado por diversos agricultores familiares, indígenas, quilombolas e povos tradicionais, que com o passar dos anos vão adaptando o modo de manejo e cultivo, conforme suas condições e recursos disponíveis (GOMES et al., 2020).

Levando em consideração as três safras de cultivo, o Brasil teve na safra 2021/22 uma área de 1287,3 mil hectares destinados ao cultivo de feijão caupi, com uma produção de 631,4 mil toneladas. E na safra de 2022/23 uma estimativa de 1272,5 mil hectares em áreas plantadas com feijão-caupi, com produção anual de 620,9 mil toneladas (CONAB, 2022b).

De acordo com Chemim (2022) e Lima (2023), Minas Gerais é o maior estado brasileiro produtor de feijão-caupi, mas a Bahia e o Ceará, na região Nordeste, e Tocantins, Amazonas e Pará, na região Norte, também se destacam em índices de produtividade e área cultivada da cultura.

**Tabela 1.** Dados de área cultivada, produtividade e produção de feijão-caupi durante as safras de 2021/22 e 2022/23.

Safr 2021/22			
	Área cultivada (mil ha)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Produção (mil t)
1ª safra <sup>(A)</sup>	400,7	476	190,6
2ª safra <sup>(B)</sup>	822,1	491	404,0
3ª safra <sup>(C)</sup>	064,5	571	036,8
Total	1287,3	1538	631,4

Safr 2022/23			
	Área cultivada (mil ha)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	Produção (mil t)
1ª safra <sup>(A)</sup>	385,9	406	156,7
2ª safra <sup>(B)</sup>	822,1	520	427,5
3ª safra <sup>(C)</sup>	64,5	568	036,7
Total	1272,5	1494	620,9

**Legenda:** (A) safra das águas; (B) safra da seca; (C) safra de inverno ou irrigada.

**Fonte:** (CONAB, 2022b)

### 3.3. Caracterização botânica

Descrito inicialmente por Linnaeus como *Dolichos unguiculatus* L., o feijão-caupi foi classificado em seguida por Walpers como sendo *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Pertencendo ao grupo das Eudicotyledoneas, fazendo parte do reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseolae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção catyang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*, subdividida em quatro cultigrupos: *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis* (CHASE et al., 2016).

No Brasil, o cultigrupo mais cultivado é o *Unguiculata*, o qual possui alto teor de proteínas e calorias em seus grãos, sendo ricos em aminoácidos, tiamina, niacina e fibras, podendo ser consumidos *in natura*, em conserva ou desidratados, e por esta razão é considerada uma ótima alternativa para se ter a garantia mínima de “SAN”, principalmente para os menos favorecidos (EMBRAPA, 2009).

Essa espécie (*Vigna unguiculata*) recebe diversos nomes populares em todo o país, podendo variar de uma região pra outra, ou mesmo dentro de uma mesma região, o nome popular mais comum é o “feijão-caupi”, sendo muito utilizado em documentos oficiais do governo e em pesquisas técnicas, e varia da palavra em inglês “*Cowpea*”, mas também pode ser encontrado pelos seguintes nomes: feijão-miúdo,

feijão-de-corda, feijão-massar e feijão-de-praia (nome muito comum na Região Norte) (FILHO, 2011).

Quanto a morfologia floral, o feijão-caupi é considerada uma espécie muito evoluída, podendo ser capaz de se autopolinizar (principal forma de polinização), ainda mantém a capacidade de fazer polinização cruzada (ROCHA et al., 2007). A taxa de polinização cruzada (cruzamento natural) é baixa, mas pode acontecer, variando conforme as condições do ambiente e genótipo. Os órgãos reprodutivos favorecem a autogamia, uma vez que são protegidos pelas pétalas e há ocorrência e protoginia e cleistogamia (VALE; BERTINI; BORÉM, 2017).

**Figura 1.** Flores do feijão-caupi, cultivares Arigó e Guariba.



**Legenda:** Flores das cultivares de feijão-caupi durante o experimento. Se nota suas cores características. (A) = Arigó; (B) = Guariba.  
**Fonte:** O autor (2022).

**Figura 2.** Vagens nas fases iniciais de desenvolvendo nas plantas do experimento.



**Fonte:** O autor (2022).

O desenvolvimento vegetativo dessa cultura pode variar de 23 a 43 dias após a germinação (DAG), e a partir desse momento começam a surgir as vagens. Esse período, bem como todo o ciclo da planta é muito importante, pois influencia no planejamento de cultivo pelo produtor (NEVES et al., 2009). E quanto a precocidade, o feijão-caupi pode ser classificado em cinco classes ou ciclos diferentes, a “ciclo extra precoce”, atingindo a maturidade com <60 dias após sementeira (DAS), “ciclo precoce”, que atinge a maturidade entre 61 e 70 DAS, “ciclo médio-tardio” com maturidade entre 81 e 90 DAS, e por fim, o “ciclo tardio”, para as plantas que atingem a maturidade a partir dos 91 DAS (FREIRE FILHO; LIMA; RIBEIRO, 2005).

**Tabela 2.** Principais características das cultivares de feijão-caupi: Guariba e Arigó.

Principais características	Cultivar	
	Guariba	Arigó
Porte	Semiereto	Semiereto
Dias para floração	41	54
Cor das flores	Branco/Amarelado	Violeta
Grãos por vagem	12 unidades	18 unidades
Cor da vagem imatura	Verde	Verde
Cor da vagem madura	Roxa	Cor de palha
Comprimento da vagem	17 cm	15,4 cm
Cor do tegumento	Branco	Avermelhado
Classe comercial	Branco	Cores
Subclasse comercial	Branco	Vinagre
Arranjo foliar	Trifoliolada	Trifoliolada

**Fonte:** (GONÇALVES et al., 2009a; MATTAR et al., 2016; VALE; BERTINI; BORÉM, 2017).

De acordo com Campos et al. (2000), as fases fenológicas do feijão-caupi se dividem em duas, sendo uma a fase vegetativa e a outra a fase reprodutiva. Cada fase é subdividida em etapas, sendo que a fase vegetativa é constituída por V0 (semeadura); V1 (aparecimento dos cotilédones na superfície do solo ou substrato); V2 (folhas unifolioladas completamente abertas); V3 (primeira folha trifoliolada com os folíolos separados e abertos); V4 (segunda folha trifoliolada com os folíolos separados e abertos); V5 (terceira folha trifoliolada com os folíolos separados e abertos); V6 (Surgimento dos primórdios dos ramos secundários nas axilas das folhas); V7

(primeira folha completamente aberta no ramo secundário); V8 (segunda folha completamente aberta no ramo secundário) e V9 (terceira folha completamente aberta no ramo secundário). E a fase reprodutiva se divide em R1 (os primórdios do primeiro botão floral se formam no ramo principal); R2 (ocorre a abertura da primeira flor); R3 (nota-se a primeira vagem no início da maturidade); R4 (nota-se o processo de maturidade em 50% das vagens) e R5 (processo de maturidade é notado em 90% das vagens).

### **3.4. Estresse hídrico e importância da água**

Sabe-se que a água é um recurso limitado e cada vez mais escasso, e que cerca de 69% de toda água doce do mundo é utilizada na agricultura, principalmente em sistemas de irrigação. Uma parcela considerável dessa água é utilizada de forma ineficiente na produção de alimentos, e esse é um dos principais pontos de degradação ambiental, como esgotamento de aquíferos, redução da vazão de rios, degradação de ambientes de vida selvagem, seguida da poluição (ONU, 2021b).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estima que se a situação atual do mundo não sofrer mudanças quanto ao uso da água, haverá um aumento de 60% na demanda por alimentos até o ano de 2050, e que a produção de alimentos com uso de irrigação irá aumentar em mais de 50% no mesmo período. No cenário atual, não haverá como se obter a quantidade de água exigida e a FAO reconhece que haverá um aumento de apenas 10% de água captada para agricultura(ONU, 2021a).

Como a água é um dos fatores mais limitantes para o desenvolvimento das plantas, o seu excesso ou ausência resulta em estresses hídricos que podem afetar o seu crescimento e a sanidade. Se esse estresse ocorrer durante os estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, os resultados podem ser drásticos, como a redução considerável na produção, prejuízos graves nas atividades fotossintéticas, e redução da qualidade fisiológica das sementes (FREITAS et al., 2013). Deste modo, a escassez de água pode causar diversos efeitos negativos no desenvolvimento das plantas, como o fechamento estomático e dificultando trocas gasosas, murchamento das folhas, abortamento de flores e de frutos, e outros (FARIAS; NEPOMUCENO; NEUMAIER, 2021).

Algumas plantas, com o passar do tempo, passaram a se adaptar aos períodos de estresse hídrico, como nas épocas de estiagem que podem ser severas em algumas regiões do mundo, e assim desenvolvem artifícios e mecanismos morfológicos e fisiológicos, como a redução e mudança na coloração das folhas, desenvolvimento de ceras cuticulares e tricomas, apresentando menos estômatos e assim, uma redução na perda de água nos momentos mais críticos. Também há a formação de raízes maiores e bem mais ramificadas que permitem maior busca de água no solo. (PIMENTEL, 2004).

De modo mais geral, aos mecanismos utilizados pela maioria das plantas para se adaptar aos estresses hídricos tendem a ser bem semelhantes, apesar de que existem muitas plantas que são negligenciadas e estudos precisam ser feitos para identificar seus mecanismos de defesa e adaptação aos estresses por falta ou excesso de água (CAMPOS; SANTOS; NACARATH, 2021).

Desta forma, se torna imprescindível a busca por melhores compreensões a respeito de como a água pode afetar o desenvolvimento das culturas, afim de que se desenvolvam métodos mais eficientes para o uso da água, reduzindo assim, seu desperdício e uso ineficaz na produção de alimentos. Pois um grande desafio para o futuro, será justamente a otimização do uso da água pela agricultura, reduzindo-se assim as pressões sobre os recursos hídricos e liberando a água para outras finalidades (LOPES; CONTINI, 2012).

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Local da pesquisa**

O experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada nas dependências do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA), da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), situado no município de Humaitá no sul do estado do Amazonas, na seguinte localização geográfica 7° 30' 22" Sul, 63° 1' 38" Oeste a 59 metros de altitude.

**Figura 3.** Casa de vegetação onde ocorreu o experimento.



Fonte: O autor (2023).

#### **4.2. Material vegetal e condições de crescimento**

Foi feita a seleção de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) de duas cultivares distintas, a primeira foi a BRS-Guariba, produzida pela EMBRAPA e lançada como uma opção de cultivo ideal para o estado do Amazonas, e a segunda foi a cultivar local denominada Arigó ou Arigozinho, com cultivo muito comum nos municípios da região sul do estado do Amazonas. As sementes foram obtidas em agosto de 2022, através de moradores e agricultores da Comunidade São Miguel, no município de Humaitá/AM.

No dia 28 de setembro, as mesmas foram embebidas por um período de 10 minutos em água, como estímulo para início da germinação. Logo após esse procedimento, as sementes foram postas em sementeiras com 128 células, sendo utilizadas um total de 50 células para cada cultivar. O substrato utilizado foi do tipo comercial próprio para cultivo em vasos, da marca Viva Verde<sup>®</sup>, produzido à base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida e enriquecido com macro e micronutrientes.

Dois dias após a sementeira na sementeira foi possível notar a emergência das plântulas. E sete dias após a emergência, foi feita uma seleção entre as plântulas e as consideradas mais homogêneas foram transplantadas para vasos de plástico, cada um com capacidade de 4,5L e contendo 1300g de substrato comercial por vaso e 20g

de N-P-K na formulação de 10-10-10. Ao todo foram selecionadas 15 plântulas de cada cultivar, totalizando 30 plantas para o experimento, que foram levadas para a casa de vegetação e distribuídas em bancadas com cerca de 1,0m de altura do chão, onde foram hidratadas com água regularmente.

Após dez dias do transplante para os vasos, com as plantas bem estabelecidas, se deu início à aplicação dos estresses, das 15 plantas de cada cultivar foram destinadas 5 repetições para três tratamentos: (i) Controle; (ii) Estresse Moderado; e (iii) Estresse Severo. As plantas do “Controle” receberam água normalmente durante todo o experimento, as do tratamento “Estresse Moderado”, passaram por privação hídrica por um período de 7 dias consecutivos, e as do tratamento “Estresse Severo”, tiveram interrupção do fornecimento de água por um período de 14 dias consecutivos. Ao final dos dias de aplicação de estresse, foi feita a reaplicação de água novamente às plantas.

Para conhecimento da quantidade de água necessária a ser aplicada por vaso, foi determinada a “capacidade de campo” ou “capacidade de pote”, e para isso se colocou 1.300 g do substrato em cinco dos vasos que foram utilizados durante o experimento, sendo esta a quantidade adequada para o tamanho e volume dos vasos, foi então, adicionado água até que o substrato ficasse totalmente enxarcado, e em seguida, estes foram deixados em local arejado para que o excesso que água escoasse sem dificuldade até o ponto que o substrato ficasse úmido, não fosse mais possível notar água escapando pelas bases dos vasos. Com a média da diferença entre o peso do substrato úmido e seco dos vasos, e considerando que 1,00 L (volume) e 1,00 Kg (peso) de água são equivalentes, foi possível determinar a capacidade de campo deste substrato. O valor obtido foi de 400g, ou seja, 400ml de água retida e serviu de base para aplicação de água nas plantas durante a execução do experimento.

Durante os dias de aplicação de estresse, os vasos foram postos sobre pratos descartáveis para evitar que qualquer quantidade de água, mesmo que mínima, pudesse escorrer pela bancada e ser captada por capilaridade pelas plantas estressadas.



**Figura 4.** Experimento montado na casa de vegetação.



Fonte: O autor (2022).

### **4.3. Avaliação dos parâmetros biométricos**

Durante a execução do experimento foram feitas as seguintes análises, altura de plantas, espessura de caule, número de vagens por planta, comprimento das vagens, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos.

Os dados de altura das plantas foram obtidos com auxílio de régua e fita métrica, sendo feitas as medições antes, durante e após a aplicação do estresse, em todos os tratamentos. Assim como as medidas de espessura do caule, que foram obtidas por meio de um paquímetro manual.

Ao fim do experimento, foi feita a contagem de número de vagens, bem como a medição das vagens desenvolvidas pelas plantas de cada tratamento, com auxílio de régua e fita métrica. Logo após, foi feita abertura das vagens individualmente e verificado o número de grãos por vagem e por fim o peso médio de 100 grãos para cada tratamento, por meio de uma balança analítica de precisão.

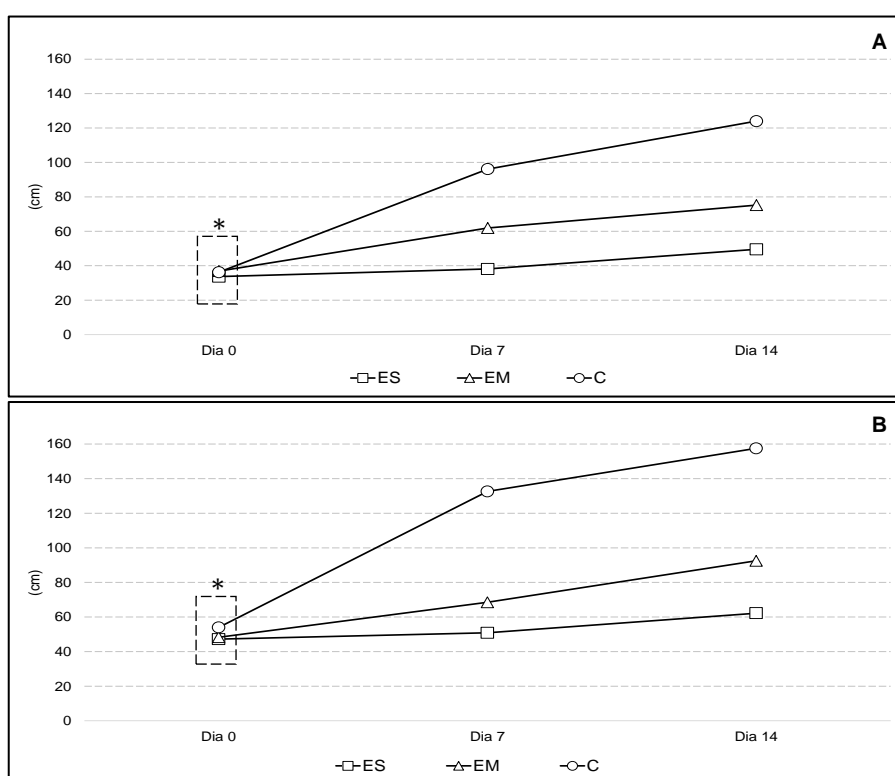
### **4.4. Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi conduzido utilizando o delineamento do tipo inteiramente casualizado (DIC), e a análise de variância foi feita com a finalidade de determinar o efeito dos tratamentos e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, por meio da utilização do pacote *ExpDes.pt* (Pacote Experimental Designs - Português) do software RStudio (versão R 4.1.1.).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os valores médios dos dados foram analisados estatisticamente com o Teste de Tukey a 5% de significância e para os dados de altura de planta e espessura de caule, as coletas de dados foram feitas antes, e durante a aplicação de estresse, mais especificamente nos dias zero (dia inicial de aplicação do estresse), sete e quatorze (último dia de aplicação do estresse).

**Figura 5.** Altura média das plantas durante a aplicação de estresse.



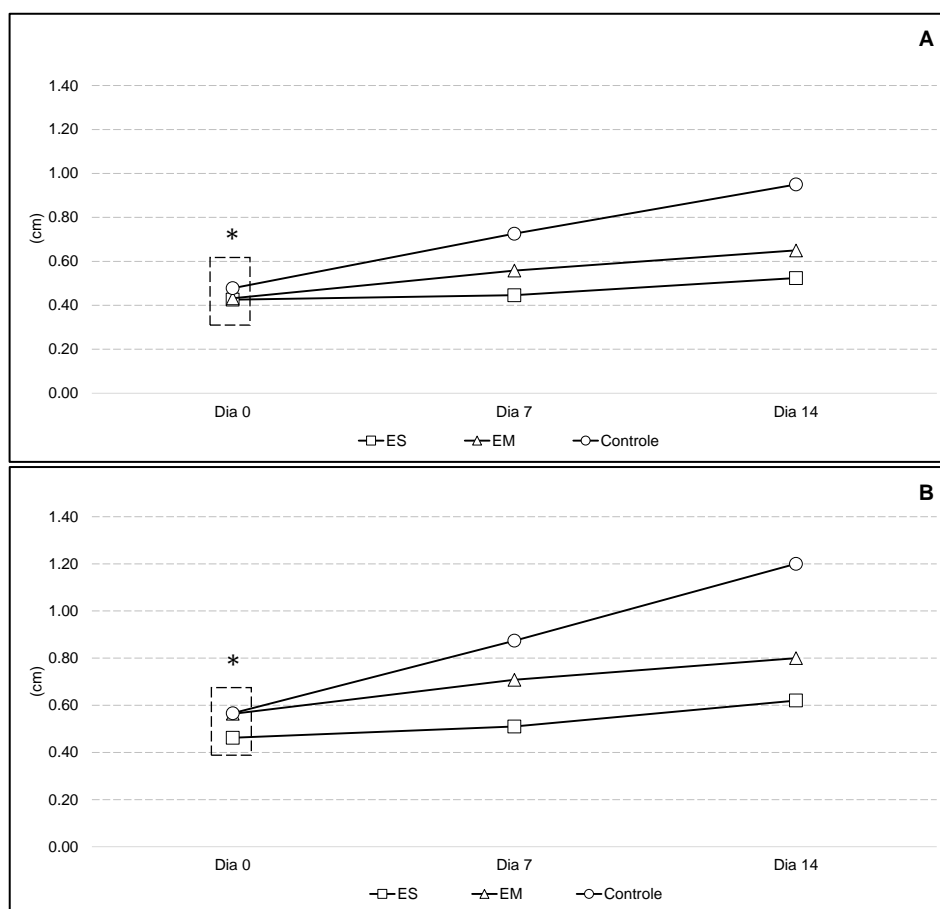
**Legenda:** Em destaque, e seguido de “\*”, se pode notar os dados dos tratamentos que não apresentaram diferença estatística entre si, considerando o teste de Tukey com 5% de significância. ES = Estresse Severo; EM = Estresse Moderado; C = Tratamento controle. (A) = Feijão-caupi, cultivar BRS-Guariba; (B) = Feijão-caupi, cultivar Arigó.

A Figura 5-A e 5-B apresentam os dados médios de altura das plantas das cultivares BRS-Guariba e Arigó, respectivamente. Nesses gráficos podem ser notados que os tratamentos (Controle, EM e ES) de ambas cultivares não obtiveram diferença estatística entre si para esta variável no “Dia 0”, e isso ocorreu pelo fato de ainda não ter sido feita aplicação de estresse hídrico nas plantas de nenhum dos tratamentos, e o crescimento em altura estava homogêneo nessa fase. Enquanto no “dia 7” e no “dia 14”, houve diferença significativa entre as médias obtidas, de ambas cultivares. É possível notar na Figuras 5-A e 5-B, que as plantas do “controle” de ambas cultivares

apresentaram maiores valores médios de crescimento em altura, precedidas pelas plantas que foram induzidas ao Estresse Moderado. Apresentando diferença estatística nos dias 7 e 14 entre as duas cultivares e tratamentos.

As cultivares Guariba e Arigó possuem porte semiereto, e de acordo com Rocha et al. (2017), as plantas de feijão caupi com esse porte possuem os ramos principal e secundários de tamanhos curtos e médios, formando um ângulo reto em relação ao ramo principal. Em condições ideais a altura média para do feijão-caupi desse porte, de acordo com (SILVA, 2019), pode ultrapassar 2,0 m de altura da parte aérea, sendo valores próximos dos encontrados com o tratamento controle e se pode notar uma redução significativa na altura nos demais tratamentos, mostrando que a disponibilidade hídrica é fundamental para bom desenvolvimento e crescimento das plantas.

**Figura 6.** Espessura média dos caules das plantas durante aplicação do estresse.



**Legenda:** Em destaque, e seguido de “\*”, se pode notar os dados dos tratamentos que não apresentaram diferença estatística entre si, considerando o teste de Tukey com 5% de significância. ES = Estresse Severo; EM = Estresse Moderado; C = Tratamento controle. (A) = Feijão-caupi, cultivar BRS-Guariba; (B) = Feijão-caupi, cultivar Arigó.

Os dados de espessura dos caules das plantas, foram feitas mensurações também do primeiro dia de aplicação de estresse, denominado de “Dia 0”, bem como no “Dia 7” e “Dia 14”, sétimo e décimo quarto dia de aplicação do estresse, consecutivamente.

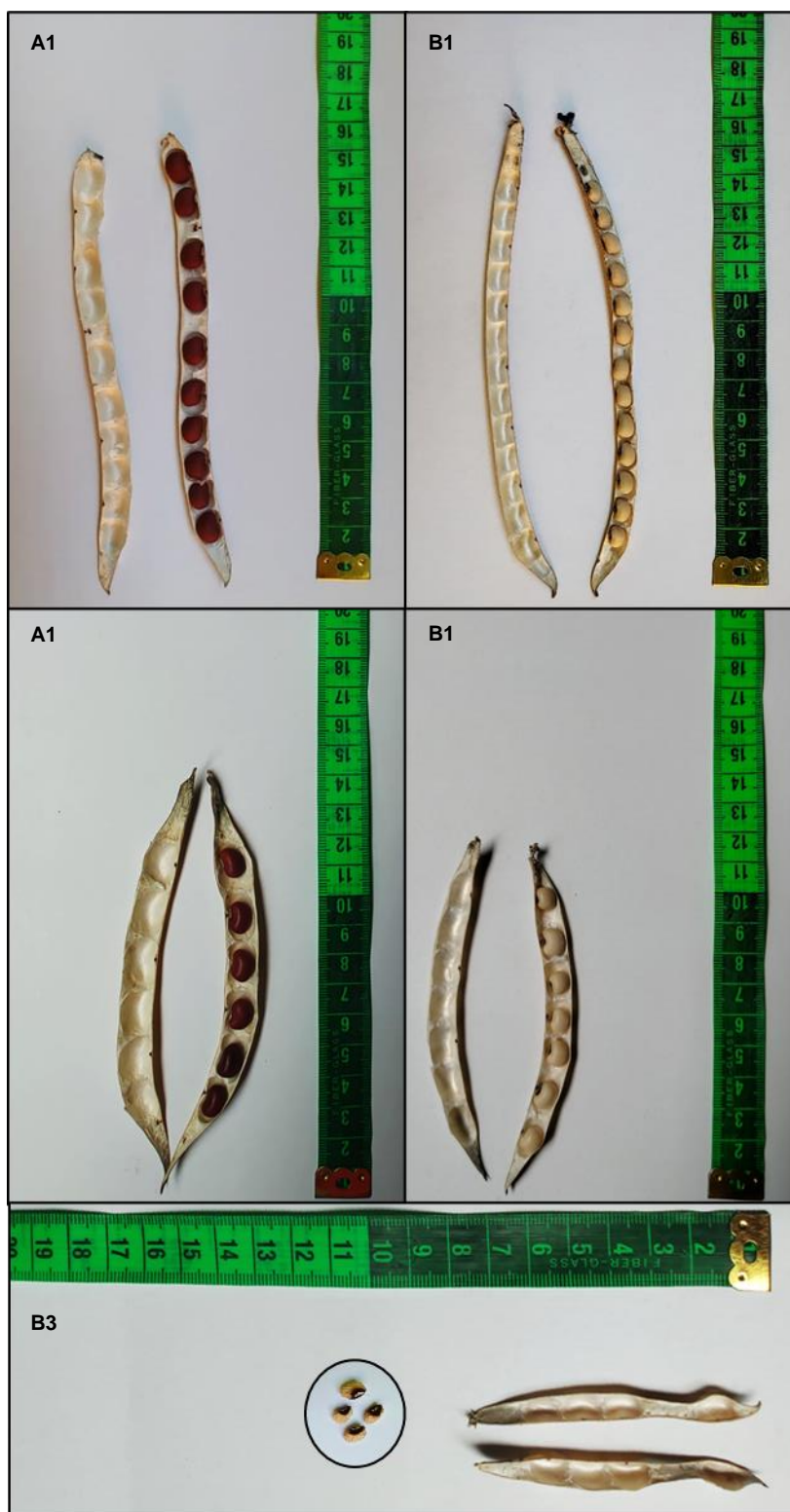
Para as plantas das cultivares Guariba (Figura 6-A) e Arigó (Figura 6-B), é possível notar que no “Dia 0” as médias das plantas de todos os tratamentos estavam com espessura próximos de 0,5cm e 0,6cm e não apresentaram diferença significativa entre si, uma vez que ainda estavam sem sofrer interferências devido a aplicação do estresse.

Já no “Dia 7”, da cultivar Guariba (Figura 6-A) houve uma diferença significativa entre os tratamentos, com o Controle obtendo maior média, seguido do Estresse Moderado e por fim o Estresse Severo. No “Dia 14” também houve diferença significativa entre os tratamentos para esta cultivar, com as maiores médias sendo das plantas do Controle, em seguida as que foram impostas ao Estresse Moderado e com menores médias para as plantas impostas ao Estresse Severo.

Quanto ao feijão-caupi Arigó (Figura 6-B), também houve diferença estatística entre os tratamentos nos “Dias 7 e 14”, muito semelhante ao que foi visto com a cultivar Guariba, a grande diferença está entre os tratamentos no “Dia 14”, em que as médias dos tratamentos EM e ES não tiveram diferença entre si, compartilhando semelhanças na espessura dos caules das plantas, enquanto o Controle apresentou as maiores espessuras, e com diferença estatística dos demais.

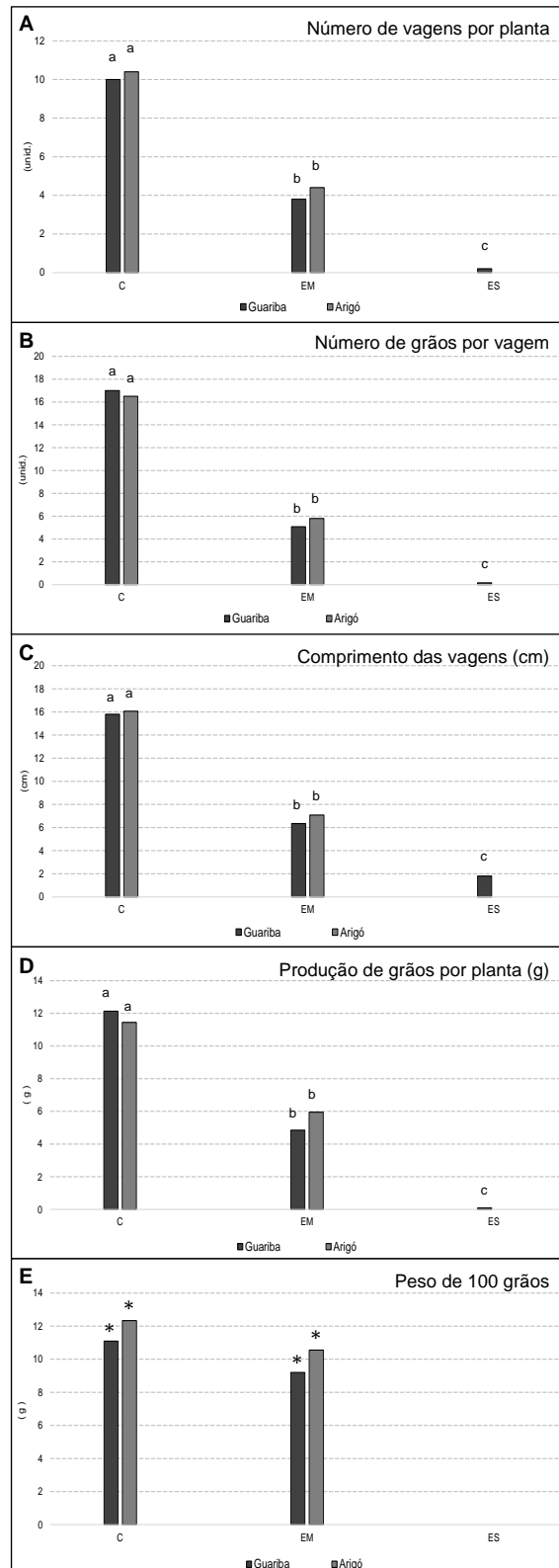
Na Figura 7 é possível observar exemplares das vagens produzidas pelas plantas durante o experimento, tanto da cultivar Guariba, quanto da Arigó. As vagens se encontram em plena maturação e expondo seus grãos de coloração característica. Destaque para a Figura 7-B3, que mostra a única vagem produzida pelas plantas que foram submetidas ao Estresse Severo.

**Figura 7.** Vagens abertas de feijão-caupi expondo os grãos produzidos durante o experimento.



**Legenda:** (A1 e B1) = Vagens das plantas do tratamento Controle, cultivares Arigó e Guariba, respectivamente. (A2 e B2) = Vagens das plantas do tratamento Estresse Moderado, cultivares Arigó e Guariba, respectivamente. (B3) = Vagem das plantas do tratamento Estresse Severo, Cultivar Guariba. As plantas da cultivar Arigó, submetidas ao Estresse Severo, não produziram vagens.  
**Fonte:** O autor (2022).

**Figura 8.** Médias dos parâmetros: número de vagens por planta, número de grãos por vagem, comprimento das vagens, produção de grãos por planta e peso de 100 grãos.



**Legenda:** Barras acompanhadas de “\*”, ou da mesma letra, indicam valores de médias que não apresentaram diferença estatística entre si, de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados foram obtidos considerando cinco repetições por tratamento. ES = Estresse Severo, EM = Estresse Moderado e C = Tratamento Controle.

Na Figura 8A, é possível observar os dados médios de vagens produzidas por planta, levando em consideração as cinco repetições para cada tratamento das duas cultivares. Os dados foram obtidos ao final do experimento. As barras de cor mais escura indicam as plantas da cultivar Guariba, e se pode notar que as do tratamento Controle tiveram uma quantidade maior de vagens produzidas, ultrapassando a média de 10 vagens por planta, algo bem próximo dos valores encontrados por Rocha et al. (2019) que afirma que a densidade populacional também interfere na produção de vagens e que o feijão-caupi pode produzir cerca de 8 vagens por planta.

As plantas que foram submetidas ao Estresse Moderado, apresentaram redução considerável no número de vagens por planta, apresentando diferença significativa entre esse e os demais tratamentos. As plantas do tratamento “Estresse Severo” produziram uma única vagem com 4 grãos muito pequenos e murchos (Figura 7-B3 e Figura 9), mostrando o quão agressivo foi esse nível de estresse hídrico para a produção de vagens e grãos para as plantas desse tratamento.

Segundo Borges (2013), o feijão-caupi produz em média 12,07 grãos por vagem, valor esse inferior ao encontrado nessa pesquisa. Na Figura 8B se pode notar como o estresse afetou a formação de grãos pelas plantas submetidas ao regime de privação hídrica. Semelhante a produção de vagens, as plantas do Controle (Guariba - barras mais escuras e Arigó - barras mais claras) tiveram uma produção significativa de grãos, com médias se aproximando de 17 unidades de grãos por vagem produzida pelas cultivares estudadas, ambas apresentando diferença estatística entre os tratamentos.

As plantas impostas ao Estresse Moderado, de ambas cultivares tiveram uma produção inferior às do Controle, mas mesmo sob estresse ainda conseguiram produzir vagens com cerca de 6 grãos. Das plantas submetidas ao Estresse Severo, houve produção de apenas 4 grãos (Figura 9), em uma única vagem com aproximadamente 7,5 cm de comprimento.

**Figura 9.** Grãos produzidos pelas plantas submetidas ao Estresse Severo.



**Legenda:** Imagem dos únicos grãos produzidos pelas plantas da cultivar Guariba submetidas ao Estresse Severo. Nota-se que os grãos são bem pequenos e murchos, não apresentando um desenvolvimento adequado. Nenhuma outra planta imposta a este estresse (ES) produziu vagens ou grãos ao final do experimento.

**Fonte:** O autor (2022).

Quanto ao comprimento das vagens produzidas, as plantas do tratamento “Controle” produziram as maiores vagens, das duas cultivares avaliadas (Figura 8C), variando de 16,00 a 17,00 cm. Algo similar ao descrito por Gonçalves et al. (2009a), que determina que o feijão-caupi consegue produzir vagens com média de 17,8 cm. As plantas do tratamento Estresse Moderado também conseguiram produzir vagens, mas com média de comprimento inferior às do Controle. Já as plantas do tratamento Estresse Severo tiveram a produção de apenas uma vagem pequena e com poucos grãos (Figura 7-B3 e Figura 9). Todos os tratamentos apresentaram diferença estatística significativa entre si, mostrando que o estresse hídrico afetou drasticamente a produção de vagens pelas plantas.

Os dados de produção média por planta (Figura 8D), que pode ser obtida pela razão entre a produção total de grãos e o número de amostras, mostram que as plantas do tratamento “Controle” tiveram os maiores índices de produção, com média de 11,447 g de grãos por planta para a cultivar Arigó e 12,113 g para a cultivar Guariba. Portanto, as plantas que não foram induzidas ao estresse hídrico, da cultivar Guariba, obtiveram uma margem de 5,50% a mais de produção que a cultivar local Arigó.

Já as plantas submetidas ao Estresse Moderado apresentaram uma produção menos expressiva ao final do experimento, se comparadas com as do controle, com a cultivar local Arigó tendo cerca de 18,50% a mais de produção por planta que a cultivar Guariba. E quanto as plantas submetidas ao Estresse Severo, houve somente



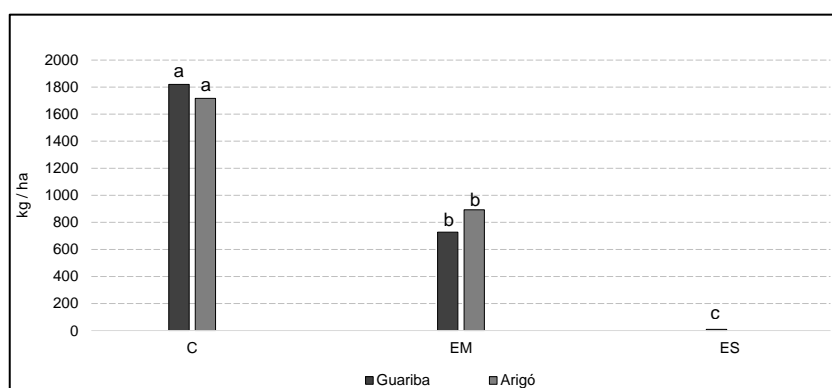
a produção de uma vagem com 4 grãos, oriunda de uma das plantas da cultivar Guariba, com média de 0,092g de grãos por planta.

A respeito dos dados de peso médio de 100 grãos, é possível observar na Figura 8E, que ambas cultivares não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos “Controle” e “Estresse Moderado”, com valores em torno de 12,00 g, um pouco abaixo dos 19,00 g que foi apontado por Tomaz (2020) como sendo valor ideal para esse parâmetro para a cultivar BRS-Guariba. Para a cultivar local Arigó, não foi possível encontrar trabalhos voltados para a região, visando abordar esse fator.

Portanto, mesmo que tenha diferença na quantidade de grãos produzidos, o peso da amostra não apresentou diferença estatística, apesar de ser visível uma diferença entre as médias. Para o tratamento “Estresse Severo” não foi possível realizar a pesagem, pois não houve grãos suficientes para compor uma amostra confiável.

Considerando os dados obtidos neste trabalho e a densidade populacional de aproximadamente 150.000 plantas por hectare, sendo este número indicado pela Embrapa para as plantas de feijão caupi de porte semiereto, fazer é possível realizar uma estimativa da produtividade das cultivares avaliadas (CARDOSO; MELO, 2017; GONÇALVES et al., 2009b).

**Figura 10.** Produtividade média das cultivares induzidas ao estresse hídrico.



**Legenda:** As barras indicam a produtividade média das plantas aos diferentes níveis de estresse hídrico, considerando cinco repetições por tratamento. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. ES = Estresse Severo, EM = Estresse Moderado e C = Tratamento controle.

Como notado na Figura 10, as plantas de ambas cultivares que tiveram maiores níveis de produtividade foram as do tratamento “Controle”, com estimativa de 1.819,95 kg ha<sup>-1</sup> (cultivar Guariba) e 1.717,05 kg ha<sup>-1</sup> (cultivar Arigó), resultado obtido pela razão entre a produção média por planta e a densidade populacional recomendada para um

hectare, e isso já era esperado, uma vez que essas plantas receberam água regularmente durante todo o experimento. A média de produtividade para a Região Norte e Nordeste é de aproximadamente 1.600 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar Guariba (Gonçalves et al., 2009b). Enquanto a cultivar Arigó não há dados de produtividades para comparativo.

A produtividade média das plantas impostas ao “Estresse Moderado” foi menor do que as do Controle, sendo 727,35 kg ha<sup>-1</sup> e 892,95 kg ha<sup>-1</sup> para as cultivares Guariba e Arigó, respectivamente. Enquanto que as plantas submetidas ao “Estresse Severo” foram de 9,28 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar Guariba e 0,000 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar local Arigó, que não obteve produção ao final do experimento.

## 6. CONCLUSÃO

O *Vigna unguiculata* (L.) Walp (feijão-caupi) tem grande significado e importância econômica e social, principalmente para ribeirinhos, agricultores familiares e povos tradicionais, sendo altamente nutritivo e capaz de desenvolver-se em diversos ambientes, sendo muito a condução de pesquisas e estudos voltados para o melhor entendimento dos processos fisiológicos, morfológicos e biométricos.

Desta forma, os resultados aqui obtidos demonstram como cultivares diferentes desta espécie se comportam em relação ao estresse hídrico moderado e severo. Sendo que, tanto a cultivar BRS-Guariba, desenvolvida pela EMPRAPA, quanto a cultivar local denominada “Arigó”, apresentaram os melhores resultados nos tratamentos “Controle”, onde não houve aplicação de estresse hídrico, tendo bom desenvolvimento em altura e espessura do caule, e também uma boa produção de vagens por planta e de grãos por vagem e melhores índices de produtividade.

As plantas que foram submetidas ao Estresse Moderado e Estresse Severo tiveram seu desenvolvimento afetado visivelmente, apresentando as menores médias de altura das plantas e espessura de caule, assim como número de vagens e grãos produzidos.

Assim sendo, se pode concluir que a água é fundamental e indispensável para o bom desenvolvimento e crescimento das plantas avaliadas, bem como para sua produtividade de grãos, que é o principal objetivo de seu cultivo. E buscar, por meio de mais estudos e pesquisas, meios que garantam o uso eficiente desse recurso natural nos sistemas de produção é indispensável para que os produtores locais

possam aumentar seus níveis de produtividade, com base na sustentabilidade e eficácia.

## 7. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALMEIDA, A. N. DE et al. **Importância dos setores primário, secundário e terciário para o desenvolvimento sustentável.** Taubaté, São Paulo, Brasil: 2013.

AMARAL, T. et al. **Caracterização de acessos de feijão-caupi da coleção de trabalho da Embrapa Amazônia Oriental por descritores da semente.** 2020.

BORGES, T. J. Q. C. et al. Avaliação de cultivares de feijão-caupi para produção de grãos verdes no município de Mossoró - RN. In: Congresso Nacional de Feijão-caupi, 3, 2013, Recife. **Anais do III Conac.** Recife, 2013.

BOUKAR, O. et al. Genomic tools in cowpea breeding programs: Status and perspectives. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. JUNE2016, 3 jun. 2016.

CAMPOS, A. J. DE M.; SANTOS, S. M.; NACARATH, I. R. F. F. Water stress in plants: a review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, 19 nov. 2021.

CAMPOS, F. L. et al. Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp): uma proposta de escala de desenvolvimento. **Revista Científica Rural**, v. 5, n. 2, p. 110-116, 2000.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. DE B. **Sistema de Produção de Feijão-Caupi.** Embrapa Meio-Norte, 2017.

CHASE, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 1 maio 2016.

CHEMIM, F. **Cenário brasileiro do Feijão-caupi.** Instituto Brasileiro de Feijão e Pulses, Brasil, 2022.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos - Safra 2021/2022.** 9. ed. Brasília, Brasil: CONAB, v. 9, 2022a.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Grãos - Safra 2022/2023.** 3. ed. Brasília, Brasil: CONAB, v. 10, 2022b.

EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp.). **Field crops research**, v. 53, n. 1-3, p. 187-204, 1997.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Embrapa Informação Tecnológica, p. 370, 2009.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Sintomas de falta de água.** Embrapa Soja. 2021.

- ROCHA, D. F. DA et al. Desempenho do feijão-caupi a densidades de plantas na região Norte da Bahia. **Agropecuária Técnica**, v. 40, n. 3-4, p. 48-54, 18 dez. 2019.
- FERREIRA, I. C. et al. A Contribuição e relevância do agronegócio para o Brasil. **Revista do CEDS**, v. 2, n. 10, 8 fev. 2022.
- FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa. 2011.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **BRS GUARIBA - Nova cultivar de feijão-caupi**. Embrapa Meio Norte. Teresina - Piauí: 2004.
- FREIRE FILHO, F. R. et al. **Coleção ativa de germoplasma de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e de outras espécies do gênero *Vigna*, da Embrapa Meio-Norte, no período de 1976 a 2003**. Embrapa Meio Norte. 2011.
- FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. DE A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, Brasil: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- FREITAS, R. M. O. DE et al. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de sistemas de plantio e estresse hídrico. **Agropec Trop**. Brasil, 2013
- GOMES, S. B. DE S. et al. Agronomic characterization of cowpea bean varieties in the Municipality of Senador Guimard, Acre, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 31 jul. 2020.
- GONÇALVES, J. et al. **BRS Guariba-nova cultivar de feijão-caupi para o Estado do Amazonas**. Embrapa Amazonia Ocidental. Manaus (AM), 2009a.
- GONÇALVES, J. R. P. et al. **Nova cultivar de feijão-caupi para o Estado do Amazonas**. Embrapa Amazônia Ocidental, v. ISSN 1517-3887, Manaus (AM), 2009b.
- HUYNH, B. et al. Gene pools and the genetic architecture of domesticated cowpea. **The plant genome**, v. 6, n. 3, 2013.
- KEPPLE, A. W.; SEGALL-CORRÊA, A. M. **Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional**. São Paulo, 2011.
- LIMA, A. L. **Produtores paraenses conhecem as novas cultivares de feijão-caupi da Embrapa**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2023.
- LOPES, M. A.; CONTINI, E. Agricultura, sustentabilidade e tecnologia. **AgroAnalysis**, v. 32, n. 02, p. 27-34, 2012.
- MAPA. **Instrução Normativa 12/2008**. Diário Oficial da União. Brasil, Brasília, 2008.
- MATTAR, E. P. L. et al. **Descrição de cultivares crioulos cultivados no Vale do Juruá**. Em: Feijões do Vale do Juruá. p. 167. 2016
- MENDONÇA, C. et al. Caracterização fenológica associada a graus-dia em genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, 2015.

NASCIMENTO, S. P. DO et al. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 853-860, 2011.

NEVES, A. L. R. et al. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **SciELO**. Brasil, p. 758-765, 2009.

ONU. Fatos e dados Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - 2021 - O VALOR DA ÁGUA. Unesco. 2021a

ONU. Resumo executivo Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - 2021 - O VALOR DA ÁGUA. Unesco. 2021b

ONU. **World Population Prospects - 2022** - Summary of Results. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2022. v. 3

PIMENTEL, C. **A Relação da Planta com a Água**. EDUR - Editora Unive. Rio de Janeiro, Brasil: 2004.

POCHMANN, M. Tendências estruturais do mundo do trabalho no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 1, p. 89-99, 20 dez. 2019.

RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do Feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) - Sistemas de Produção 2**. Embrapa Meio-Norte, v. 2, 2002.

ROCHA, M. DE M. et al. **FEIJÃO-CAUPI: biologia floral**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007.

ROCHA, M. DE M. et al. **Cultivo de Feijão-Caupi - Sistema de Produção. 2**. Embrapa Amazônia Ocidental. v. 2. 2017.

SILVA, G. B. P. DA. **Tudo sobre o feijão de corda**. Instituto Agro. 2019.

TOMAZ, F. L. DE S. **Indicação de cultivares de feijão-caupi para produção de grãos secos no estado do Ceará**. Fortaleza, 2020.

VALE, J. C. DO; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-caupi do plantio à colheita**. 1. ed. Editora UFV, 2017.