

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

**DELCIANE SILVA DA CONCEIÇÃO
DELCIVANE SILVA DA CONCEIÇÃO
JOÁZ BRAZÃO VAZ**

**INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum* ASSOCIADA À ADUBAÇÃO
NITROGENADA NA PRODUÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI EM SOLO FLORESTAL DE
MAZAGÃO-AP**

**MAZAGÃO – AP
2021**

**DELCIANE SILVA DA CONCEIÇÃO
DELCIVANE SILVA DA CONCEIÇÃO
JOÁZ BRAZÃO VAZ**

**INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum* ASSOCIADA À ADUBAÇÃO
NITROGENADA NA PRODUÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI EM SOLO FLORESTAL DE
MAZAGÃO-AP**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências Agrárias e Biologia, da Universidade Federal do Amapá, *Campus* Mazagão, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado.

Orientador:

Prof. Dr. Janivan Fernandes Suassuna

Coorientadora:

Profa. Dra. Flaviana Gonçalves da Silva

MAZAGÃO – AP

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do Campus de Mazagão da Universidade Federal do Amapá
Elaborada por Raildo de Sousa Machado, CRB2/1501

C744i Conceição, Delciane Silva da
Inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* associada à adubação nitrogenada na produção do feijão-caupi em solo florestal de Mazagão-AP / Delciane Silva da Conceição, Delcivane Silva da Conceição, Joáz Brazão Vaz. – 2021.

1 recurso eletrônico. 53 folhas : ilustradas (coloridas).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Educação do Campo – Ciências Agrárias e Biologia) – Campus de Mazagão, Universidade Federal do Amapá, Mazagão, 2021.

Orientador: Professor Doutor Janivan Fernandes Suassuna.

Coorientadora: Professora Doutora Flaviana Gonçalves da Silva.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

Inclui referências.

1. Feijão-caupi. 2. Inoculação. 3. Adubação verde. 4. Mazagão – Amapá - Brasil. I. Conceição, Delcivane Silva da. II. Vaz, Joáz Brazão. III. Suassuna, Janivan Fernandes, orientador. IV. Silva, Flaviana Gonçalves da, coorientadora. V. Título.

Classificação Decimal de Dewey, 22. edição, 581

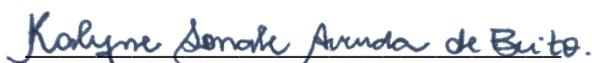
CONCEIÇÃO, Delciane Silva da; CONCEIÇÃO, Delcivane Silva da; VAZ, Joáz Brazão. **Inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* associada à adubação nitrogenada na produção do feijão-caupi em solo florestal de Mazagão AP.** Orientador: Janivan Fernandes Suassuna. Coorientadora: Flaviana Gonçalves da Silva. 2021. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Educação do Campo Ciências Agrárias e Biologia) – Campus de Mazagão, Universidade Federal do Amapá, Mazagão, 2021.

**DELCIANE SILVA DA CONCEIÇÃO
DELCIVANE SILVA DA CONCEIÇÃO
JOÁZ BRAZÃO VAZ**

**INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium japonicum* ASSOCIADA À ADUBAÇÃO
NITROGENADA NA PRODUÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI EM SOLO FLORESTAL DE
MAZAGÃO-AP**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências Agrárias e Biologia, da Universidade Federal do Amapá, *Campus* Mazagão, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado.

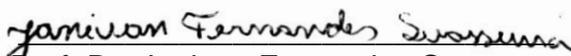
Aprovada em 10 de junho de 2021.



Profa. Dra. Kalyné S. Arruda de Brito
(Examinadora)
Universidade Federal do Amapá

Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos
(Examinadora)

Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. Janivan Fernandes Suassuna
(Orientador(a))
Universidade Federal do Amapá

MAZAGÃO – AP

2021

Aos nossos pais e familiares, por todo apoio e compreensão, que sempre estiveram ao nosso lado, incondicionalmente, nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

Dedicamos

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por ser essencial em nossas vidas, nosso guia, autor de nossos destinos, que sempre esteve presente na hora da angústia, nos dando força e coragem para continuar lutando.

Ao nosso orientador Prof. Dr. Janivan Fernandes Suassuna e à coorientadora Profa. Dra. Flaviana Gonçalves da Silva, que contribuíram significativamente com conhecimento para a formação e conclusão de nossos estudos.

Em especial, agradecemos aos nossos pais, Delso Tavares da Conceição, Claudete da Silva Neves (pais de Delciane e Delcivane); e a Jorge Manoel Toloza Vaz e à Elza Ferreira Brazão (pais de Joáz), pois são nossas fontes de inspiração que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que nós pudéssemos chegar até esta etapa de nossas vidas.

Aos irmãos, Denilso Silva da Conceição, Josimi Brazão Vaz, Joelma Brazão Vaz, que também foram essenciais nessa caminhada; nos momentos de dificuldades sempre nos ajudaram direta e indiretamente.

Aos professores da Unifap *Campus* Mazagão, pois foram de suma importância no processo de aprendizagem e de nossa formação enquanto futuros profissionais da educação.

Ao Curso de Licenciatura em Educação do Campo – Ciências Agrárias e Biologia, do *Campus* Mazagão, pela oportunidade de ter uma formação em nível superior de qualidade na Universidade Federal do Amapá, que vem formando professores de grande capacidade profissional para o mercado de trabalho.

À agricultora Maria Luz Lopes, também acadêmica do curso de Licenciatura em Educação do Campo e ao agricultor Júlio César Assis dos Santos pela cessão do solo e das sementes utilizadas, respectivamente.

Aos colegas da turma e às pessoas que convivemos nesses espaços ao longo desses anos. A experiência de uma educação compartilhada com os amigos foram a melhor experiência da nossa formação acadêmica.

Aos nossos amigos, Valéria Kerolene da Silva de Freitas, Danielson de Souza Rodrigues, Eli da Silva Chagas filho, Josias Tavares de Deus e Daniele Souza da Costa. Nossa gratidão.

Enfim, a todos que contribuíram para que chegássemos até a reta final dessa longa jornada, nossos agradecimentos.

“Quando você passar por momentos difíceis e se perguntar onde estará Deus, lembre-se que durante uma prova, o professor está em silêncio.”

Aline Barros

RESUMO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é uma leguminosa bastante cultivada na agricultura familiar devido a sua rusticidade e ciclo curto, porém possui rendimento baixo no estado do Amapá, devido à falta do emprego de tecnologias, a exemplo do manejo nutricional, o que pode ser otimizado pela inoculação das sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento e a produção do feijão-caupi sob inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* associada à adubação nitrogenada no município de Mazagão, estado do Amapá. O experimento foi realizado em vasos, em casa de vegetação, na Universidade Federal do Amapá, *Campus* Mazagão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com oito tratamentos, três repetições e duas unidades experimentais por parcela. Os tratamentos foram constituídos da combinação de dois genótipos de feijão-caupi ('Branquinho' e 'Sempre Verde') e quatro formas de manejo nutricional [I - inoculação bacteriana (*B. japonicum*, estirpes semia 5079 e semia 5080) nas sementes; N – adubação nitrogenada (ureia); I + N – inoculante bacteriano associado à adubação nitrogenada e T – Testemunha, sem inoculação de sementes e sem adubação nitrogenada]. Foi avaliado o crescimento das plantas e a produção, sendo os dados obtidos submetidos à análise de variância pelo teste F até 5% de probabilidade e teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias em casos de significância pelo teste F. O genótipo regional de feijão-caupi 'Branquinho' expressa maior crescimento vegetativo e maior produção quando comparado com o genótipo Sempre Verde. A inoculação com *B. japonicum* aumenta significativamente a massa de 100 sementes do genótipo Branquinho, o que promove aumento da produção e maior tamanho das sementes, dispensando a adubação nitrogenada, sendo uma alternativa para uso pelos agricultores familiares amapaenses.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; fixação biológica de nitrogênio; bactérias diazotróficas; genótipos regionais.

ABSTRACT

Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] is a legume widely cultivated in family farming due to its rusticity and short cycle, but it has low yield in the Amapá, due to the lack of use of technologies, such as management which can be optimized by inoculating the seeds with nitrogen-fixing bacteria. Thus, the objective was to evaluate the growth and production of cowpea under inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* associated with nitrogen fertilization in the municipality of Mazagão, Amapá. The experiment was carried out in pots, in a greenhouse, at the Federal University of Amapá, Campus Mazagão. The experimental design was completely randomized, with eight treatments, three replications and two experimental units per plot. The treatments consisted of the combination of two cowpea genotypes ('Branquinho' and 'Sempre Verde') and four forms of nutritional management [I - bacterial inoculation (*B. japonicum*, semia 5079 and semia 5080 strains) in the seeds; N – nitrogen fertilization (urea); I + N – bacterial inoculant associated with nitrogen fertilization and T – Control, without seed inoculation and without nitrogen fertilization]. Plant growth and production were evaluated, and the data obtained were subjected to analysis of variance by the F test up to 5% probability and Tukey test ($p < 0.05$) for comparison of means in cases of significance by the F test. The regional genotype of cowpea 'Branquinho' expresses greater vegetative growth and greater production when compared to the Semper Verde genotype. Inoculation with *B. japonicum* significantly increases the mass of 100 seeds of the Branquinho genotype, which promotes increased production and larger seed size, dispensing with nitrogen fertilization, being an alternative for use by family farmers in Amapá.

Keywords: *Vigna unguiculata*; biological nitrogen fixation; diazotrophic bacteria; regional genotypes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1 – Ciclo do nitrogênio.	22
Fotografia 1 – Pesagem (A), aplicação (B) e incorporação do cloreto de potássio ao solo (C), pesagem (D) e adubação com ureia. Mazagão, AP, 2020.....	26
Fotografia 2 – Genótipos ‘Branquinho’ (A) e ‘Sempre Verde’ (B) de feijão-caupi utilizados no experimento. Mazagão, AP, 2020.	27
Fotografia 3 – Pesagem (A), aplicação do inoculante (B) e sementes de feijão-caupi inoculadas (C). Mazagão, AP, 2020.....	28
Fotografia 4 – Momento da semeadura com sementes sem inoculação (A), com sementes inoculadas (B) e visão do experimento instalado (C). Mazagão, AP, 2020.....	28
Fotografia 5 – Medição da largura (A) e comprimento das folhas (cm) (B) e aferição do diâmetro da haste (mm) (C) de feijão-caupi cultivado sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.....	30
Fotografia 6 – Pesagem de sementes de genótipos de feijão-caupi cultivados sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.....	31
Quadro 1 – Registro mensal de temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar no ambiente durante a condução experimental. Mazagão, AP, 2020.....	32

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Caracterização química do solo utilizado no experimento. Mazagão, AP, 2020.....	26
Tabela 2 – Resumo da análise de variância para o comprimento da haste (C. Haste) (cm), diâmetro da haste (DH) (mm), número de folhas (NF) (und) e área foliar (AF) (cm ²) em genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.....	33
Tabela 3 – Resumo da análise de variância para as taxas de crescimento relativo em comprimento da haste (TCRH) (cm cm ⁻¹ dia ⁻¹), em diâmetro da haste (TCRDH) (mm mm ⁻¹ dia ⁻¹), em número de folhas (TCRNF) (und) e em área foliar (TCRAF) (cm ² cm ⁻² dia ⁻¹), aos 18 e 25 dias após semeadura (DAS) em genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.....	38
Tabela 4 – Comparação de médias das taxas de crescimento relativo em comprimento da haste (TCRH) (cm cm ⁻¹ dia ⁻¹), em diâmetro da haste (TCRDH) (mm mm ⁻¹ dia ⁻¹), em número de folhas (TCRNF) (und und ⁻¹ dia ⁻¹) e em área foliar (TCRAF) (cm ² cm ⁻² dia ⁻¹), dos 18 aos 25 dias após semeadura (DAS) em genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.....	39
Tabela 5 – Resumo da análise de variância para o número de vagens por planta (NVP) (und), comprimento médio da vagem (CMV) (cm) e número de sementes por vagem (NSV) (und) de genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.....	40
Tabela 6 – Resumo da análise de variância para a produção (PROD) (g planta ⁻¹) e massa de cem sementes (M100S) (g) de genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.....	41

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1 – Comprimento da haste principal de genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais aos 18 (A) e aos 25 (B) dias após a semeadura. Mazagão, AP, 2020.	34
Gráfico 2 – Diâmetro da haste principal (A e B), número de folhas (C e D) e área foliar (E e F) de genótipos de feijão-caupi aos 18 (A, C e E) e aos 25 dias após a semeadura (B, D e F). Mazagão, AP, 2020.	37
Gráfico 3 – Produção (g planta ⁻¹) de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.....	42
Gráfico 4 – Comparação de médias entre genótipos (A) e entre manejos nutricionais (B) quanto à massa de 100 sementes (g) de feijão-caupi. Mazagão, AP, 2020.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Área foliar
CH	Comprimento da haste
CMV	Comprimento médio da vagem
DAS	Dias após semeadura
DH	Diâmetro da haste
FBN	Fixação biológica de nitrogênio
M100S	Massa de cem sementes
NSV	Número de sementes por vagem
NF	Número de folhas
NVP	Número de vagens por planta
PROD	Produção
TCR	Taxa de crescimento relativo
TCRAF	Taxa de crescimento relativo da área foliar
TCRDH	Taxa de crescimento relativo do diâmetro da haste
TCRH	Taxa de crescimento relativo da haste
TCRNF	Taxa de crescimento relativo do número de folhas

SUMÁRIO

	Página
1	INTRODUÇÃO..... 13
2	OBJETIVOS..... 15
2.1	GERAL..... 15
2.2	ESPECÍFICOS..... 15
3	REVISÃO DE LITERATURA..... 16
3.1	CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI..... 16
3.1.1	ORIGEM E IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA 16
3.1.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO FEIJÃO-CAUPI..... 17
3.1.3	MANEJO NUTRICIONAL..... 19
3.2	FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)..... 20
3.2.1	INOCULAÇÃO MICROBIANA NO FEIJÃO-CAUPI..... 23
4	MATERIAL E MÉTODOS..... 25
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... 25
4.2	TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL..... 25
4.3	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO..... 25
4.4	VARIÁVEIS ANALISADAS..... 29
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA..... 31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 32
6	CONCLUSÕES..... 47
	REFERÊNCIAS..... 48

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é uma das principais culturas da agricultura familiar mais produzidas mundialmente, sendo uma leguminosa muito importante no Brasil e em vários outros países, especialmente no continente Africano (VALE *et al.*, 2017). O Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de feijão, com uma produção de 637,7 mil toneladas de feijão-caupi na safra 2018/2019, em uma área de 1.276,2 mil hectares, o que representa quase a metade (43,5%) do total da área plantada com feijão no Brasil. A região do Nordeste brasileiro lidera a produção nacional de feijão-caupi, com uma produção de 409,3 mil t, seguida pelo Centro-Oeste com 155,3mil t, Norte com 64 mil t e Sudeste com 9,1 mil t (CONAB, 2020).

As regiões Nordeste e Norte são responsáveis por mais de 75% da produção nacional, o que está alinhado ao hábito de consumo da população destas regiões, sendo a principal cultura de subsistência no semiárido do Nordeste, como também em áreas isoladas da Amazônia, principalmente em locais onde se instalaram imigrantes nordestinos (CAVALCANTE, 2000).

No estado do Amapá, o plantio do feijão-caupi ainda é bastante incipiente, predominantemente cultivado por pequenos agricultores, visando o abastecimento familiar e das feiras municipais. O seu crescente consumo no Estado é resultado da importância da espécie como uma das principais fontes de proteínas de baixo custo para alimentação humana, além da tendência de crescimento nos mercados consumidores locais (CAVALCANTE, 2011).

Nas comunidades rurais do Amapá, o feijão-caupi ainda possui uma baixa produtividade, comparando-se com outros estados, em decorrência de problemas de fertilidade e acidificação dos solos agrícolas. Com isso, têm-se buscado uma solução para alta acidez e baixa fertilidade dos solos, em virtude da baixa produção de muitas culturas; dessa forma, os custos de produção tendem a aumentar significativamente com a compra de fertilizantes químicos, que utilizados de maneira incorreta, e em excesso, pode causar danos ao meio ambiente (MELO, 2017).

Visto isso, estes problemas podem ser mitigados com o uso de alternativas biológicas, como a tecnologia de inoculação com bactérias promotoras de crescimento vegetal, que podem diminuir os custos de produção com fertilizantes, sobretudo os

nitrogenados, já que este macronutriente é exigido em maiores quantidades pelas culturas agrícolas (GUARESHI *et al.*, 2011).

Os inoculantes comerciais registrados para as leguminosas são compostos com as bactérias das espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkani* com as estirpes Semia 587, 5019, 5079 e 5080 para a cultura da soja (*Glycine max*), e a espécie *Rhizobium tropici* (Semia 4077 e 4088) para a cultura do feijão além de outros inoculantes desenvolvidos para uso nas culturas do trigo (*Triticum spp*), milho (*Zea maiz*) e cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) (MAPA, 2020).

No Amapá, há falta de conhecimento por parte dos agricultores sobre novas tecnologias, o que acarreta em uso inadequado e/ou excessivo de fertilizantes químicos, podendo ocorrer rendimentos insatisfatórios na produtividade e no custo de produção (MELO, 2017). Com isso é necessário comprovar e disseminar a utilização de técnicas alternativas de manejo e de fertilização dos solos, sendo a inoculação uma alternativa que pode maximizar a produção e minimizar os custos de produção da cultura, além de contribuir com o equilíbrio ambiental.

Com base nesse contexto, enfatiza-se a necessidade de realização de pesquisas nesta temática, considerando a escassez de informações a esse respeito, sobretudo para o feijão-caupi no estado do Amapá, tornando possível disponibilizar ao uso futuro dos agricultores locais, mais uma tecnologia alternativa que otimize a produção da cultura do feijão-caupi e contribua com melhoria no manejo do solo e equilíbrio ambiental nas propriedades rurais.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Avaliar o crescimento e a produção do feijão-caupi sob inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* associada à adubação nitrogenada no município de Mazagão, estado do Amapá.

2.2 ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o crescimento de genótipos regionais de feijão-caupi em função de inoculação com *B. japonicum*;
- b) Determinar os componentes da produção do feijão-caupi inoculado com bactéria fixadora de nitrogênio;
- c) Comparar o rendimento produtivo de plantas dos genótipos do feijão-caupi, associado à inoculação bacteriana em relação à adubação nitrogenada.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI

3.1.1. ORIGEM E IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

O feijão-caupi (*V. unguiculata*) é uma espécie vegetal que tem como centro de origem a África, sendo introduzida no Brasil na segunda metade do século XVI, pelos colonizadores portugueses. A entrada no Brasil inicialmente se deu pelo estado da Bahia, de onde posteriormente foi disseminado para todo o País (FREIRE FILHO, 2011). Possui grande importância socioeconômica para o Brasil, pois é um dos principais componentes da dieta alimentar dos brasileiros em função de seus teores de proteína, de sua resistência à seca e da boa produtividade, sendo uma fonte de geração de renda e emprego para os produtores rurais, além de contribuir para a fixação do homem ao campo (DIAS, 2009; MENDES, 2017).

No Brasil, o consumo do feijão-caupi, de modo geral, é bastante expressivo pelo fato de ser uma excelente fonte de proteínas (23-25% da massa de sementes, em média) e apresentar todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, e uma baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2%, em média), o que representa também um alimento básico para a população (RIBEIRO, 2002). Todavia, o consumo do feijão-caupi varia conforme a região e tem algumas particularidades entre os estados e regiões quanto à preferência pelas variedades (PEREIRA, 2014).

Na Amazônia brasileira, o feijão-caupi é cultivado em praias e barrancas dos rios, logo após sua vazante ou em roçados de terra firme. Assim, além de ser um importante alimento básico, tem se constituído em uma fonte de renda para os agricultores e população de baixa renda em diversas regiões do País (SILVA *et al.*, 2009). A produção do feijão-caupi nas regiões Norte e Nordeste é realizada por empresários e também agricultores familiares que ainda utilizam práticas tradicionais por não terem conhecimento de novas tecnologias (FREIRE FILHO, 2011).

O feijão é comercializado na forma de grão, podendo ser encontrados grãos secos e verdes, além de seus caules e ramos serem usualmente utilizados na alimentação animal. Ainda, pode ser utilizado como forragem verde, feno, silagem, farinha para alimentação animal, ou como adubo verde na recuperação e proteção dos solos de baixa fertilidade natural (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2015; ALMEIDA JÚNIOR, 2018).

O mercado do feijão-caupi é diversificado e dinâmico, quanto às características qualitativas e tecnológicas, sendo que as mudanças climáticas globais também exigem genótipos adaptados aos novos ambientes. Todavia, isso requer um trabalho permanente de melhoramento e o desenvolvimento de novas cultivares que atendam às demandas de toda a cadeia produtiva do feijão-caupi no Brasil (OLIVEIRA, 2008).

3.1.2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO FEIJÃO-CAUPI

O feijão-caupi é classificado como uma planta dicotiledônea, pertencente ao filo *Magnoliophyta*, à classe *Magnoliopsida*, ordem Fabales, família Fabaceae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e sua subespécie é *unguiculata* (EMBRAPA, 2007).

O *Vigna unguiculata* tem vários nomes populares, alguns dos mais usados são: feijão-de-corda, feijão macassa ou feijão macassar, na região Nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão-de-estrada, na região Norte; feijão-miúdo, na região Sul; feijão catador e feijão gurutuba, em algumas regiões do estado da Bahia e norte de Minas Gerais; e feijão fradinho, no Estado do Rio de Janeiro (NEVES *et al.*, 2011). No Amapá é conhecido como feijão-de-corda, feijão branquinho e feijão verde (SILVA *et al.*, 2018).

As cultivares de feijão-caupi são precoces, produtivas e com grãos de alta qualidade, respondendo de maneira diferente às condições de solo e clima das regiões de produção, isso devido às suas características genéticas, fisiológicas e morfológicas (PÚBLIO JÚNIOR *et al.*, 2017). O feijão-caupi é uma planta diplóide, com 22 cromossomos, autógama, apresenta ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos com baixa fertilidade. Possui aproximadamente 99% de auto-fecundação, apresentando na mesma flor o órgão masculino e o feminino, os quais são protegidos por pétalas (SANTANA, 2017).

A germinação do feijão-caupi, é do tipo epígea; o sistema radicular é formado por uma raiz principal, pivotante, com ramificações laterais; o caule é caracterizado pela haste principal, do qual se originam os ramos, sendo que o primeiro par de folhas é simples e oposta, as secundárias são trifolioladas e a inflorescência é axial (ARAÚJO *et al.*, 1984).

Os estádios fenológicos provêm de duas fases bem distintas: vegetativa e reprodutiva. A fase vegetativa é composta por 05 estádios (V0 a V4), e a reprodutiva

é composto também por 5 estádios (R5 a R9). O estágio V0 inicia-se no dia da sementeira até a germinação e emergência, em que a semente incha rompendo o solo, ocasião em que os cotilédones atingem a superfície; no estágio V1, os cotilédones encontram-se emergidos, 50% já visível e começa a separar, terminando quando as folhas primárias se separam e as primeiras folhas simples então inicia seu desenvolvimento. Ao atingir o estágio V2, ocorre a abertura e o crescimento das folhas primárias, as quais ficam totalmente expandidas e as plântulas apresentam folhas unifolioladas, terminando quando a primeira folha trifoliolada se abre. Em V3, surge a primeira folha trifoliolada que se exhibe completamente aberta e plana; essa etapa termina quando a segunda folha trifoliolada encontra-se em pleno crescimento e a terceira se abre; no estágio V4 a terceira folha trifoliolada encontra-se completamente aberta e plana, ocorrendo o desenvolvimento dos primeiros ramos secundários, terminado a etapa com o surgimento dos botões florais, chegando com isso ao fim da fase vegetativa (EMBRAPA, 2018).

A fase reprodutiva é iniciada no estágio R5, com o desenvolvimento dos primeiros ramos secundários e o surgimento dos primeiros botões florais no ramo principal, termina quando se inicia o florescimento. Em R6, ocorre quando a planta apresenta 50% de flores abertas, termina quando 100% das plantas possuem a primeira flor aberta. Ao atingir o estágio R7, as flores, já fecundadas, murçam as pétalas e ocorre a formação das primeiras vagens, termina quando as vagens atingem o comprimento máximo. Quando começa o enchimento dos grãos, as plantas atingem o estágio R8, no qual é caracterizado pelo aumento do volume das vagens; ao final dessa fase, as sementes perdem a cor verde e as folhas começam a cair. Em R9 as vagens perdem a cor e começam a secar, e as sementes adquirem a cor e o brilho. Ao atingir 90% da maturidade das vagens, é concluída a fase reprodutiva e, com isso, as plantas encerram seu ciclo (Embrapa, 2018).

O feijão-caupi é uma das leguminosas mais bem adaptadas às condições ambientais do Amapá, desenvolvendo-se até mesmo em solos pouco férteis, mas para ter uma expressiva produção, necessita-se de um bom manejo nutricional, adoção de técnicas que contribuam com o desenvolvimento da cultura, bem como de um planejamento do processo produtivo com o objetivo de aumentar a produtividade (LIMA FILHO *et al.*, 2013).

3.1.3. MANEJO NUTRICIONAL

A baixa fertilidade, acidez do solo e falta de nutrientes contribuem para a redução da produtividade do feijão-caupi; nesse aspecto, o conhecimento da fertilidade do solo e da nutrição nas plantas é muito importante, visando o aumento da produtividade e também com a finalidade de aumentar o aproveitamento dos nutrientes aplicados ao solo, a fim de evitar perdas financeiras por parte dos agricultores ou reduzir custos de produção (FONSECA, 2008).

A cultura é adaptada aos solos de várzea e de terra firme, porém, se desenvolve melhor em solos leves, profundos, bem drenados e com fertilidade média a alta. O cultivo no estado do Amazonas, é comumente realizado em áreas de várzea, porque o solo é fértil e não necessita de calcário ou de grandes quantidades de fertilizantes (PEREIRA, 2010). A época da semeadura em área de terra firme para região amazônica, se dá no final do período chuvoso, pelo fato de haver chuva para o crescimento e o desenvolvimento das plantas, e também períodos mais secos no fim do ciclo da planta. A adubação poderá ser realizada na fase de semeadura ou logo após a germinação (CAVALCANTE *et al.*, 2011).

Em relação aos nutrientes, sabe-se que o nitrogênio é um dos elementos essenciais para o crescimento e produção da planta, requerido em maior quantidade pelo feijoeiro. O nitrogênio é altamente móvel na planta e, por isso, os primeiros sintomas de deficiência surgem nas folhas mais velhas, em forma de clorose uniforme homogênea, amarelo-esverdeada, passando para amarelo-esbranquiçada, se estendendo às folhas mais novas, reduzindo o número de folhas, área foliar e o crescimento da planta (JÚNIOR ANDRADE *et al.*, 2010).

Os nutrientes extraídos e exportados pelo feijão-caupi apresentam a seguinte ordem decrescente $N > K > Ca > P > Mg > S$ (NEVES *et al.*, 2009). O nitrogênio é o nutriente mais absorvido pelo feijão-caupi e o mais acumulado nas folhas iniciais e nos grãos, o potássio é o segundo macronutriente que é absorvido em maior quantidade pelo feijoeiro, seguido do cálcio, sendo o terceiro macronutriente mais acumulado ao longo do ciclo da cultura e acumulando-se em maior quantidade nas folhas. O fósforo é o quarto nutriente a ser extraído, enquanto o magnésio é o quinto nutriente extraído em grandes quantidades, seguido do enxofre, sendo esse último acumulado em menores quantidades que os demais nutrientes (VERA *et al.*, 2019).

O manejo nutricional na cultura do feijão-caupi pode ser realizada com diferentes fontes de adubação, especialmente a partir de fertilizantes químicos, e alternativas biológicas, como esterco bovino, biofertilizantes e inoculantes microbianos, visando uma alta produtividade das plantas. As alternativas biológicas podem proporcionar a disponibilidade de nutrientes com maior facilidade para as plantas, além de representar uma alternativa promissora, possibilitando ao produtor utilizar resíduos de sua propriedade no cultivo da cultura (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A recomendação de adubação química leva em consideração os resultados da análise química do solo e as exigências nutricionais da cultura. A deficiência desses nutrientes ocorrem normalmente em solos pobres em nutrientes, alguns como o nitrogênio, com grande influência da fixação simbiótica pelas leguminosas (FONSECA, 2008).

3.2 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN)

O nitrogênio (N) é um dos macronutrientes que as plantas mais necessitam para se desenvolver, sendo que a sua deficiência limita a produtividade de muitas culturas, principalmente nas regiões tropicais. No meio ambiente, o principal reservatório de N é a atmosfera, contendo aproximadamente 78% de N₂ (XAVIER *et al.*, 2017).

O feijoeiro, assim como outras leguminosas de interesse agrícola, podem utilizar nitrogênio atmosférico por intermédio da associação simbiótica com as bactérias fixadoras de nitrogênio nos nódulos radiculares. Isso não significa, necessariamente, que a fixação simbiótica esteja resolvendo o problema total do fornecimento de nitrogênio para a planta, mas é um mecanismo biológico que contribui significativamente com a disponibilização do nutriente na forma absorvível pela planta (DINIZ *et al.*, 2006).

Quando ocorre a simbiose de bactérias diazotróficas em leguminosas, existe uma parceria de troca mútua entre o macrossimbionte e microssimbionte, em que a leguminosa fornece carboidrato como fonte de carbono e energia para o crescimento bacteriano. Por outro lado, as atividades das bactérias nodulíferas, fornecem o N parcial ou total ao crescimento e produção das leguminosas (COSTA, 2013).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo dinâmico pelo qual significativa parte do nitrogênio atmosférico é incorporado à matéria viva, ao longo da

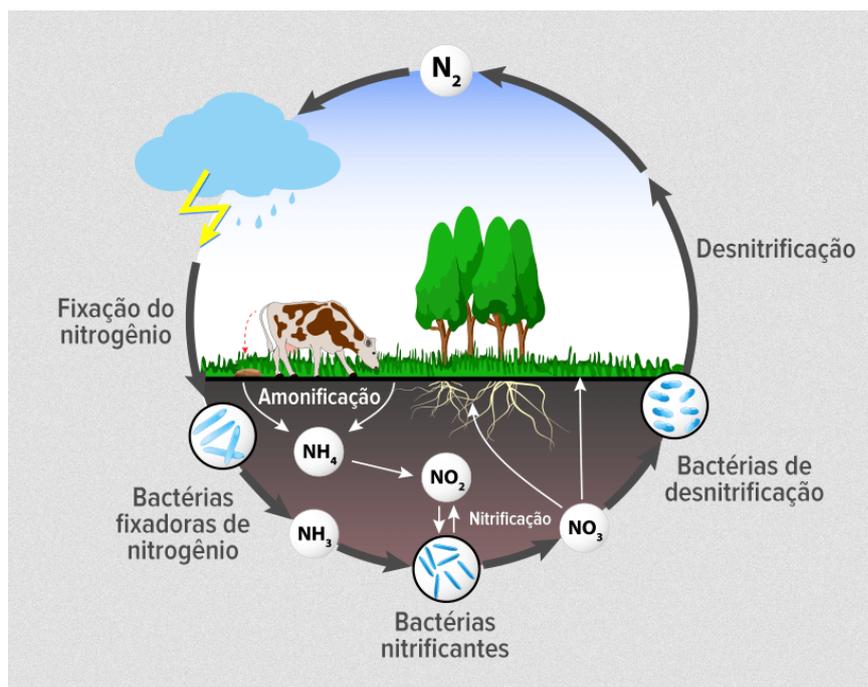
evolução do planeta Terra. Ainda nos dias atuais, este processo constitui o principal meio de incorporação de nitrogênio para o ecossistema, que constantemente é reciclado para a atmosfera, principalmente pela ação de organismos decompositores de matéria orgânica do solo (MARIN *et al.*, 1999).

Deste modo, a inoculação de bactérias diazotróficas é capaz de proporcionar a fixação do nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à planta, sendo uma alternativa que pode substituir, ainda que parcialmente, a adubação nitrogenada (DINIZ *et al.*, 2006). Dentre as tecnologias que permitem maior sustentabilidade dos sistemas agrícolas, a fixação biológica de nitrogênio é uma das alternativas mais racionais, pois permite a ciclagem de nutrientes, o aumento da fertilidade e da matéria orgânica do solo, além da economia no uso de fertilizantes nitrogenados, o que traz benefícios para o meio ambiente (GUALTER *et al.*, 2007).

O ciclo do nitrogênio ocorre em algumas etapas, permitindo a circulação desse elemento pelo meio ambiente e os seres vivos, o mesmo é encontrado em rochas, no fundo dos oceanos e nos sedimentos, porém pode ser encontrado em maior quantidade na atmosfera. A fixação é uma etapa em que ocorre a absorção do nitrogênio atmosférico pelas bactérias do gênero *Azotobacter*, Cianobactérias e *Rhizobium*, principalmente, transformando o nitrogênio atmosférico em amônia (NH_3) (VIEIRA, 2017).

A etapa da amonificação ocorre quando algumas bactérias começam a atuar sobre a matéria orgânica nitrogenada liberando a amônia no ambiente; a mesma combina-se com a água do solo formando o hidróxido de amônio (NH_4OH), que se ioniza e produz o íon amônio (NH_4^+). Na nitrificação acontece a oxidação da amônia em nitrito; esse processo também é realizado por bactérias que fazem a quimiossíntese, ou seja, utilizam a energia liberada na nitrificação para sintetizar suas substâncias orgânicas e são chamadas de bactérias nitrificantes (gênero *Nitrosomonas*). Existem duas etapas: Nitrosação; oxidação da amônia em nitrito (NO_2^-), pelo gênero *Nitrosococcus* e nitratação; oxidação de nitrito em nitrato (NO_3^-), por bactérias do gênero *Nitrobacter*. O nitrato liberado pode ser absorvido e utilizado pelas plantas, convertido em compostos orgânicos. Assim, o N entra na cadeia alimentar e os animais conseguem adquirir N por meio da alimentação. Na desnitrificação, as bactérias chamadas desnitrificantes, transformam os nitratos em gás nitrogênio, garantindo que o N retorne para a atmosfera (VIEIRA, 2017) (Figura 1).

Figura 1 - Ciclo do nitrogênio.



Fonte: Bianco (2020).

As plantas conseguem assimilar o N na fase de nitrificação, nas formas de amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-), porém, é o nitrato (NO_3^-) que a planta consegue utilizar de maneira mais eficaz (LOPES, 2008). Para o processo de infecção e desenvolvimento dos nódulos radiculares, as bactérias enviam sinais químicos para as plantas por meio de expressão de genes específicos, alguns deles são denominados genes *Nod*, um gesto provocando o encurvamento do pêlo radicular, em seguida ocorre a adesão das bactérias aos pêlos radiculares; que após a dissolução da parede celular permite a entrada das bactérias nas raízes, dando início à formação de uma infecção que se desenvolve e se estende até o córtex da raiz, transportando a bactéria para o meristema do nódulo. Os rizóbios se transformam em bacteroides e não se dividem mais. Com isso, os bacteroides são rodeados por uma membrana denominada peribacteroide, formando uma estrutura simbiossomo e a fixação do N é iniciada (VIEIRA, 2017).

Os microorganismos associativos fixadores de N_2 é caracterizado pela ocupação da existência de plantas onde ambas se beneficiam, sendo capazes de reduzir enzimaticamente o N_2 a amônia e outras formas combinadas, utilizadas pela planta e para seu próprio metabolismo. As bactérias de vida livre, são aquelas que

estão no ambiente, possuem a capacidade de viver em qualquer habitat; essas bactérias foram as primeiras a serem conhecidas (CARDOSO *et al.*, 2016).

A enzima nitrogenase é a chave da fixação biológica de N; ela está presente nos bacteroides e é a enzima responsável por reduzir o nitrogênio (N_2) a amônio (NH_4^+). É composta por dois metalocomponentes, a denitrogenase molibdênio-ferro-proteína (Mo, Fe-proteína) e denitrogenase redutase ferro-proteína (Fe-proteína). Para que ocorra a redução do N_2 , a nitrogenase é auxiliada por outra molécula transportadora de elétrons, a ferridoxina. A FBN é um processo complexo que requer a expressão de genes específicos, como dos genes *Nod*, responsável pelo processo de interação e sinalização entre macro e microsimbionte, bem como na formação dos nódulos. Outros genes importantíssimos são os *nifH*, que codificam para a formação de proteínas envolvidas diretamente na fixação do nitrogênio (DIAS, 2018).

No Brasil, pesquisas sobre diazotróficos foram iniciadas há mais de 40 anos pela pesquisadora Johanna Döbereiner (MOREIRA *et al.*, 2010). Dentre as bactérias diazotróficas promotoras do crescimento vegetal (BPCV), as do gênero *Bradyrhizobium* e as do gênero *Azospirillum* são as bactérias que se associam com leguminosas. As bactérias que formam nódulos nas raízes das leguminosas eram classificadas como *Rhizobium japonicum*. Com avanços nos estudos de taxonomia das bactérias foram detectadas grandes diferenças, entre as estirpes, resultando na classificação em duas novas espécies, *B. japonicum* e *B. elkanii* (HUNGRIA *et al.*, 2001).

As bactérias pertencentes ao gênero *Bradyrhizobium* apresentam crescimento lento, tempo de geração de 7 a 13 horas e alcalinização do meio de cultivo levedura-manitol, contendo azul de bromotimol como indicador de pH. São Gram-negativos e possuem a forma de bastonete, sendo a sua mobilidade dada por um flagelo polar ou subpolar (SANTOS, 2013). *Bradyrhizobium* é uma bactéria promotora de crescimento vegetal, e é importante por ser estável, sendo uma das mais utilizadas na produção de inoculantes comerciais.

3.2.1 INOCULAÇÃO MICROBIANA NO FEIJÃO-CAUPI

A inoculação microbiana é considerada uma técnica utilizada na agricultura para a obtenção do nitrogênio demandado pelas plantas (CAMPANILI, 2018). Considerada uma prática sustentável, o inoculante comercial é formado a partir das

bactérias fixadoras de nitrogênio ou diazotróficas e são adicionadas às sementes da planta, antes da semeadura (ROCHA, 2017).

Para a inoculação do feijão-caupi, utiliza-se o inoculante, um produto com uma formulação específica que contém grande quantidade de células bacterianas, com o objetivo de introduzir ou aumentar determinada comunidade microbiana no ambiente de interesse, tornando possível o aumento do N fixado dessa espécie no ambiente de cultivo (CARVALHO, 2012). O inoculante comercial é o produto que contém uma ou mais estirpes de bactérias com capacidade de transferir nitrogênio do ar e fixar para algumas leguminosas como feijão e soja, através da formação dos nódulos localizados nas raízes (EMBRAPA, 1991).

Os tipos de inoculantes podem ser em pó, líquido e em combinação de turfa, líquida ou gel. O processo de inoculação das sementes com estes tipos de inoculantes comerciais deve ser feito à sombra e a semeadura realizada no mesmo dia, mantendo as sementes inoculadas sempre protegidas do sol e do calor (ROCHA, 2017).

O agricultor pode produzir seu próprio inoculante bacteriano artesanal com o uso de nódulos radiculares ativos de leguminosas que estejam disponíveis na sua propriedade. É possível alcançar um aumento de até 33% na produtividade das lavouras, ficando no mesmo patamar que a produção alcançada com o uso de inoculante comercial. Essa técnica não pretende substituir a utilização dos inoculantes comerciais, porém é uma alternativa para o agricultor familiar que, de certo modo, pode não ter acesso a esses produtos (FERREIRA, 2017).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa experimental foi conduzida entre os meses de janeiro e abril de 2020, em uma casa de vegetação pertencente a Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), *Campus Mazagão*, localizado no município de Mazagão – AP. O local está situado nas coordenadas geográficas 00°06'54''S de latitude e 51°17'22''W de longitude, a 60 m de altitude, ficando a aproximadamente 30 km da capital Macapá, possuindo clima equatorial.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi desenvolvido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com oito tratamentos, três repetições e duas unidades experimentais por parcela, sendo os tratamentos constituídos da combinação de dois genótipos regionais de feijão-caupi obtidos de agricultor local ('Branquinho' e 'Sempre Verde') e quatro formas de manejo nutricional [I - inoculação bacteriana (*Bradyrhizobium japonicum*, estirpes semia 5079 e semia 5080) nas sementes; N – Adubação nitrogenada; I + N – Inoculação bacteriana associada à adubação nitrogenada; e, T – Testemunha, sem inoculação de sementes e sem adubação nitrogenada).

4.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido em vasos de 18 litros de capacidade volumétrica preenchido com solo de textura franco-arenosa, retirado na profundidade de 0-20 cm de uma área agricultável no distrito do Carvão, pertencente ao município de Mazagão - AP. Após a coleta do solo, uma amostra foi levada ao laboratório Embrapa do Amapá para ser feita análise química, cujo resultado da análise encontra-se na Tabela 1. De acordo com o resultado para pH em água, não foi necessário fazer a correção da acidez do solo por atender à faixa de pH recomendada para a cultura do feijão.

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado no experimento. Mazagão, AP, 2020.

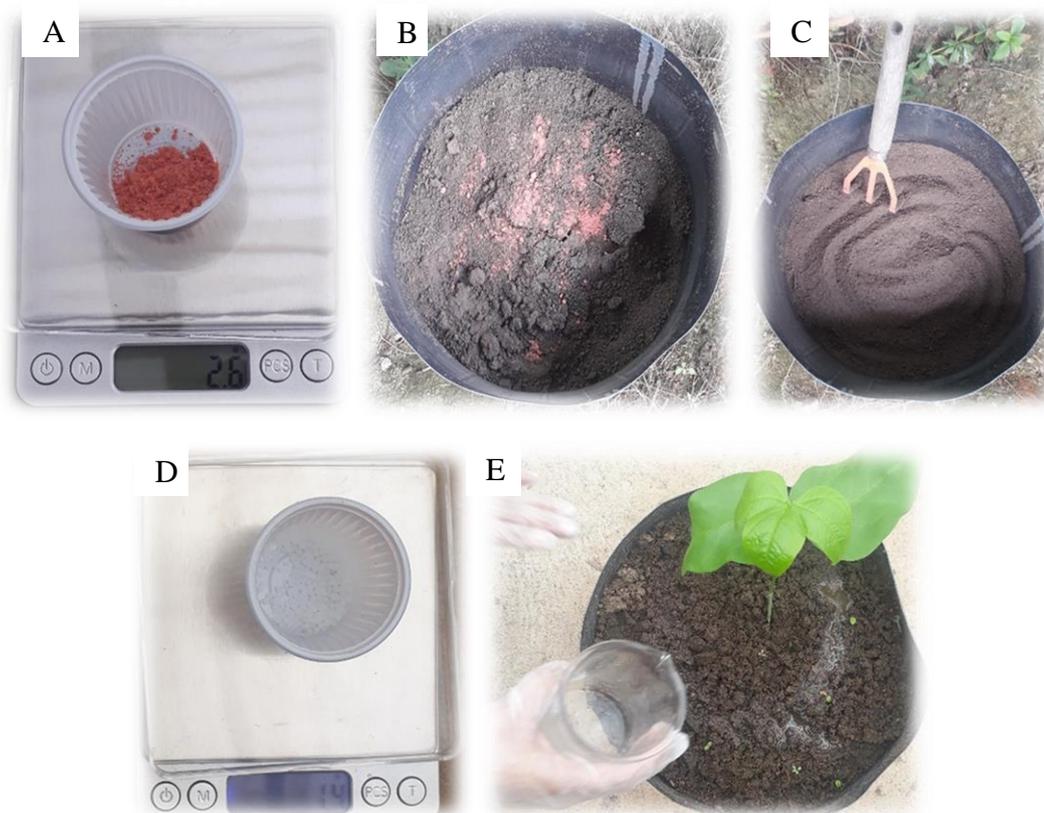
pH	MO	P	K ⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC (pH7,0)	V	m
H ₂ O	g/Kg	mg/dm ³	cmol _c /dm ³							%	
5,8	22,07	39	0,02	5,8	5,3	0,0	3,2	5,8	9,0	64	0

Prot.= identificação da amostra, pH= potencial hidrogeniônico, MO= matéria orgânica, P= fósforo disponível, K⁺=potássio disponível, Ca²⁺+ Mg²⁺= cálcio e magnésio, Ca²⁺=cálcio, Al³⁺= alumínio, H⁺+Al³⁺= acidez potencial, SB=soma de base, CTC= capacidade de troca catiônica efetiva, V= saturação por base, m=saturação por Al³⁺.

Fonte: Laboratório de solo da Embrapa do Amapá.

Na parte inferior dos vasos foi colocado cascalho como camada de drenagem seguido de dois terços de solo peneirado, para então adicionar a adubação de fundação, sendo 2,6 g de cloreto de potássio (KCl 60% de K₂O), correspondendo à recomendação de 0,258 g por kg de solo, conforme Novais (1991). Após incorporação do fertilizante, o preenchimento dos recipientes foram completados com o restante do solo, sendo a massa média de solo de 20 kg em cada vaso. O potássio foi utilizado em uma única parcela, aplicado na semeadura de formalocalizada em todos os vasos; Já o nitrogênio, que teve a ureia (45% de N) como fonte, foi colocado em duas parcelas, em cobertura, sendo 1,41 g do fertilizante diluído em 100 mL de água, aplicadas aos 12 e 27 dias após a semeadura (DAS) (Fotografia 1). A adubação nitrogenada correspondeu à aplicação total de 2,82 g por kg de solo, conforme recomendação de Novais (1991).

Fotografia 1 - Pesagem (A), aplicação (B) e incorporação do cloreto de potássio ao solo (C), pesagem (D) e adubação com ureia. Mazagão, AP, 2020.



Fonte: Arquivo dos autores

Foram utilizadas sementes tradicionais de feijão-caupi cultivadas regionalmente por agricultores familiares, sendo os genótipos 1 'Branquinho' e genótipos 2 'Sempre Verde' (Fotografia 2) disponibilizadas por um agricultor familiar. Os genótipos possuem hábito de crescimento tipo trepador indeterminado, sendo que o feijão 'Branquinho' apresenta flor branca, com as bordas das asas violeta e cor da semente branca. O genótipo 'Sempre Verde' apresenta flor lilás e semente de cor creme avermelhada.

Fotografia 2 - Genótipos 'Branquinho' (A) e 'Sempre Verde' (B) de feijão-caupi utilizados no experimento. Mazagão, AP, 2020.



Fonte: Arquivo dos autores

O inoculante utilizado foi o produto comercial à base de *Bradyrhizobium japonicum* composto pelas estirpes 5079 e 5080, registrado para a cultura da soja (*G. max*), de consistência sólido-turfoso. A escolha se deu por não haver disponibilidade do inoculante registrado para a cultura do feijão no comércio local.

Antes da semeadura, foram separadas as sementes que iriam ser inoculadas e, em seguida, foi calculada a quantidade de sementes para cada tratamento e pesadas para se mensurar a quantidade necessária de inoculante a ser aplicada, conforme a recomendação de 80 g do inoculante para 50 g de sementes, de acordo com o fabricante do inoculante comercial. O inoculante foi dissolvido em 1,4 mL de água destilada e misturado às sementes (Fotografia 3).

Fotografia 3 - Pesagem (A), aplicação do inoculante (B) e sementes de feijão-caupi inoculadas (C). Mazagão, AP, 2020.



Fonte: Arquivo dos autores

O inoculante foi aplicado nas sementes de forma homogênea, deixando-as secar à sombra e em temperatura ambiente por meia hora; em seguida, 3 sementes foram semeadas em cada vaso, a uma profundidade de 2 cm, nos respectivos tratamentos de inoculação (Fotografia 4). Um dia antes da semeadura, o solo foi deixado em umidade próxima à capacidade de campo.

Fotografia 4 - Momento da semeadura com sementes sem inoculação (A), com sementes inoculadas (B) e visão do experimento instalado (C). Mazagão, AP, 2020.



Fonte: Arquivo dos autores

Após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste, deixando apenas uma por vaso, até chegar à fase reprodutiva. Os demais tratamentos culturais como irrigação e manutenção da umidade próxima à capacidade de campo, eliminação de plantas invasoras e manejo de pragas como saúva (*Acromyrmex octospinosus*), vaquinha (*Diabrotica speciosa*), ácaro vermelho (*Tetranychus desertorum*), mosca branca (*Bemisia spp.*) e larva minadora (*Liriomyza huidobrensis*), foram manejados com uso de produtos alternativos e comerciais, quando necessário. Durante a realização da pesquisa, também foi realizado o monitoramento diário, às 09h:00min da manhã, da temperatura e umidade relativa do ar no ambiente com uso de um termohigrômetro.

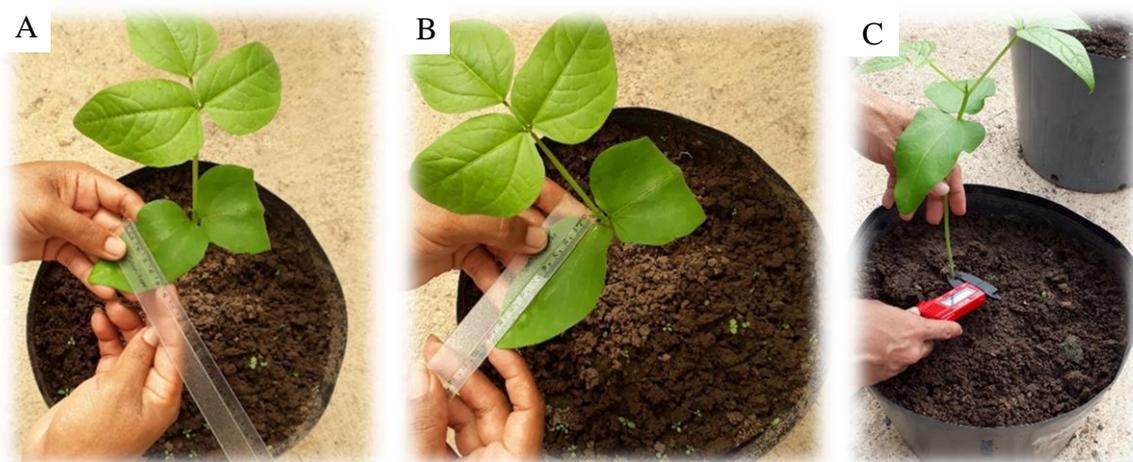
4.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

Foram avaliadas as seguintes variáveis: taxa de crescimento da planta (número de folhas, área foliar, comprimento e diâmetro da haste principal), componentes de produção (número de vagens por planta, número de sementes por vagem, comprimento médio da vagem e massa de cem sementes) e produção por planta.

No período de janeiro a abril 2020, avaliou-se o crescimento das plantas aos 18 e aos 25 dias após semeadura (DAS), utilizando-se uma régua para medir o

comprimento da haste principal (cm), medindo-se do coleto até o ápice e o número de folhas emitidas – NF, por meio da contagem de todas as folhas com pelo menos 40% de sua expansão; já o diâmetro da haste (DH) (mm), foi mensurado com auxílio de um paquímetro digital, aferido próximo ao coleto (Fotografia 5).

Fotografia 5 - Medição da largura (A) e comprimento das folhas (cm) (B), e aferição do diâmetro da haste (mm) (C) de feijão-caupi cultivado sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.



Fonte: Arquivo dos autores

A área foliar (AF) (cm²) foi estimada pelo método das dimensões lineares, por meio da equação 1:

$$AF = (C \times L) \times F \quad \text{Eq. 1}$$

Em que: AF= área foliar (cm²); C=comprimento do limbo foliar (cm); L= largura do limbo foliar (cm); F= fator de correção (0,7).

Com base nos dados primários de crescimento, foram obtidas as taxas de crescimento relativo (TCR) (SANTOS, 2018):

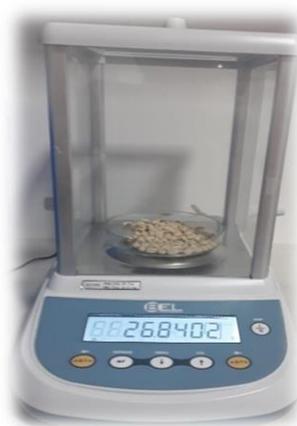
$$TCR = (\ln P2 - \ln P1) / (t2 - t1) \quad \text{Eq. 2}$$

Em que: P2 = área foliar, diâmetro da haste, comprimento da haste, número de folhas obtidos aos 25 DAS; P1 = área foliar, diâmetro da haste, comprimento da haste, número de folhas obtidos aos 18 DAS; *ln* = logaritmo neperiano; t2–t1= diferença ou intervalo de tempo entre duas amostragens (SANTOS, 2018).

Para avaliar os componentes da produção, foram contados os números de sementes por vagem (NSV), número de vagens por planta (NVP), comprimento médio da vagem (CMV) e massa de cem sementes (M100S).

A massa de cem sementes também foi obtida com uso de balança analítica de precisão (Fotografia 6). Depois que as sementes passaram pelo processo de secagem na estufa, foram escolhidas cem sementes aleatoriamente, sendo pesadas separadamente de cada tratamento e cada repetição, e feito a correção da massa para 13% de umidade com base na massa úmida. A produção foi calculada em função da medida da massa total de sementes que cada planta produziu.

Fotografia 6 – Pesagem de sementes de genótipos de feijão-caupi cultivados sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.



Fonte: Arquivo dos autores

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram digitalizados e organizados em planilhas do *Microsoft Excel* e, posteriormente, submetidos à análise de variância pelo teste 'F' até 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.1. Nos casos em que houve significância estatística pelo teste 'F', as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações médias dos dados de temperatura máxima (27,4 a 28,3 °C), temperatura mínima (26,5 a 27,4 °C) e umidade relativa do ar (79 a 90%) foram coletados entre os meses de realização da pesquisa e encontram-se no quadro 1. As leituras diárias resultaram em médias mensais e, de acordo com as informações coletadas, não houve variação expressiva nas médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar durante a condução experimental.

Quadro 1 - Registro mensal de temperaturas máxima, mínima e umidade relativa do ar no ambiente durante a condução experimental. Mazagão, AP, 2020.

Mês	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Umidade Relativa do Ar (%)
Janeiro	27,9	26,5	79
Fevereiro	28,3	27,4	90
Março	27,4	27,1	89

Fonte: Elaborado pelos autores.

A faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento do feijão-caupi é de 18 °C a 34 °C, sendo que a temperatura mínima suportada na fase de germinação varia de 8 °C a 11 °C e na fase da floração é de 8 °C a 10 °C. Temperaturas menores que 18 °C influenciam negativamente na produtividade e, na ocorrência de temperatura maior que 34 °C, há interferência no crescimento e desenvolvimento da cultura (VALE *et al.*, 2017). Ressalte-se que o período de realização do experimento correspondeu à época típica de ocorrência de chuvas na localidade, o que tornou a temperatura do ar mais amena do que o habitual no restante do ano.

Em relação ao crescimento das plantas, os resultados da análise de variância para o comprimento e diâmetro da haste, número de folhas, área foliar dos genótipos de feijão-caupi cultivados sob diferentes manejos nutricionais aos 18 e aos 25 DAS (Tabela 2). Foram observadas diferenças significativas aos 18 e 25 DAS em todas as variáveis analisadas, em função dos genótipos de feijão, enquanto que para as formas de manejo nutricional, não houve efeito estatístico significativo para as variáveis

estudadas. Na interação entre genótipos e manejos nutricionais, houve diferença significativa apenas para o comprimento da haste, nos dois períodos de avaliação.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para o comprimento da haste (C. haste) (cm), diâmetro da haste (DH) (mm), número de folhas (NF) (und) e área foliar (AF) (cm²) em genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.

FV	GL	18 DAS - QUADRADOS MÉDIOS			
		C. Haste	DH	NF	AF
Genótipos (Gen.)	1	463,320**	0,683*	18,375**	44057,513*
Manejos (M)	3	2,592 ^{ns}	0,028 ^{ns}	0,027 ^{ns}	7917,708 ^{ns}
Gen. * M	3	39,859*	0,088 ^{ns}	0,069 ^{ns}	9204,900 ^{ns}
Resíduo	16	10,933	0,085	0,072	5394,046
Média Geral		24,939	3,847	2,916	390,854
CV (%)		13,26	7,59	9,26	18,79
25 DAS - QUADRADOS MÉDIOS					
Genótipos (Gen.)	1	11301,360**	0,700*	173,343**	615509,30**
Manejos (M)	3	211,830 ^{ns}	0,228 ^{ns}	2,121 ^{ns}	88199,371 ^{ns}
Gen. * M	3	490,429*	0,040 ^{ns}	1,565 ^{ns}	187227,517 ^{ns}
Resíduo	16	104,717	0,143	1,031	71929,752
Média Geral		66,087	5,383	7,187	1436,445
CV (%)		15,48	7,04	14,13	18,67

^{ns} = não significativo, * e ** = significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste 'F'; FV= Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; CV: Coeficiente de variação; DAS = dias após a semeadura.

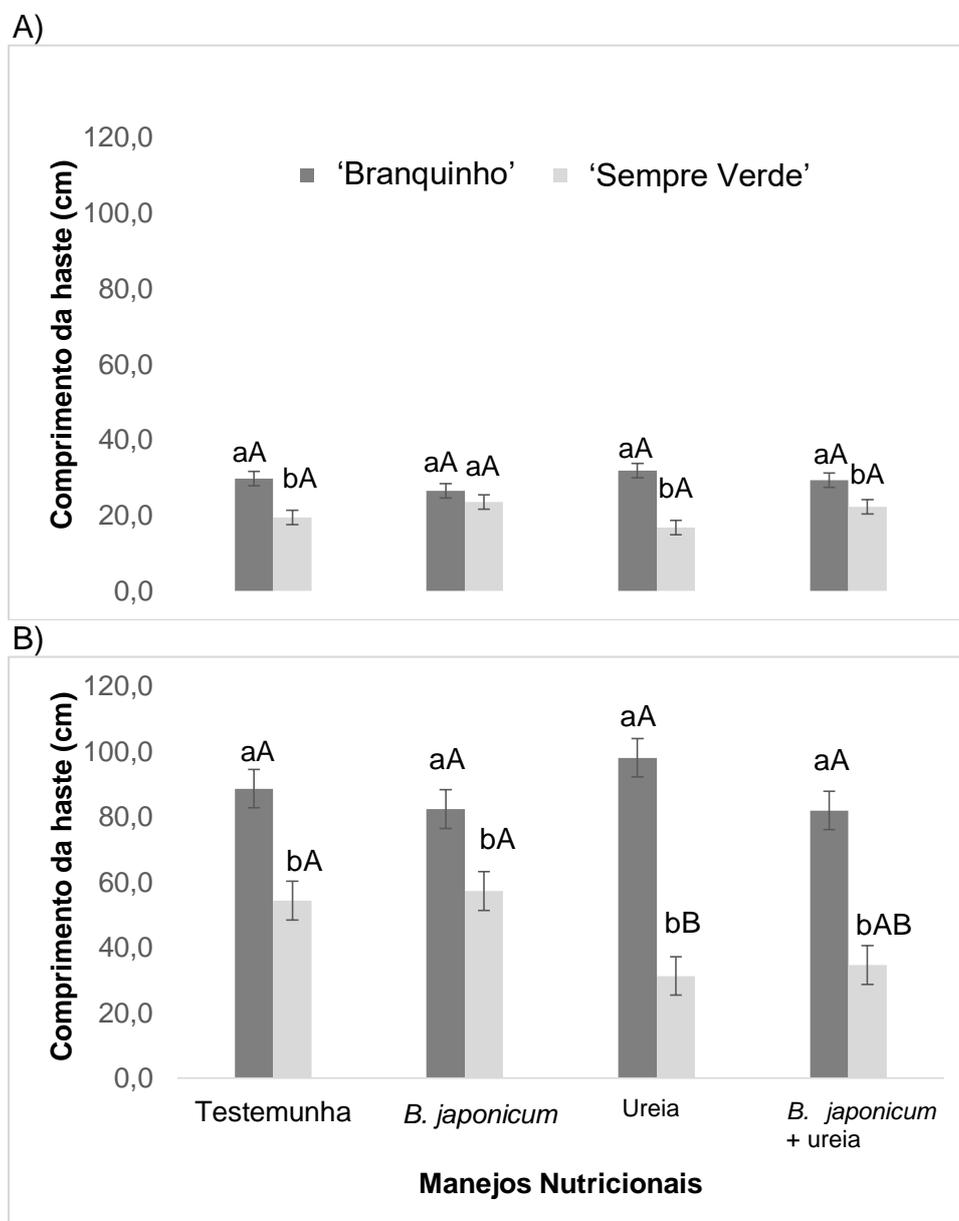
Fonte: Elaborada pelos autores

Resultados divergentes foram encontrados por Silva (2018) em que, trabalhando com o desempenho morfofisiológico de cultivares de feijão-caupi sob diferentes lâminas de irrigação e fontes de nitrogênio (inoculação com estirpe 6462, N-mineral, e matéria orgânica), observou efeito significativo entre cultivares para todas as variáveis estudadas aos 24 e 34 dias após semeadura (DAS), com exceção da área foliar, para a qual verificou-se diferença apenas para as cultivares aos 34 DAS.

No desdobramento da interação entre genótipos e manejos nutricionais quanto ao comprimento da haste, houve interação significativa entre os fatores ($p < 0,05$) aos 18 e 25 dias após semeadura (DAS) (Gráfico 1). Nestas avaliações, o genótipo Branquinho obteve aos 25 DAS, o maior comprimento da haste em todos os manejos nutricionais adotados (Gráfico 1B), assim como aos 18 DAS, exceto no tratamento de inoculação das sementes com *B. japonicum*, em que ambos os genótipos foram iguais

estatisticamente em relação ao comprimento da haste principal das plantas (Gráfico 1A).

Gráfico 1 – Comprimento da haste principal de genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais aos 18 (A) e 25 (B) dias após a semeadura. Mazagão, AP, 2020.



Colunas com letras minúsculas diferentes em cada manejo nutricional indicam diferença significativa (teste 'F' $p < 0,05$) entre os genótipos; colunas com mesma letra maiúscula indicam não haver diferença significativa (Tukey, $p < 0,05$) entre os manejos nutricionais para cada genótipo; barras nas colunas representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse resultado pode ser explicado pela diferença das características genéticas entre genótipos, que pode exercer influência na atividade da FBN, além das outras

formas de manejo nutricional aplicadas nas plantas. O feijão 'Branquinho' também teve uma boa expressão de crescimento no tratamento testemunha (Gráfico 1B), sendo provável que a disponibilidade de matéria orgânica e presença de estirpes nativas de bactérias promotoras no solo utilizado no experimento, tenham contribuído para o desenvolvimento e crescimento das plantas, em especial para o comprimento da haste.

Além dos fatores genéticos da planta, podem ser destacadas também a genética dos microrganismos e a interação com a planta, o que pode influenciar na expressividade da atividade biológica do inoculante e desenvolvimento dos genótipos cultivados. Deste modo, a seleção de genótipos pode influenciar no aproveitamento das entradas de nitrogênio nos sistemas agrícolas, por meio de bactérias fixadoras de nitrogênio que são introduzidas por inoculantes comerciais ou que vivem de forma natural nos solos agricultáveis (CARDOSO *et al.*, 2017).

A atividade de fixação biológica de nitrogênio pode sofrer variação de acordo com os fatores biológicos, químicos e físicos do solo. Com isso, em algumas pesquisas é possível observar informações pertinentes, relacionando-as com o trabalho em questão. Na pesquisa de Xavier *et al.* (2008), observou-se que o tratamento sem inoculação também expressou um desenvolvimento significativo do feijão-caupi, indicando a presença de bactérias nativas no solo capazes de nodular a planta. Souza *et al.* (2018), estudando resposta do feijão-caupi à inoculação de *B. japonicum*, adubação nitrogenada e nitrogênio do solo, observaram diferença significativa entre as cultivares de feijão-caupi em relação ao comprimento da haste, apresentando valores maiores apenas quando utilizou o tratamento com adubação nitrogenada.

A altura da planta é uma característica de suma importância no processo da colheita mecanizada; plantas mais altas terão vagens mais altas e assim evita-se perda das vagens no momento da colheita. Públio Júnior *et al.* (2017), trabalhando com características de genótipos de feijão-caupi no Sudoeste da Bahia, obtiveram médias gerais da altura de 41, 98 cm em 63 dias após a semeadura, o que é visível observar que foram médias inferiores a este trabalho, comparando aos 25 DAS em que o genótipo Branquinho teve maior comprimento da haste.

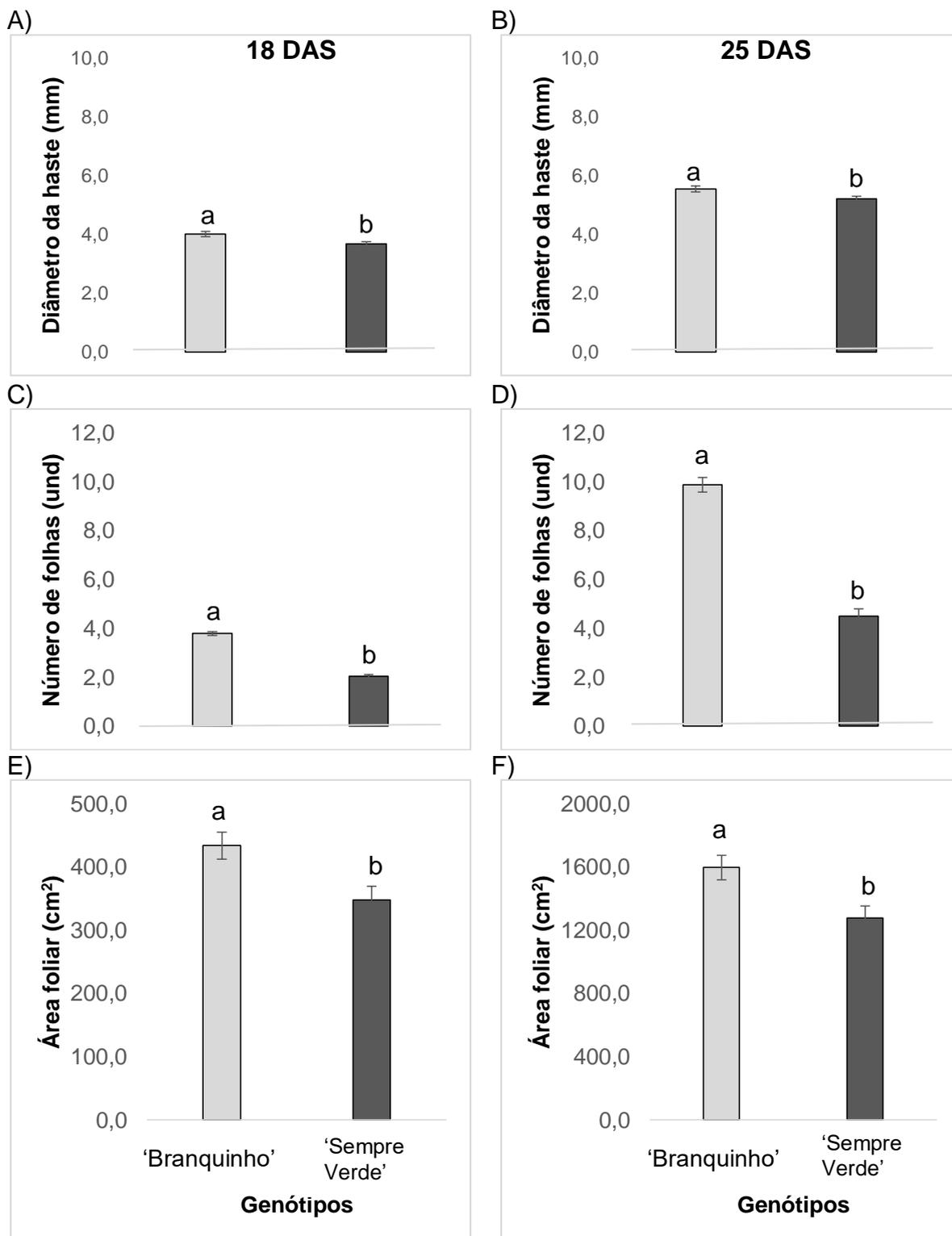
No gráfico 2, estudando-se os dois genótipos de feijão-caupi isoladamente, percebeu-se que o genótipo Branquinho teve o maior crescimento em diâmetro da haste principal, número de folhas e área foliar aos 18 e 25 DAS. Com diâmetro da

haste maior no genótipo Branquinho com 8,4 e 6,1% em comparação ao 'Sempre Verde' aos 18 e 25 DAS, respectivamente (Gráfico 2A e 2B).

Com relação ao número de folhas, o genótipo Branquinho apresentou 46,1% de folhas a mais que o 'Sempre Verde', aos 18 DAS (Gráfico 2C), e aos 25 DAS, o 'Branquinho', continuou com maior número de folhas (54,4%). Para a área foliar também notou-se que as mesmas plantas do genótipo Branquinho atingiram as maiores médias em relação ao genótipo Sempre Verde, superando-o em 19,7% (Gráfico 2E) e 20% (Gráfico 2F). Tais resultados podem estar relacionados ao fato das características genéticas do genótipo Silva (2018).

Ressalta-se que, quanto maior for o diâmetro da haste das plantas de feijão-caupi, maior será a resistência ao acamamento, evitando o tombamento da mesma (BEZERRA *et al.*, 2012). Em trabalhos desenvolvidos por Simplício *et al.* (2016) e Silva (2018) foi constatado que os tratamentos aplicados (inoculação com estirpe 6462, adubação mineral na forma de amônia, e matéria orgânica da mata) não influenciaram o diâmetro da haste, número de folha e área foliar em cada cultivar, ocorrendo variações em função do fator genético. Já Costa (2016), observou que não houve diferença entre as cultivares, quando analisaram o crescimento e produtividade de variedades de feijão-caupi cultivadas sob processos agroecológicos em condições do semiárido.

Gráfico 2 – Diâmetro da haste principal (A e B), número de folhas (C e D) e área foliar (E e F) de genótipos de feijão-caupi aos 18 (A, C e E) e aos 25 dias após a semeadura (B, D e F). Mazagão, AP, 2020.



DAS = dias após a semeadura; colunas com letras diferentes indicam diferença significativa (teste 'F' $p < 0,05$) entre os genótipos; barras nas colunas representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O número de folhas pode afetar diretamente o desenvolvimento, crescimento e rendimento produtivo das plantas, assim como a área foliar. As folhas possuem órgãos fotossintéticos, que se responsabilizam pela formação de fotoassimilados durante o processo de fotossíntese nas plantas, sendo que quanto maior for o desenvolvimento foliar, maior será a alocação de carboidratos durante essa atividade fisiológica (ANDRADE *et al.*, 2005).

Na tabela 3, encontra-se o resumo da análise de variância em relação à taxa de crescimento relativo da haste, diâmetro da haste, número de folhas e área foliar, aos 18 e 25 DAS. Observou-se que houve diferença significativa para os genótipos em relação a taxa de crescimento relativo no comprimento da haste e número de folhas, também ocorreu interação significativa entre os fatores dos genótipos e manejos nutricionais com relação à taxa de crescimento relativo em área foliar. Quanto ao fator isolado, manejos nutricionais não houve efeito significativo para as variáveis analisadas.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para as taxas de crescimento relativo em comprimento da haste (TCRH) ($\text{cm cm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), em diâmetro da haste (TCRDH) ($\text{mm mm}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), em número de folhas (TCRNF) (und) e em área foliar (TCRAF) ($\text{cm}^2 \text{ cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), aos 18 e 25 dias após semeadura (DAS) em genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS			
		TCRH	TCRDH	TCRNF	TCRAF
Genótipos (Gen.)	1	0,0166**	0,00006 ^{ns}	0,0030**	1,04166666-E0008 ^{ns}
Manejos (M)	3	0,0011 ^{ns}	0,00006 ^{ns}	0,00072 ^{ns}	0,00025 ^{ns}
Gen. * M	3	0,00094 ^{ns}	0,00011 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,00069*
Resíduo	16	0,00079	0,00010	0,00024	0,00020
Média Geral		0,1305	0,0480	0,1241	7,80
CV (%)		21,58	21,46	12,61	0,1854

^{ns} = não significativo, * e ** = significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste 'F'; FV= Fonte de variação; GL= Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; DAS = dias após a semeadura.

Fonte: Elaborada pelos autores

Na comparação de médias para o desdobramento da interação entre os genótipos e manejos nutricionais para a taxa de crescimento relativo no número de folhas (Tabela 4), observando-se diferença apenas para o tratamento de inoculação

das sementes com *B. japonicum* no genótipo 1 (Branquinho) com maior taxa de crescimento relativo no número de folhas com valor de 0,1571 (und und⁻¹ dia⁻¹).

Tabela 4 – Comparação de médias das taxas de crescimento relativo em comprimento da haste (TCRH) (cm cm⁻¹ dia⁻¹), em diâmetro da haste (TCRDH) (mm mm⁻¹ dia⁻¹), em número de folhas (TCRNF) (und und⁻¹ dia⁻¹) e em área foliar (TCRAF) (cm² cm⁻² dia⁻¹), dos 18 aos 25 dias após semeadura (DAS) em genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.

MANEJOS NUTRICIONAIS	MÉDIAS							
	TCRH		TCRDH		TCRNF		TCRAF	
	G ₁	G ₂	G ₁	G ₂	G ₁	G ₂	G ₁	G ₂
Testemunha	0,1449 ^{aA}	0,083 ^{bA}	0,0407 ^{aA}	0,0481 ^{aA}	0,1181 ^{aB}	0,1046 ^{aA}	0,1772 ^{bA}	0,2031 ^{aA}
<i>B. japonicum</i>	0,1724 ^{aA}	0,1167 ^{bA}	0,0468 ^{aA}	0,0545 ^{aA}	0,1571 ^{aA}	0,1133 ^{bA}	0,1991 ^{aA}	0,1832 ^{aA}
Ureia	0,1625 ^{aA}	0,086 ^{bA}	0,0468 ^{aA}	0,0549 ^{aA}	0,1441 ^{aAB}	0,1183 ^{aA}	0,1924 ^{aA}	0,1732 ^{aA}
<i>B. japonicum</i> + Ureia	0,1477 ^{aA}	0,1305 ^{aA}	0,0510 ^{aA}	0,0415 ^{aA}	0,1223 ^{aAB}	0,1152 ^{aA}	0,1728 ^{aA}	0,1819 ^{aA}
	e.p.m. = 0,016		e.p.m. = 0,0059		e.p.m. = 0,009		e.p.m. = 0,0083	
	D.M.S. = 0,065		D.M.S. = 0,024		D.M.S. = 0,036		D.M.S. = 0,033	

G₁ = Genótipo 'Branquinho'; G₂ = Genótipo 'Sempre Verde'; e.p.m. = erro padrão da média; D.M.S. = diferença mínima significativa; médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si (Tukey, p<0,05) quanto aos manejos nutricionais e genótipos de feijão-caupi, respectivamente.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Entre os genótipos, observou-se diferença significativa no crescimento relativo em comprimento da haste para os tratamentos aplicados, indicando 'Branquinho' com os valores mais expressivos, sendo apenas iguais no fornecimento da inoculação + ureia. O genótipo branquinho também teve maior TCRNF quando inoculado, enquanto que para a taxa de crescimento relativo em área foliar, no genótipo 2 (Sempre Verde) ocorreu uma maior taxa de crescimento com (0,2031 cm dia⁻¹) no tratamento testemunha. Observou-se, ainda, que o 'Sempre Verde' teve maiores valores na TCRDH, exceto no manejo da inoculação + ureia, mesmo não tendo diferença significativa.

A taxa de crescimento relativo (TCR) é uma das variáveis mais adequadas para avaliação do crescimento vegetal, que expressa o que a planta desenvolve por dia em um intervalo de tempo, evidenciando o crescimento de forma mais precisa do vegetal (CAIRO *et al.*, 2008; ARAÚJO *et al.*, 2014).

No resumo da análise de variância apresentado na Tabela 5, pode-se observar diferença significativa entre genótipos, para as variáveis número de vagens por planta (NVP), comprimento médio da vagens (CMV), e número de sementes por vagem

(NSV). Notou-se maior NVP no genótipo Branquinho atingindo uma média de 13,1250 vagens por planta, equivalente a uma superioridade de 41,58% em relação ao 'Sempre Verde'. Já nas variáveis CMV e NSV obteve-se maiores valores no genótipo Sempre Verde, chegando-se a uma média de 20,1037 cm (CMV), correspondente a 27,65% maior e média de 13,2415 sementes (NSV) o que equivale a 35,10% de superioridade em comparação ao genótipo Branquinho.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância para o número de vagens por planta (NVP) (und), comprimento médio da vagem (CMV) (cm) e número de sementes por vagem (NSV) (und) de genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS		
		NVP ¹	CMV	NSV
Genótipos (Gen.)	1	4,2599**	185,4699**	129,6448**
Manejos (M)	3	0,0760 ^{ns}	1,0806 ^{ns}	4,6311 ^{ns}
Gen. * M	3	0,2490 ^{ns}	0,5848 ^{ns}	2,3609 ^{ns}
Resíduo	16	0,2729	1,3289	1,9640
Média Geral		3,1616	17,3238	10,9173
CV (%)		16,52	6,65	12,84

GENÓTIPOS	MÉDIAS		
'Branquinho'	13,1250 a	14,5439 b	8,5931 b
'Sempre Verde'	7,6666 b	20,1037 a	13,2415 a
d.m.s.	3,0623	0,9976	1,2128
e.p.m.	1,0214	0,3327	0,4045

MANEJOS	MÉDIAS		
Testemunha	9,91666 A	16,7777 A	10,5383 A
<i>B. japonicum</i>	11,5000 A	17,4707 A	11,6833 A
Ureia	10,0833 A	17,2581 A	9,85481 A
<i>B. japonicum</i> + Ureia	10,0833 A	17,7888 A	11,5927 A
d.m.s.	5,8467	1,9048	2,3156
e.p.m.	1,444	0,4706	0,5721

^{ns} e ** = não significativo e significativo a 1%, respectivamente, pelo teste 'F'; ¹ = dados transformados em raiz quadrada; d.m.s. = diferença mínima significativa; e.p.m. = erro padrão da média; médias com mesma letra minúscula ou maiúscula nas colunas não diferem entre si (teste 'F' e Tukey, p<0,05) quanto aos genótipos de feijão-caupi e quanto aos manejos nutricionais, respectivamente.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A diferença significativa das variáveis estudadas pode estar relacionada às características genéticas dos genótipos (Tabela 5). Ressalte-se que maior comprimento de vagem pode significar quantidade maior de sementes, assim destacando-se o genótipo Sempre Verde com maior número de sementes por vagem;

foi observado também, que os manejos nutricionais não diferiram estatisticamente, porém têm-se notado valores médios mais expressivos no NVP (11,5000 und) e NSV (11,6833 und) nas plantas inoculadas com *B. japonicum*, e o CMV foi mais expressivo (17,7888 cm) com *B. japonicum* + ureia.

Resultados semelhantes aos deste trabalho foram observados por Públio Júnior *et al.* (2017), que encontraram valores com maiores médias (12 vagens por planta), 20,53 cm no comprimento de vagem e 13 sementes por vagem, no Sudeste da Bahia.

Diversos estudos avaliando o NVP, CMV e NSV de feijão-caupi foram realizados por vários autores (SOUZA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2012), constatando-se a importância dessas variáveis. Estes autores relatam que o número de vagens por planta é uma variável considerada na seleção de maior produtividade, em que quanto maior for o número de vagens, maior será o rendimento de grãos.

No que se refere ao comprimento de vagem, é uma característica desejada e vantajoso para a colheita manual que as vagens sejam grandes, o que proporciona um maior número de grãos por vagem; todavia, para o aspecto da estrutura da planta, convém-se que as vagens sejam menores, pois vagens menores com menor número de grãos, e leves, permitem melhor sustentação a planta, evita a quebra do pedúnculo e tombamento. Sendo de menor comprimento, as vagens não encostam no solo e reduz a ocorrência de apodrecimento; no entanto, os consumidores preferem vagens compridas e robusta por apresentar maior rendimento.

Para a produção e massa de cem sementes, verificou-se efeito significativo a 5% e a 1% entre os genótipos conforme o resumo da análise de variância apresentada na tabela 6. Quanto à massa de cem sementes, notou-se diferença significativa a 5% entre os manejos nutricionais, não havendo efeito significativo na interação entre genótipos e manejos nutricionais (Tabela 06).

Tabela 6 – Resumo da análise de variância para a produção (PROD) (g planta⁻¹) e massa de sementes (M100S) (g) de genótipos de feijão-caupi sob diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS	
		PROD ¹	M100S
Genótipos (Gen.)	1	1,6786*	49,7376**
Manejos (M)	3	0,5389 ^{ns}	9,6909*
Gen. * M	3	0,4739 ^{ns}	0,9637 ^{ns}
Resíduo	16	0,3129	2,8117
Média Geral		4,1936	21,2729
CV (%)		13,34	7,88

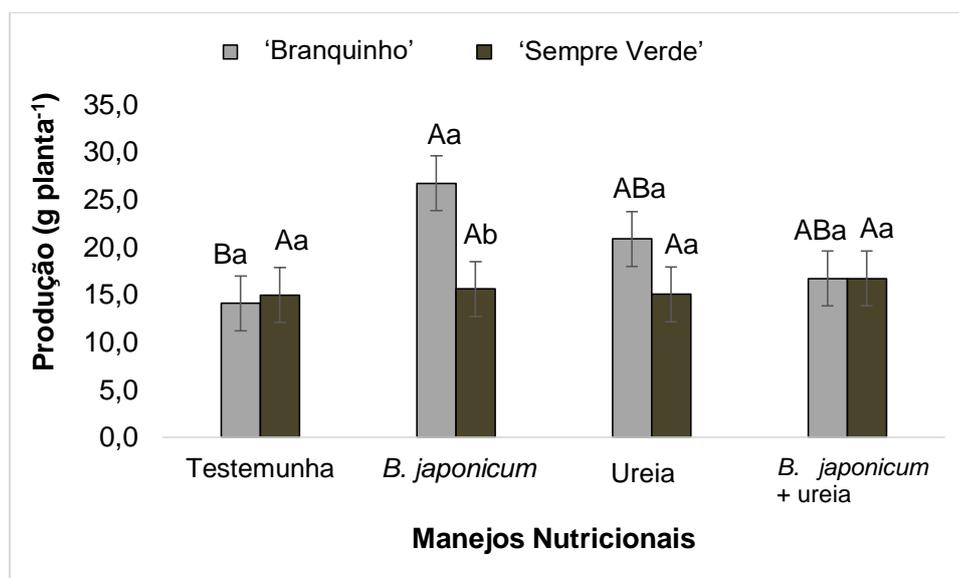
^{ns}, * e ** = não significativo e significativo a 5% e a 1%, respectivamente, pelo teste 'F'; ¹ = dados transformados em raiz quadrada.

Fonte: Elaborada pelos autores

Ferreira *et al.* (2015), estudando fixação biológica de nitrogênio em diferentes genótipos de feijão-caupi, observaram diferença significativa entre genótipos na produtividade, igualmente ao presente trabalho, que foi significativo entre os genótipos para esta variável.

Por meio do gráfico 03, observou-se que houve destaque do genótipo Branquinho quando cultivado sob inoculação bacteriana com *B. japonicum*, obtendo a maior produção (em média 26,723 g por planta) em comparação aos outros tratamentos. Em relação à testemunha, por exemplo, o Branquinho, teve produção 47,24% superior; isso mostra que a inoculação foi eficiente para a produção deste genótipo. Este resultado pode ser em função do genótipo ter maior afinidade para simbiose com *B. japonicum*. Já nos genótipos com o tratamento inoculado + ureia obtiveram-se resultados iguais, provavelmente devido a presença do N ter inibido a eficiência da simbiose. Entre os aportes de nitrogênio, houve diferença significativa na testemunha e *B. japonicum* para o genótipo Branquinho, enquanto que o genótipo Sempre Verde não foi significativo em nenhum dos aportes.

Gráfico 3 – Produção (g planta^{-1}) de genótipos de feijão-caupi em função de diferentes manejos nutricionais. Mazagão, AP, 2020.



Colunas com letras minúsculas diferentes em cada manejo nutricional indicam diferença significativa (teste 'F' $p < 0,05$) entre os genótipos; colunas com mesma letra maiúscula indicam não haver diferença significativa (Tukey, $p < 0,05$) entre os manejos nutricionais para cada genótipo; barras nas colunas representam o erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A capacidade de estabelecer simbiose com rizóbios, possibilita ao feijão-caupi ter uma elevada obtenção da produtividade, o que demonstra eficiência da FBN, sendo uma forma de incrementar a produção, evitando custo com adubos nitrogenados (Silva Neto *et al.*, 2013). Batista (2015), obteve diferença significativa entre os manejos para variável produtividade, resultado comparado a este trabalho, em que afirma em seu estudo que a produção alcançada com a inoculação, mostrou-se favorável à produção de feijão-caupi.

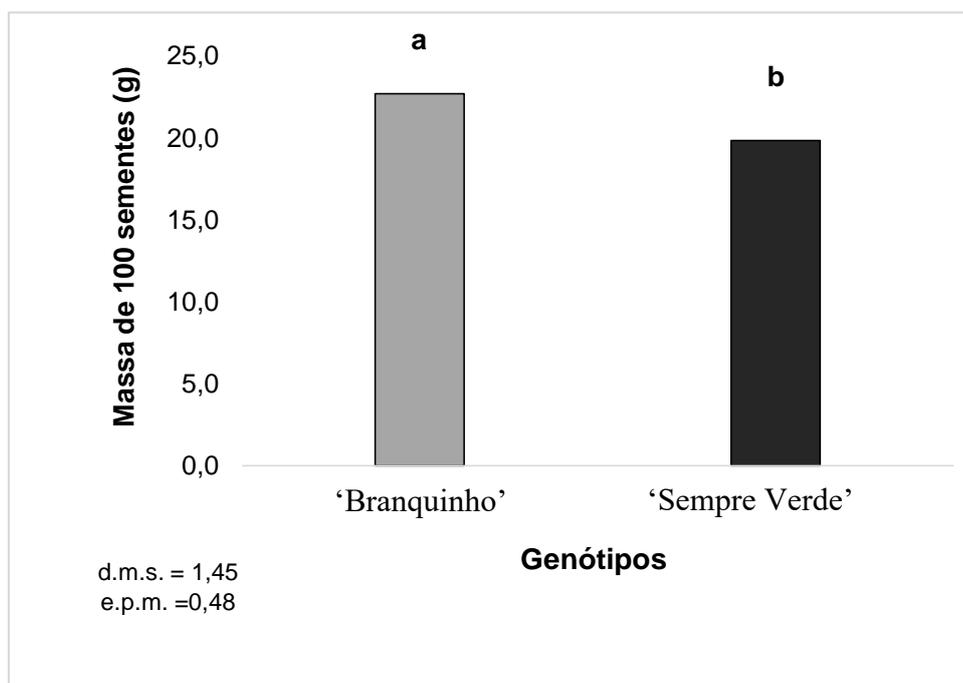
O nitrogênio é, entre os nutrientes, o que apresenta maior efeito sobre o processo de FBN; quando em excesso, reduz e inibe a nodulação, e consequentemente o processo e a eficiência da FBN (Cardoso *et al.*, 2017). Xavier *et al.* (2008), afirmam em seus estudos, que os resultados da produção obtidos com e sem inoculação indicam efeito positivo da inoculação no feijão-caupi. Cavalcante *et al.* (2017) estudaram quatro cultivares de feijão-caupi com inoculação e observaram que as produções foram elevadas apenas em duas variedades, indicando que o resultado está relacionado às características do genótipo e ao fato de serem mais adaptadas ao clima tropical do local de estudo.

No gráfico 4, encontra-se a comparação de médias entre genótipos e manejos nutricionais quanto à massa de cem sementes de feijão-caupi. O genótipo Branquinho obteve 22,713 g/100 sementes, configurando um percentual de 12,67% de massa maior que o genótipo Sempre Verde, que teve 19,833 g/100 sementes.

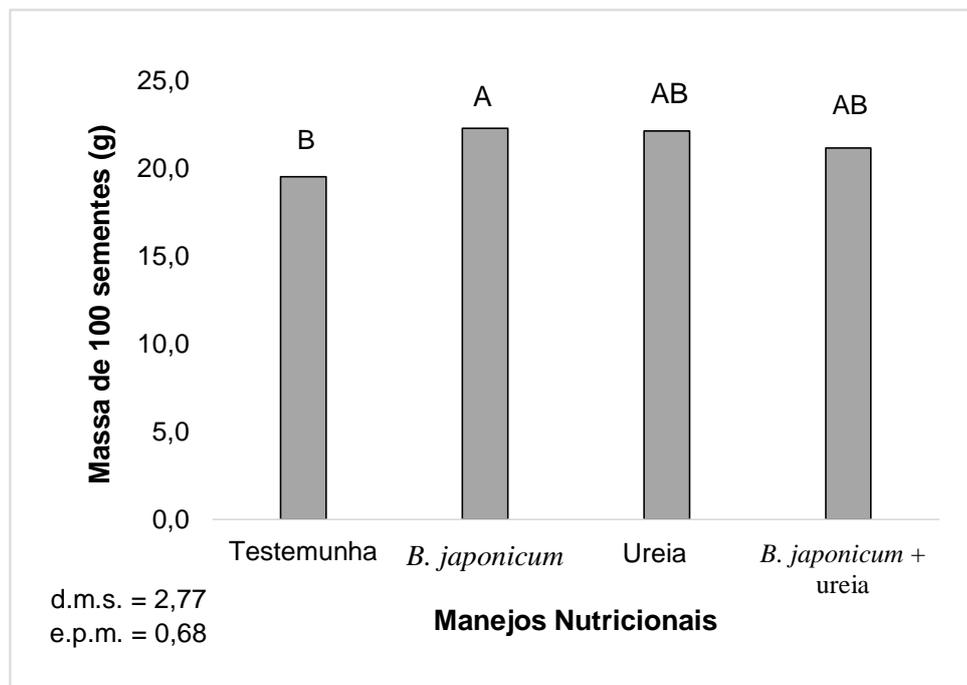
Entre os manejos nutricionais, observa-se diferença significativa na inoculação, pois no genótipo Branquinho inoculado com *B. japonicum* obteve-se média de 22,29 g/100 sementes, o que equivale a um percentual de 12,44% maior que a testemunha; já em relação aos outros tratamentos, verifica-se que foram iguais estatisticamente (Gráfico 4 B). Isso significa que a inoculação foi eficiente para a massa de sementes no genótipo Branquinho, que também se desenvolveu na inoculação + ureia e na adubação com N. Esse resultado explica a ocorrência de maior produção por planta em 'Branquinho', mesmo este tendo menor quantidade de sementes e tamanho de vagens, pois o tamanho das sementes também está diretamente relacionado com a produtividade total.

Gráfico 4 – Comparação de médias entre genótipos (A) e entre manejos nutricionais (B) quanto à massa de 100 sementes (g) de feijão-caupi. Mazagão, AP, 2020.

A)



B)



Colunas com letras diferentes indicam diferença significativa entre os genótipos (teste 'F' até $p < 0,05$) e entre manejos nutricionais (Tukey, $p < 0,05$); d.m.s. = diferença mínima significativa entre médias; e.p.m. = erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Efeito significativo entre genótipos também foi encontrado por Públio Júnior *et al.* (2017) sobre a massa de cem sementes, com média geral encontrada de 22,59 g. Estes autores relatam que a diferença entre cultivares na massa de cem sementes pode estar relacionada ao fato das características genéticas dos diferentes genótipos e de alocação de fotossintatos. Resultados diferentes foram encontrados por Silva Lima *et al.* (2011) e Silva *et al.* (2011), que não obtiveram diferença estatística entre os tratamentos testados quanto ao peso de 100 sementes, e obtiveram valores inferiores aos do presente trabalho, com médias gerais de 18,7 g por 100 sementes. Ressalte-se que a preferência dos produtores rurais e compradores são por sementes com massa superior a 20 g por 100 sementes (FREIRE filho *et al.*, 2011).

No presente trabalho, o genótipo Branquinho com o tratamento de inoculação com *B. japonicum* proporcionou uma massa de 22,291 g, o que corresponde a um rendimento altamente expressivo de acordo com o resultado deste trabalho. De acordo com Borges *et al.* (2012), a eficiência das bactérias é dependente da cultivar testada e região de cultivo. As vantagens da inoculação para o feijão-caupi, estão relacionadas aos benefícios da FBN, que propicia a diminuição dos custos de

produção e, conseqüentemente, aumenta os rendimentos e os ganhos econômicos, além de cooperar com a preservação sustentável do meio ambiente, já que o nitrogênio mineral, em grande quantidade é um poluente ambiental (CARDOSO *et al.*, 2017).

6 CONCLUSÕES

O genótipo regional de feijão-caupi 'Branquinho' expressa maior crescimento vegetativo quando comparado com o genótipo Sempre Verde.

Nas variáveis de produção comprimento médio da vagem e número de sementes por vagem, o genótipo 'Sempre Verde' teve maiores resultados.

A inoculação com *B. japonicum* aumentou a massa de 100 sementes do genótipo Branquinho e promoveu aumento da produção por planta.

A inoculação com *B. japonicum* no feijão-caupi, dispensa a adubação nitrogenada e supera o cultivo sem adubação nitrogenada, sendo uma alternativa para uso pelos agricultores familiares amapaenses.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JÚNIOR, C.A. **Análise da inoculação e adubação nitrogenada em duas variedades de feijão-caupi**. Chapadinha, MA, 2018, 32 p.
- ANDRADE, J. A.S.; RODRIGUES, B.H.N.; BASTOS, E.A. Irrigação. *In*: FREIRE FILHO, F.R., LIMA, J.A.A., RIBEIRO, V.Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Meio-Norte, p. 243-277, 2005.
- ANDRADE JÚNIOR, A.S; SANTOS, A. A; SOBRINHO, C.A; BASTOS, E.A; MELO, F.B; VIANA, F.M.P; FILHO, F.R.F; CARNEIRO, J.S; ROCHA, M.M; CARDOSO, M.J; SILVA, P.H.S; RIBEIRO, V.Q. **Atividades econômica cultivo feijão caupi solos e adubação**. EMBRAPA Meio- norte. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2010. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.com.br>. Acesso em: 14 jan. 2021
- ARAÚJO, A. C; ALOUFA, M. A. I; SILVA, A. J. N. S; COSTA, A. A; SANTOS, I. S. Análise não destrutiva de crescimento do gergelim consorciado com feijão-caupi em sistema orgânico de cultivo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Macaíba, RN, p. 259-268, 2014.
- ARAÚJO, J.P.P.; RIOS, G.P; WATT, E.E.; NEVES, B.P.; FAGERIA, N.K.; OLIVEIRA, I.P.; GUIMARÃES, C.M.; FILHO, A.S. **Cultura do Caupi, *Vigna unguiculata* (L.) WALP**: descrição e recomendações técnicas de cultivo. 1984. 82 p. EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, 1984. (EMBRAPA-CNPAP, Circular Técnica, 18), Goiânia, GO, 1984. Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br>>publicação. Acesso em: 25 de maio de 2019.
- BATISTA, E. R. **Feijão-caupi submetido à inoculação combinada de rizóbio em solo de cerrado**. Rondonópolis, MT, 2015. 95 p.
- BEZERRA, A. A. C.; ALCANTARA NETO, F.; NEVES, A. C.; MAGGIONI, K. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, PA, v. 55, n. 3, p. 184-189, 2012.
- BIANCO, M. Ciclo do nitrogênio. **Todo estudo**, Maringá, 2020. Disponível em: www.todestudo.com.br. Acesso em: 19 jan. 2021.
- BORGES, P. R. S.; SABOYA, R. DE C. C.; SABOYA, L. M. F. S.; SANTOS, E. R.; SOUZA, S. E. Distribuição de massa seca e rendimento de feijão-caupi inoculadas com rizóbio em Gurupi, TO. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 37-44, 2012.
- CAIRO, P. A. R.; OLIVEIRA, L. E. M. MESQUITA, A. C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições Uesb, 2008. 72 p.
- CAMPANILI, J.V.B.; **Produtividade da soja em respostas à inoculação e co-inoculação**. 2018. 25 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, MT, 2018.

CARVALHO, J.F. **Avaliação de cultivares de feijão-caupi e feijão vagem arbustivo em sistema orgânico de produção**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. Piracicaba, São Paulo, 2. ed. 2016. 24 p.

CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; JÚNIOR, A. S. A.; SOBRINHO, C. A. Feijão-caupi: **O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2017. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Meio-Norte, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, DF. 2017. 250 p.

CAVALCANTE, E.S.; GÓES, A.C.P. **O feijão caupi no Amapá: recomendações básicas**, 2011. 20 p. EMBRAPA AMAPÁ. Documento 71, Macapá, AP, 2011.

CAVALCANTE, E.S. **BRS-Mazagão - Cultivar de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) walp) para o estado do Amapá**. 2000. p.1-3 . Embrapa Amapá, Comunicado Técnico, Macapá, AP, 2000. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>publicacao>. Acesso em: 26 maio 2019.

CAVALCANTE, A. C. P.; CAVALCANTE, A. G.; DINIZ NETO, M. A. D.; MATOS, B. F.; DINIZ, B. L. M, T.; BERTINO, A. M. P. Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 1, p. 38-44, 2017.

CONAB. **Levantamentos de grãos**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 fev. 2021.

COSTA, E.M. **Potencial de promoção do crescimento vegetal e diversidade genética de bactérias isoladas de nódulos em feijão-caupi em solos do sudoeste piauiense**. 2013. 149 f. (Dissertação em ciências do solo) - Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, 2013.

COSTA, C. R. G. **Parâmetros de crescimento e produtividade de variedades de feijão caupi cultivadas sob processos agroecológicos em condições do semiárido**. 2016. 42 p. (Graduação em agronomia – Engenheiro Agrônomo) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2016.

DIAS, F.T.C. **Utilização de técnicas multivariadas e moleculares na caracterização e seleção de genótipos de feijão-caupi de porte ereto e ciclo precosse**. 2009. 99 f. (Mestrado em Agronomia – Área Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza, CE, 2009.

DIAS, S. M. **Rizóbios isolados de fabáceas forrageiras dos semiárido: Biodiversidade e eficiência simbiótica**. 2018. 86 p. (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2018.

DINIZ, B.L.M.T. **Cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2006. 20 f. Universidade federal do ceará centro de ciências agrárias departamento de fitotecnia, Fortaleza, CE, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Utilização de inoculante na cultura do feijão**: guia prático. 1991. 11 p. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Goiânia, GO, 1991.

EMBRAPA Meio-Norte. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Feijão-caupi biologia floral**. Teresina, PI, 2007. 2 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília, DF, 2018. 62 p.

FERREIRA, N. S.; RIOS, R. M.; JÚNIOR, N. J. M.; BORGES, W. L. **Fixação biológica de nitrogênio em diferentes genótipos de feijão-caupi**. Amapá, AP, 2015. 4 p.

FONSECA, M. R. **Nutrição mineral e produção do feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases, em latossolo amarelo**. Belém-PA. 73 p. 2008. Disponível em: <http://www.livrogratis.com.br>. Acesso em: 14 jan. 2021.

FREIRE FILHO, F.R. **Feijão-caupi no Brasil**: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. 2011. 84 p. EMBRAPA Meio-Norte-livro científico, Teresina, PI, 2011.

GUALTER, R. M. R.; LEITE, L.F. C.; ALCANTARA, R. M.C.M.; COSTA, D.B.; LIMA, S.S. Avaliação dos efeitos da inoculação de feijão-caupi (*vigna unguiculata* [L.] walp.) com *Bradyrhizobium elkanii*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, 2007. p. 637-640, out. 2007.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação Biológica de Nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: EMBRAPA (Circular Técnica/EBRAPA soja; circular técnica/EMBRAPA Cerrados), 2001. 48 p.

LIMA FILHO, A. F.; COELHO FILHO, M.A.; HEINEMANN, A.B. Determinação de épocas de semeadura do feijão caupi no Recôncavo Baiano através do modelo CROPGRO. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.17, n.12, p.1294–1300, 2013. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/s141543662013001200007>. Acesso em: 09 jun. 2019.

LOPES, M.R.S. **Assimilação e transporte de nitrogênio em *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Brcht. & J.Presl**. Rio grande do sul – Brasil, 2008. 67 p.

MELO, L. P. **Avaliação da adoção e impacto do sistema de agricultura com uso de corte e queima no município de Mazagão**. 2017, 99 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Macapá, AP, 2017.

MENDES, B.C. **Desempenho da cultura do feijão caupi em função da adubação com silicato de potássio via foliar**. 2017. 8 f. Artigo (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, MA, 2017.

MOREIRA, F.M.S.; SILVA, K.S.; NÓBREGA, R.S.A.; FERNANDA DE CARVALHO, F. **Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações**. p. 74-99, 2010.

NEVES, A.C.; CÂMARA, J.A.S.; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; SOBRINHO, C.A.; **Cultivo do feijão-caupi em sistema agrícola familiar**. 2011. 15 p. EMBRAPA Meio-Norte circular técnica 51, Teresina, PI, 2011.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNADEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEY, H.R. Acúmulo de biomassa e extração de nutrientes por planta de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência rural**, v.39, n. 3, p. 758-765, 2009.

OLIVEIRA, J.T.S. **Seleção de genótipos tradicionais e melhorados de feijão caupi adaptados à região semi-árida piauiense**. 2008. 62 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2008.

OLIVEIRA, A.P.; SILVA, O.P.R.; BANDEIRA, N.V.S.; SILVA, D.F.; SILVA, J.A.; PINHEIRO, S.M.G. Rendimento de maxixi em solo arenoso em função de doses de esterco bovinos e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p. 1130-1135, 2014.

OLIVEIRA, T. C; SILVA, J; SANTOS, M. M; CANCELLIER, E. L; FIDELIS, R. R. desempenho agrônômico de cultivares de feijão em função da adubação fosfatada no sul do estado do Tocantins. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 50 – 59, 2014. Disponível em: <http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>. Acesso em: 17 jun. 2020.

PEREIRA, E.J. **Estudo da Composição em macronutrientes, Retenção e Bioacessibilidade de Ferro e Zinco em Cultivares de Feijão-Caupi (*Vigna unguiculata* L. Wap.) em grãos crus e após o cozimento**. 2014. 98 f. Tese (Doutorado em ciências farmacêuticas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PEREIRA, M.C.N. **Cultivo do feijão-caupi no Amazonas**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 33 p.

PÚBLIO JÚNIO, E.P.; MORAIS, O.M.; ROCHA, M.M.; PÚBLIO, A.P.B.; BANDEIRA, A.S. Características agrônômicas de genótipos de feijão-caupi cultivados no sudoeste da Bahia. **Revista Jaboticabal**, v.45, n.3, p. 223–230, 2017.

RIBEIRO, V.Q. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) WALP)**. 2002. 108 p. EMBRAPA Meio-Norte, Teresina, 2002. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/66591>. Acesso em: 20 jun. 2019.

ROCHA, H.G.S. **Desempenho de feijão-caupi inoculado com estirpes rizóbio**. Chapadinha, MA, 2017. 15 p.

SANTANA, S.R.A. **Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) WALP.) por descritores morfoagromômico e variáveis multicategóricas**. 2017. 85 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de pós-graduação em melhoramento genético em plantas, Recife, PE, 2017.

SANTOS, A.D. **Viabilidade da Inoculação de Sementes de Soja com Produtos Comerciais a Base de *Bradyrhizobium japonicum* antes da Semeadura**. 2013. 35 p. Universidade Federal do Paraná (Curso Superior de Tecnologia em Biotecnologia- Área: Microbiologia Agrícola) – Palotina, PR, 2013.

SANTOS, D.M.M. **Análise do crescimento vegetal**. Fisiologia vegetal, Jaboticabal, UNESP. 2018. 3 p.

SANTOS, A; CECCON, G; CORREA, A. M; DURANTE, L. G. Y; REGIS, J. A. V. B. Análise genética e de desempenho de genótipos de feijão-caupi cultivados na transição do cerrado-pantanal. **Cultivando o Saber**, v. 5, n.4, p. 87-102. 2012.

SILVA, A.C.; VASCONCELOS, P.L.R.; MELO, L.D.F.A.; SILVA, V.S.G.; JUNIOR, J.L.M.A.; SANTANA, M.B. Diagnóstico da produção de feijão-caupi no Nordeste Brasileiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 2, ago./dez. 2018. 5 p.

SILVA, P.C.; NODA, H.; FILHO, D.F.S. **Diversidade fenotípica em variedades de feijão caupi (*vigna unguiculata* l. walp.) originárias da amazônia brasileira, peruana e colombiana**. Manaus, 2009. 88 p.

SILVA JUNIOR, J.F.; LOPES, M.C.; CRADOSO, S.S. Características biométricas em cultivares de feijão-caupi. **Holos Environment**, v.15, n.1, p. 75 - 81, 2015. p.

SILVA, L. J. T. **Desempenho morfofisiológico de cultivares de feijão-caupi sob diferentes déficits hídricos e fontes de nitrogênio**. 2018. 86 f. Dissertação (Mestrado em ciências) – Universidade Federal do Piauí. Teresina. 2018.

SILVA, A. L. J; NEVES, J. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.6, n. 1, p. 29-36. 2011.

SILVA NETO, M. L.; SMIDERLE, O. J.; SILVA, K.; FERNANDES JÚNIOR, P. I.; XAVIER, G. R.; ZILLI, J. É. Compatibilidade do tratamento de sementes de feijão caupi com fungicidas e inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n.1, p. 80-87, 2013.

SILVA LIMA, R. T; ANDRADE, D. P; MELO, E. C; PALHETA, E. C. V. GOMES, M. A. F. Inoculação e adubação mineral na cultura do feijão – caupi em latossolos da Amazônia oriental. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 152-156, out.-dez.,

2011. Disponível em: <http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>. Acesso em: 08 jul. 2020.

SIMPLÍCIO, S. F.; GONÇALVE, A. C. M.; DUARTE, E. C. C.; BARBOSA, W. M. C.; RODRIGUES, J. P. C. S.; SOUZA OLIVEIRA, B. S.; JÚNIOR, S. P. S. Características de crescimento e produção do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) sob aplicação de herbicidas. **Revista Agropecuária Técnica**. v. 37, n. 1, p. 55-62, 2016. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/at/index>. Acesso em: 15 jun. 2020.

SOUZA, W. N.; BRITO, N. F.; BARROS, L. B.; SOUZA, J. T. R.; SAI, E. F.; REIS, L. M. S. **Resposta do feijão-caupi à inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, adubação nitrogenada e nitrogênio do solo**. *Revista Agroecosistema*, v. 10, n. 2, p. 298 – 308, 2018.

SOUZA, C. L. C.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; ROCHA, M. M. SILVA, E. M. **Variability and correlations in cowpea populations for green-grain production**. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, p. 262-269, 2007.

VALE, J.C.; BERTINI, C.; BOREM, A. **Feijão caupi: do plantio a colheita**. 2017. 267 p. UFV. Viçosa, MG, Brasil. UFV, 2017.

VERA, G.S.; CRUZ, G.S.; SOUZA, H.A.; SILVA, K.J.D.S.; BEZERRA, A.A.C. **Acúmulo e marcha de absorção de macronutrientes no feijão-caupi em sistema de cultivo mínimo**. Fortaleza, CE, 2019. 5 p.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistema agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 165 p.

XAVIER, G.R.; ZILLI, J.E.; MARTINS, L.M.V.; RUMJANEK, N.G.; ALCANTARA, R.M.C.M. **Cultivo de Feijão-Caupi**. 2017. 10 p. Embrapa meio-norte, 2. Ed. 2017. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 08 jul. 2020.

XAVIER, T.F.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B.; CAMPOS, F.L. Inoculação e adubação nitrogenada sobre a nodulação e a produtividade de grãos de feijão-caupi. **Ciência rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p. 2037-2041, 2008.