


**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DO FEIJÃO-CAUPI (*Vigna unguiculata* L.) SUBMETIDO A CALAGEM COM CALCÁRIO CALCÍTICO DO MUNICÍPIO DE CAPANEMA, PARÁ**

 <https://doi.org/10.56238/arev6n4-144>

**Data de submissão:** 10/11/2024

**Data de publicação:** 10/12/2024

**Olavo Pimentel Silva**

Mestrando em Engenharia Agrícola  
Universidade Estadual Paulista-UNESP  
E-mail: [olavo.pimentel@unesp.br](mailto:olavo.pimentel@unesp.br)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7996-0079>

**Diocléa Almeida Seabra Silva**

Doutora em Ciências Agrárias  
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA  
E-mail: [diocleaseabra85@gmail.com](mailto:diocleaseabra85@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7102-7580>

**Cairo Pereira Siqueira**

Graduando em Agronomia  
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA  
E-mail: [siqueiracairopereira@gmail.com](mailto:siqueiracairopereira@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-2578-2829>

**Allan Mayron Rodrigues**

Graduando em Agronomia  
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA  
E-mail: [rodriguesallan838@gmail.com](mailto:rodriguesallan838@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-2052-8201>

**Helane Cristina Aguiar Santos**

Doutora em Agronomia  
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA  
E-mail: [aguiar.helaine@gmail.com](mailto:aguiar.helaine@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4818-3569>

**Zara Gabrielle Belo da Silva**

Graduanda em Agronomia  
Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA  
E-mail: [zarabelo@hotmail.com](mailto:zarabelo@hotmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-8274-2292>

**Adriana dos Santos Ferreira**

Doutora em Ciências Agrárias  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
E-mail: [ferreiraufra@gmail.com](mailto:ferreiraufra@gmail.com)  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5379-0243>

**Dágila Melo Rodrigues**  
Doutora em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
E-mail: dagilarodrigues2012@gmail.com  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7397-7563>

## RESUMO

O feijão-caupi é uma das leguminosas mais importantes na dieta alimentar da população com menor poder aquisitivo da região norte, e o calcário é um dos insumos mais utilizados para produção agrícola. Objetivou-se avaliar o desempenho de plantas de feijão-caupi submetidas a níveis de saturação por bases no solo, utilizando calcário calcítico e dolomítico como corretivos da acidez do solo, e fornecedores de Ca e Mg no solo. O trabalho foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema. O delineamento experimental adotado foi o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2, com cinco níveis de saturação por bases (0%, 20%, 40%, 60% e 80%) e dois tipos de calcário (calcítico e dolomítico), com 50 unidades experimentais. A cultivar utilizada no trabalho foi a BR3-Tracuateua. Foram avaliados os seguintes parâmetros biométricos e de massa seca: altura da planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da raiz (CR), número de vagens (NV), massa seca das folhas (MSF), massa seca da vagem (MSV), massa seca do coleto (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST). Houve interação entre as fontes de calcário e saturação por bases para MSV e MSR. Constatou-se que o caupi responde positivamente à calagem com calcário calcítico e dolomítico. Recomenda-se adotar a saturação por bases variando entre 60% e 80% para obter melhores desempenhos da cultura.

**Palavras-chave:** Produção de grãos, Corretivo da acidez, Fertilidade do solo.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Freire Filho (1988), o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tem o seu centro de origem na África. A sua chegada ao Brasil se deu pelos portugueses no século XVI, mais precisamente na Bahia. O caupi também é conhecido como feijão-de-corda, feijão-de- praia, feijão-da-estrada, feijão-de-rama, feijão-fradinho ou feijão macassar, macaça ou macáçar (Neves *et al.* 2011).

A Instrução Normativa nº 12 de 28 de março de 2008 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, em seu artigo 2, inciso I, considera que existem apenas duas espécies de feijão no Brasil, sendo elas: *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L) Walp. O primeiro é conhecido como feijão-comum, enquanto que o segundo é mais popularmente chamado de feijão-caupi, o qual é mais cultivado pelos produtores do Pará e por isso foi objeto de estudo neste trabalho.

É uma das leguminosas mais cultivadas no mundo, de ciclo anual que pertence à família Fabaceae (Gupta *et al.* 2019). Embora nas primeiras classificações tenha sido posto em outros gêneros, como *Phaseolus* e *Dolichos*, hoje sua colocação em *Vigna* é mundialmente aceita (Freire Filho ,1988). É uma planta dicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna* (Freire Filho *et al.* 2011).

O caupi tem grande importância para a região Norte e Nordeste do Brasil. Contudo, em função da sua rusticidade, baixo custo produtivo e avanços no melhoramento das cultivares, o seu cultivo se expandiu para a região Centro-Oeste, que o utiliza como cultura de segunda safra em sucessão aos cultivos de soja ou milho. No Pará, essa cultura configura-se como uma alternativa comercial tornando-se comumente cultivada em safrinha pelos pequenos, médios e grandes agricultores (Silva, M. V. 2017; Rodrigues *et al.* 2020).

Embora o caupi seja uma das principais fontes de proteínas vegetais para o brasileiro, ainda é uma cultura pouco estudada cientificamente em relação a resposta à adubação e calagem (Santos *et al.* 2021). Segundo Cruz *et al.* (2021) os solos nos quais é cultivado o caupi, geralmente são de baixa fertilidade. Essa realidade aliada à ausência de um programa de manejo de nutrientes e a falta de conhecimento dos nossos produtores são alguns dos fatores que contribuem para o baixo rendimento da cultura do caupi (Freire Filho *et al.* 2005).

A acidez do solo é um dos fatores que limitam a produção das culturas em solos altamente intemperizados, como a maioria dos solos que ocorrem no Brasil (Holzschuh, 2007). A prática de calagem é imprescindível para a obtenção de elevadas produtividades pela maioria das culturas de interesse econômico, e é responsável por respostas produtivas mais rápidas, principalmente em culturas anuais (Nascimento, 2018). Além de elevar o pH do solo, a calagem reduz a toxicidade de alguns

elementos químicos (Nahass; Severino, 2003) e fornece cálcio e magnésio para as plantas (Rodrigues *et al.* 2021).

No Pará existe um grande potencial para o uso do calcário como corretivo, devido as características ácidas dos solos da região, entretanto, de acordo com Carvalho (2004), Guimarães e Santos (1968) e Maués (2017), uma vez que esse produto é importado de outros estados do Brasil como Tocantins, por exemplo, isso aumenta o custo de produção devido ao elevado valor da tonelada de calcário paga pelo produtor, encarecido pelos custos de frete da região produtora até ao consumidor final.

O calcário calcítico e dolomítico diferenciam-se pela composição química das rochas de onde são extraídos esses insumos, mais precisamente pela concentração de óxidos de cálcio (CaO) e óxidos de magnésio (MgO). A rocha calcita é constituída em sua maior parte por óxidos de cálcio e por isso a fórmula química que a representa é  $\text{CaCO}_3$ , a rocha dolomita, por sua vez, possui maior concentração de óxido de magnésio sendo representada pela fórmula química  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (Almeida A. *Et Al.* 2016; Almeida C. 2008).

Capanema é uma cidade que está localizada na região Nordeste do Pará, na formação de Pirabas; região geologicamente rica por ser formada por depósitos de calcário sedimentar. O calcário presente nessa região é 100% extraído para atender a indústria da construção civil com a produção cimentos. Nesse contexto, o intuito desta pesquisa é promover conhecimento sobre o calcário extraído da mina B-17, pela empresa de Cimentos do Brasil S/A (CIBRASA), avaliando a qualidade desse produto para produção de corretivo da acidez do solo.

Nesse sentido, torna-se imprescindível o presente estudo, pois sabendo do potencial desse calcário e a escassez de corretivo agrícola no Pará, é essencial a produção desse insumo na região para atender a demanda da agricultura local de modo a reduzir a importação do mesmo. Diante disso, foram testados níveis de saturação por bases utilizando o calcário calcítico (extraído da mina B-17, da empresa CIBRASA) e o dolomítico (calcário adquirido comercialmente) e avaliado o crescimento e desenvolvimento do caupi em função da aplicação desses corretivos no solo.

Com base no exposto, esta pesquisa considerou a seguinte hipótese: o calcário calcítico extraído da mina B-17, no município de Capanema, promove a correção do solo e melhora o desenvolvimento do caupi.

## 2 OBJETIVO

Avaliar o crescimento e desenvolvimento de plantas de feijão-caupi em casa de vegetação, após correção do solo com o uso de calcário calcítico e dolomítico para atingir níveis de saturação por bases no solo, bem como, avaliar as modificações químicas no solo promovidas pela calagem.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS DA CULTURA DO CAUPI

O feijão-caupi é amplamente cultivado em sistemas agrícolas familiares e tem grande importância social e econômica, sendo considerada uma das principais culturas alimentares, especialmente para populações mais carentes das regiões Norte e Nordeste (Silva, F. M. *et al.* 2020). Além de participar da geração de emprego e renda (Fernandes; Fonseca; Braz, 2013), tende a desempenhar um papel cada vez mais importante no contexto da segurança alimentar dos povos das regiões tropicais e subtropicais com alta instabilidade pluviométrica e baixo nível tecnológico (Bezerra *et al.* 2014).

Conforme o boletim de acompanhamento da safra de grãos da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2023), na safra 2022/2023 a área total plantada de feijão-caupi no Brasil foi 1271,3 hectares. Em termos de produção, conforme a Conab (2023), o Brasil alcançou na safra 2022/2023 um total de 613,5 mil toneladas, com a região Nordeste e Norte representando 411,8 e 96,8 mil toneladas, respectivamente. O Pará produziu 18,6 mil toneladas e de acordo com os últimos dados sobre o panorama agrícola do Estado divulgado pela Secretária de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca (Sedap, 2019), o maior produtor de caupi no estado foi o município de Capanema (2.000 toneladas de grãos), seguido por Santana do Araguaia (1.700 toneladas de grãos) e Tracuateua (1.620 toneladas de grãos)

### 3.2 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DA CULTIVAR BR3-TRACUATEUA

A BR3-Tracuateua é uma cultivar apresentada em 1984, pelo Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), o qual hoje é conhecido como Embrapa Amazônia Oriental. Essa cultivar é uma das principais presente nas lavouras da região bragantina, havendo uma grande aceitação pelos agricultores. Possui pouca tolerância à seca e é moderadamente tolerante a altas temperaturas, enquadrando-se nas condições Amazônicas (Cultivarweb, 2022; Freire Filho *Et Al.* 2011; Freire Filho *et al.*, 2005).

O porte dessa cultivar é do tipo prostrado e tem seu crescimento indeterminado. A floração pode acontecer aos 40 dias após a semeadura. O período de maturação varia de 70 à 80 dias após a

semeadura, sendo classificada como ciclo médio. As vagens em estágio final de maturação podem apresentar cerca de 10 sementes cada. Pode chegar a  $914 \text{ kg ha}^{-1}$  em condições de sequeiro e  $1698 \text{ kg ha}^{-1}$  em condições irrigada (Freire Filho *Et Al.* 2011 Freire Filho *Et Al.*, 2005).

### 3.3 A IMPORTÂNCIA DA EXTRAÇÃO DE CALCÁRIO NO PARÁ E SUA POSSIBILIDADE DE USO NA AGRICULTURA

Talvez não haja outras rochas com uma variedade de usos tão ampla quanto a calcita e dolomita. As rochas carbonatadas mais comercializadas em todo mundo são os calcários. Os calcários são rochas sedimentares compostas, basicamente por calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), enquanto as dolomitas são também rochas sedimentares compostas, basicamente, pelo mineral dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) (Sampaio, Almeida, 2008).

O minério de calcário vem sendo aproveitado economicamente para diversas finalidades, assim, os setores produtivos associam sua importância as atividades de construção civil, na fabricação de cal e cimento, corretivos de solos ácidos, entre outros (Resuenho, 2017). A necessidade de atender as demandas do mercado, devido as variedades de produtos que o calcário oferece, requer um processo de produção longo, desde sua extração até o produto final comercializado (Camargos, 2020).

O incremento da atividade agrícola e da construção civil no Brasil impele um equivalente aumento da indústria cimenteira e de corretivos agrícolas o que, subsequentemente, expõe as áreas de ocorrência de rochas carbonáticas de onde é extraída a matéria-prima para esses insumos: o calcário (Chaves, 2013). As reservas lavráveis de calcário no Brasil estão relativamente bem distribuídas pelos estados (Martins Júnior, 2015). A região amazônica possui ricas jazidas minerais em sua composição (Andrade, 2011).

As rochas da Mina B-17 constituem uma importante jazida de calcário e são atualmente exploradas para a indústria de cimento, pela Empresa de Cimentos do Brasil S/A (CIBRASA) (Távora, Silveira, Neto, 2007), a qual, segundo Ribeiro (2018) tem importante papel na geração de emprego e na composição do Produto Interno Bruto (PIB) da cidade.

O calcário extraído atualmente na região bragantina tem como principal alvo atender o setor da construção civil. Esse mesmo calcário pode ter potencial para produção de corretivos agrícolas para atender a demanda local dos agricultores. Entretanto, até hoje há grande escassez de pesquisas relacionadas à qualidade do calcário da região na correção do solo para o desenvolvimento das plantas e sua extração para atender a agricultura local e de seu entorno.

### 3.4 CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO E A IMPORTÂNCIA DO CALCÁRIO PARA A AGRICULTURA PARAENSE

Os materiais que podem ser usados na correção da acidez dos solos são aqueles que contêm como “constituente neutralizante” ou “princípio ativo” os óxidos, hidróxidos, carbonatos e silicatos de cálcio e/ou de magnésio (Veloso *et al.* 2020). Conforme a Instrução Normativa SDA nº 35, de 4 de Julho de 2006, artigo 1, inciso I, considera-se corretivo de acidez todo produto que promove a correção da acidez do solo e fornece cálcio, magnésio ou ambos.

A acidez pode ser controlada com a aplicação de substâncias que liberam hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ) capazes de neutralizar os prótons ( $\text{H}^+$ ) presentes na solução do solo (Nolla, 2003). O calcário é o material mais utilizado como corretivo da acidez do solo, onde o cálculo da quantidade a ser adicionada ao solo pode ser feito com base na acidez potencial, resultante da atividade dos íons  $\text{H}^+$  e  $\text{Al}^{3+}$  (Araujo, D., *et al.* 2014).

Os parâmetros relacionados à qualidade que devem ser considerados na escolha dos calcários são, por exemplo, o poder de neutralização (PN), reatividade (RE) e os teores de CaO e MgO, bem como a granulometria que é determinada pelas peneiras ABNT nº 10 (2 mm), nº 20 (0,84 mm) e nº 50 (0,30 mm). Esses dois últimos parâmetros conferem a eficiência neutralizante do calcário e são representados por um valor único, o poder relativo de neutralização total (PRNT) (Veloso *Et Al.* 2020, Oliveira, 2022).

Na Amazônia, as classes de solos comumente encontradas são os Latossolos e Argissolos. As propriedades químicas desses solos caracterizam-se pela acidez, baixa fertilidade, alta saturação de alumínio (Al) e baixa saturação de bases, geralmente ocasionados pelas altas taxas de lixiviação ou ausência de minerais primários e secundários. A acidez é um fator determinante no desempenho das plantas e consequentemente na produção da lavoura (Benedetti *Et Al.* 2011; Campos *Et Al.* 2012; Pantoja *Et Al.* 2019; Veloso *Et Al.* 2020).

No Pará, os Latossolos Amarelo, Vermelho e Vermelho-Amarelo distrófico são os principais e ocupam cerca de 40,75 % da superfície do Estado (Gama *et al.* 2020). São solos muito intemperizados, com pequena reserva de nutrientes para as plantas, representados normalmente por sua baixa a média capacidade de troca catiônica (Resende *et al.* 1995). A acidez do solo pode ser originada durante o processo de formação do solo devido a processos que contribuem na remoção dos cátions de caráter básicos como  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ , também a partir da carência de bases do material de origem (Lopes *et al.* 1991) ou em função de ação antrópica os solos podem ter a sua acidez aumentada por cultivos e adubações, que podem conduzir à perda de cátions básicos (Raij, 1983). Como efeito, o sistema radicular limita-se a explorar uma menor área de solo, o que ocasiona uma menor absorção de



nutrientes e água (Nolla; Anghinoni, 2004) influenciando de forma direta no desenvolvimento do caupi, podendo provocar uma diminuição no seu potencial de produção, causado pela presença de alumínio trocável (Ribeiro; Peloso, 2009), ocasionando uma baixa na produtividade média dos grãos (Cardoso, Melo, Andrade, Junior 1997).

A acidez do solo também prejudica a disponibilidade de N, P, K, Mg, S e Mo para as plantas e pode causar toxicidade de Mn (Rodrighero; Barth; Caires, 2015). Portanto, considerando que um solo com excesso de alumínio e baixos níveis de  $\text{Ca}^{2+}$  limita o crescimento do sistema radicular e a produtividade das culturas (Lobato; Souza, 2004), é necessário a adoção de práticas corretivas de pH com melhorias no suprimento de nutrientes às plantas (Pantoja *et al.* 2019).

A calagem tem como objetivo elevar o pH do solo até determinado valor (pH 5,5–6,5) (Veloso *et al.* 2020), promovendo a neutralização do  $\text{Al}^{3+}$  e o fornecimento de Ca e Mg, possibilitando a proliferação de raízes, com reflexos positivos no crescimento da parte aérea das plantas (Natale *et al.* 2007) e melhora a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no solo (Raij, 2011). Por isso, a aplicação de calcário tem mostrado efeito na neutralização da acidez do solo em superfície (Gonçalves *et al.* 2011).

Além do cálcio, o magnésio também é adicionado ao solo a partir da aplicação do calcário e tem papel fundamental para a produção de biomassa das plantas. O magnésio tem mobilidade no interior do vegetal, mas a maior porção absorvida permanece no caule e principalmente nas folhas, tendo em vista que este é o local de maior acúmulo de clorofila (Alves, 2022). Sendo de suma importância a disponibilidade do mesmo pela calagem.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL**

O trabalho foi realizado em casa de vegetação no período de maio à setembro de 2022, localizada na área experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Capanema, situado na região Nordeste Paraense, sob as coordenadas geográficas 1° 11' 45" S de latitude, 47° 10' 50" W de longitude e 32 m de altitude (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de localização da casa de vegetação na qual foi realizado o experimento.



Fonte: Autores (2023)

O clima é classificado como Am segundo Kopper, com temperatura média de 26°C e precipitação média anual variando entre 1750 e 2500 mm.

#### 4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado, esquema fatorial 5 x 2 com cinco repetições, totalizando 50 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de saturação por bases (V%) e duas fontes de calcário. As fontes de calcário utilizadas foram: calcítico (doses de 0, 2,45, 6,79, 11,12 e 15,46 kg ha<sup>-1</sup>) e dolomítico (0, 2,05, 5,60, 9,35 e 13,0 kg ha<sup>-1</sup>), correspondentes à 0%, 20%, 40%, 60% e 80% da recomendação para atingir as saturações por bases do solo, preconizado por Cravo e Souza (2020).

#### 4.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A rocha calcárea utilizada como fonte de calcário calcítico foi extraída da Mina B-17 da empresa CIBRASA – Cimentos do Brasil S. A. situada na cidade de Capanema, Pará. Posteriormente, no laboratório de solo da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema, o fragmento da rocha passou por processo de britagem, moagem e análise para determinação do poder relativo de neutralização total (PRNT) (Tabela 1). O calcário dolomítico utilizado, foi adquirido no mercado de insumos agrícolas de Capanema/PA.

**Tabela 1.** Caracterização química e física dos calcários utilizados no experimento.

Tabela 1. Caracterização química e física dos calcários utilizados no experimento.										
Calcário	CaO	CaCO3	MgO	MgCO3	ABNT/Abertura (mm)			PN	ER	PRNT
					10/2,00	20/0,84	50/0,3			
	-----%-----							-----%-----		
Passante nas peneiras (%)										
Calcítico	49,5	88,5	0,90	2	100	100	59,7	90	83,9	75,5
Domítico	35,2	63	16	40	100	26	55	42,5	76	78,0

Fonte: Autores (2022).

Utilizou-se amostra de solo coletada da camada de 0 a 0,20 m de profundidade, de um Latossolo Amarelo distrófico próximo a área experimental. A amostra de solo foi peneirada com peneira de malha de 2,0 mm secada ao ar, e posteriormente, vasos com capacidade para 5kg do solo foram preenchidos com a amostra de solo coletadas. A Tabela 2 apresenta a caracterização química da amostra de solo.

**Tabela 2.** Caracterização química do solo, coletado na camada 0-0,20 m, 30 dias antes da instalação do experimento.

Macronutrientes							Acidez			Outro s	
P	K	Na	Ca	Mg	pH	Al	H+Al	CTC	Saturação		
----mg dm <sup>-3</sup> ----			---cmolc dm <sup>-3</sup> ---		H2O	---cmolc dm <sup>-3</sup> ---		cmolc dm <sup>-3</sup>	Base V%	Al m%	
1,2	0,30	2,4	1,5	1,5	4,1	0,48	9,13	5,7	9,00	67,8	

Fonte: Laboratório Pro-Solos, Capitão Poço-PA, 2022.

Com base nos resultados da Tabela 2, procedeu-se a recomendação de adubação mineral e calagem para elevar a saturação por bases para as quantidades pré-determinadas para cada tratamento, seguindo a proposta de Cravo e Souza (2020). Para isso, foram aplicados calcário calcítico (PRNT 75,5%) e calcário dolomítico (PRNT 78%), adotando-se o método da saturação por bases trocáveis, conforme equação abaixo:

$$NC = \frac{CTC (V2-V1)}{PRNT} \quad (1)$$

Em que:

NC = Necessidade de calagem, em t ha<sup>-1</sup>, com PRNT corrigido para 100%;

CTC = Capacidade de troca de cátions do solo a pH 7,0 [Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup> + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)], em cmolc dm<sup>-3</sup>;

V2 = Porcentagem de saturação por bases recomendada.

V1 = Porcentagem de saturação por bases atual do solo, calculada pela fórmula: SB x 100 / CTC;

SB = Soma de bases trocáveis (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>), em cmolc dm<sup>-3</sup>. PRNT = Poder relativo de neutralização total do calcário.

As quantidades de calcário para cada tratamento foram pesadas em uma balança de precisão e a aplicação foi realizada 30 dias antes da semeadura, respeitando o período de incubação para correção do solo, sempre mantendo o solo úmido em todos os vasos, os quais foram cobertos com sacos plásticos

(Figura 2).

**Figura 2.** Pesagem da quantidade de calcário na balança de precisão, calagem e incubação do solo



Fonte: Autores (2022)

Aos 30 dias após da aplicação do calcário, antes da semeadura, amostras de solo foram coletadas de cada unidade experimental para análise química (Tabela 3). O mesmo procedimento foi realizado após a colheita.

**Tabela 3.** Resultados das análises químicas do solo dos tratamentos com calcário calcítico ( $\text{CaCO}_3$ ) e dolomítico ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) coletado após o período de 30 dias de incubação (antes) e após a colheita (depois).

Atrib.	V0%		V20%		V40%		V60%		V80%	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
<b>Calcítico (<math>\text{CaCO}_3</math>)</b>										
P	1,20	0,36	2,68	3,13	4,11	0,69	4,05	4,83	4,93	1,99
K	0,30	1,00	3,99	76,28	18,47	9,98	9,78	77,88	40,63	39,94
Ca	1,50	0,88	1,92	0,76	2,68	1,92	3,12	2,28	4,56	2,40
Mg	1,50	0,68	1,28	0,60	2,00	0,56	1,80	0,52	0,44	0,40
pH	4,10	4,34	5,80	4,26	6,40	5,62	6,60	5,62	7,03	5,60
Al	0,48	0,25	0,25	0,25	0,05	0,25	0,05	0,25	0,05	0,25
H+Al	9,13	4,00	3,10	3,50	2,75	2,50	2,50	2,50	1,40	2,10
CTC	5,70	5,56	6,31	5,06	7,48	5,01	7,45	5,50	6,50	5,00
V%	9,00	28,09	50,87	30,77	63,22	50,06	66,42	54,54	78,48	58,02
m%	67,8	13,79	7,22	13,85	1,05	9,07	1,00	7,69	0,05	7,93
<b>Dolomítico (<math>\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2</math>)</b>										
P	1,20	0,36	1,57	1,66	3,91	1,99	5,64	1,14	6,01	1,47
K	0,30	1,00	34,15	82,87	52,15	49,92	56,91	59,90	54,91	99,84
Ca	1,50	0,88	1,00	1,12	1,40	2,24	2,60	1,64	2,80	1,40
Mg	1,50	0,68	0,60	2,00	0,28	2,72	2,20	2,48	2,60	1,48
pH	4,10	4,34	3,79	4,72	3,91	4,63	5,64	5,57	6,01	5,72
Al	0,48	0,25	0,35	0,25	0,35	0,25	0,05	0,25	0,05	0,25
H+Al	9,13	4,00	4,20	2,30	2,30	1,80	1,80	1,80	1,50	2,00
CTC	5,70	5,56	6,42	4,51	6,54	4,65	6,56	4,43	6,93	5,14
V%	9,00	28,09	61,07	49,03	63,30	61,27	64,92	59,40	78,35	61,06
m%	67,8	13,79	2,49	10,15	2,36	8,07	1,16	8,67	0,91	7,38

P em  $\text{mg dm}^{-3}$ ; K, Ca, Mg, Al, H+Al, CTC em  $\text{cmolc dm}^{-3}$ ; pH em  $\text{H}_2\text{O}$ .

Em seguida, realizou-se a semeadura, com três sementes por vaso. As plantas emergiram quatro

dias após a semeadura e após sete dias foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso.

Após 10 dias da emergência das plantas, procedeu-se a adubação com macro e micro nutrientes na forma líquida, calculadas com base nos resultados da análise química do solo apresentada anteriormente na Tabela 2. As quantidades estão apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4.** Nutrientes e suas respectivas doses e fontes aplicadas para adubação do feijão-caupi, em Latossolo Amarelo distrófico com calcário calcítico ( $\text{CaCO}_3$ ) e dolomítico ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ).

Nutrientes	Doses ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )	Símbolo	Fonte
N	29	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Uréia
P	178	$\text{Na}_2\text{HPO}_4$	Fosfato de sódio
K	51	KCl	Cloreto de potássio
S	59	$\text{SO}_4\text{Na}$	Sulfato de sódio
B	1,5	$\text{H}_3\text{BO}_3$	Ácido bórico
Mn	3,2	$\text{SO}_4\text{Mn}$	Sulfato de Manganês
Zn	12	$\text{SO}_4\text{Zn}$	Sulfato de zinco

Fonte: Viégas (2022).

Foram aplicados 20 ml para cada unidade experimental (Figura 3). O nitrogênio por ser muito móvel no solo, a aplicação da uréia foi parcelada em duas vezes, com 10 ml cada aplicação em um intervalo de 10 dias. As demais adubações foram efetuadas com uma única aplicação.

**Figura 3.** Aplicação da solução nutritiva para adubação do solo



Fonte: Autores (2022).

#### 4.3.1 Tratos culturais e fitossanitários

Realizou-se o controle biológico com aplicação de bioinseticida com *Bacillus thuringiensis*. A proporção adotada foi de 32 g/L. Durante o experimento a aplicação foi realizada a cada 10 dias. Não foi realizado nenhum controle com inseticida químico, pois poderia influenciar na nutrição das plantas, uma vez que o experimento trabalhou a fertilidade do solo e a nutrição de plantas, logo, qualquer controle utilizando produto químico poderia ocasionar desordem na composição da solução nutritiva.

Os tratos culturais e manejos fitossanitários realizados no decorrer do experimento, foram monda e capina para controlar a incidência de plantas daninhas dentro dos vasos e da casa de vegetação. Além disso, foi realizado o tutoramento para conduzir o crescimento das plantas.

#### 4.4 VARIÁVEIS AVALIADAS

As coletas dos dados de crescimento vegetativo foram realizadas ao final do experimento, 70 dias após a semeadura. As variáveis e os procedimentos de coletas são destacados a seguir: Altura da planta (ALT), Foi medida desde o solo até a interseção da última folha da planta.

Para isso utilizou-se uma trena e a medida foi em centímetros (cm); Diâmetro do coleto (DC), O diâmetro do coleto foi obtido com o auxílio de um paquímetro digital colocado 5 cm acima da base do caule, sendo medido em milímetros (mm); Número de folhas (NF), Foram contadas manualmente todas as folhas existentes nas plantas e expressas em unidades (un); Área foliar (AF), A área foliar foi medida pelo método não destrutivo utilizando uma trena. Foram selecionadas 3 folhas mais desenvolvidas de cada unidade experimental para calcular o produto da largura pelo comprimento de cada folíolo para determinar a área folicular ( $\text{cm}^2$ ). Posteriormente, foi utilizado a Equação 3, conforme Lima *et al.* (2008) e Figueiredo, Santos e Garcia (2012) para obter a AF medida em  $\text{cm}^2$  unidade ( $\text{planta}^{-1}$ ); Comprimento da raiz (CR); Seguindo a metodologia proposta por Schmitt (2022), as raízes foram coletadas cuidadosamente do solo e posteriormente foram lavadas, com atenção para que fosse evitado o máximo de perdas. Em seguida, utilizando papel guardanapo, foi retirado o excesso de água nas raízes. O CR foi medido desde o hipócotilo até a radícula do sistema radicular. Para isso, foi utilizado uma trena métrica.

Variáveis de produção: o caupi iniciou a fase de produção 55 dias após a semeadura e foi colhido aos 75 dias. Para a obtenção dos dados de massa seca das partes das plantas, descritos abaixo, foram utilizados sacos de papel crepom para coleta dos materiais vegetais, os quais foram coletados separadamente pelo método destrutivo e, posteriormente, foram conduzidos até o laboratório de genética e biotecnologia (LAGEB) da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema-PA. As medições de massa seca foram realizadas segundo a metodologia de Fernandes, Fonseca e Braz (2013). Número de vagens, Foram coletadas e quantificadas individualmente todas as vagens maduras por plantas, em unidades  $\text{planta}^{-1}$ . Massa seca das folhas (MSF): Após a coleta, as folhas foram colocadas em estufa de circulação forçada a  $64^\circ\text{C}$  e em seguida pesadas em uma balança de precisão.

As folhas eram pesadas em um intervalo de 4 dias até que atingissem o peso constante. A unidade adotada foi em  $\text{g plantas}^{-1}$ . Massa seca das vagens (MSV): As vagens foram colocadas em estufa de circulação forçada a  $64^\circ\text{C}$  e pesadas a cada 4 dias até que atingissem o peso constante em g

plantas<sup>-1</sup>. massa seca do coleto (MSC): Uma vez coletados, os coletos foram acondicionados em estufa de circulação forçada a 64°C e pesadas a cada 4 dias até que alcançassem o peso constante em g plantas<sup>-1</sup>. Massa seca da raiz (MSR): A raízes foram acondicionadas em estufa com circulação forçada a 64°C e pesadas a cada 4 dias até que alcançassem o peso constante em g plantas<sup>-1</sup>. Massa seca da parte aérea (MSPA) A massa seca da parte aérea, foi obtida pelo somatório dos valores de MSF, MSV e MSC, expressa em (g plantas<sup>-1</sup>). Massa seca total (MST) A massa seca total foi obtida pela soma dos valores de MSF, MSV, MSC e MSR expressa em (g plantas<sup>-1</sup>).

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e teste F, quando significativo foi realizada a análise de regressão. Para a organização dos dados e elaboração de tabelas foi utilizado o Software Excel 2019. As análises e os gráficos foram realizados com auxílio dos softwares AgroEstat 1.1.0.712 e o SigmaPlot 11.0, respectivamente.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS

Conforme os resultados obtidos na análise de variância, constatou-se que houve diferença significativa na variável área foliar (AF) para níveis de saturação por bases (V%) ao nível de 5% de significância (Tabela 5).

A calagem influenciou positivamente no desenvolvimento da área foliar (AF) do caupi em função dos níveis de saturação por bases (V%), independentemente da fonte de calcário aplicada. A área foliar seguiu uma curva de tendência quadrática ( $P < 0,05$ ), a qual se ajustou à equação com  $R^2 > 0,8$  (Figura 5)

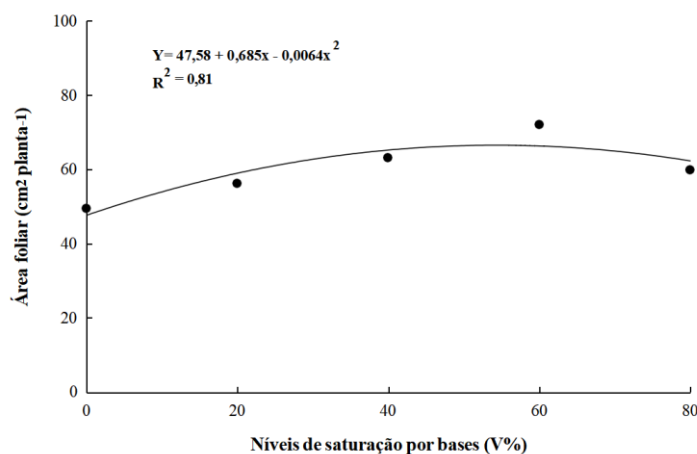
**Tabela 5.** Resumo da análise de variância para altura da planta (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento da raiz (CR) em função dos níveis de saturação por bases e das fontes de calcário (CaCO<sub>3</sub> e CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) na cultura do caupi.

Fonte de variação	Valores de F				
	ALT	DC	NF	AF	CR
	----- cm-----		unidade planta <sup>-1</sup>	cm <sup>2</sup> plantas <sup>-1</sup>	cm
Fontes de calcário (FC)	1,72 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	3,30 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Níveis de saturação por bases (V%)	0,45 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>	5,92*	0,55 <sup>ns</sup>
Interação FC x V%	1,87 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	2,48 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>
CV (%)	23,39	12,31	22,91	17,67	24,23

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo.



**Figura 5.** Área foliar (AF) do caupi, cultivar BR3-Tracueteua, em função dos níveis de saturação por bases (V%).



A partir da equação de ajuste foi possível estimar que a saturação por bases a 53,52% promoveu máximo crescimento de área foliar, alcançando 65,91 cm<sup>2</sup>. Houve um incremento de 33,58% na área foliar em relação ao tratamento testemunha (49,34 cm<sup>2</sup>). Santos (2010) afirma que o aumento da área foliar pode ser influenciado em função do incremento de nutrientes no solo a partir da correção do solo pela aplicação de calcário. O calcário, constituído por carbonatos de cálcio e magnésio, quando aplicado ao solo se dissocia em íons de Ca<sup>2+</sup> Mg<sup>2+</sup> e CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (carbonato), fornecendo assim cálcio e magnésio (Prezotti; Guarçoni, 2013) e melhorando a absorção de nutrientes pela planta (Holland *et al.* 2018).

## 5.2 VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO

A Tabela 6 apresenta os resultados da análise de variância para as variáveis de massa seca. Verificou-se interação entre as fontes de calcário e níveis de saturação por base para as variáveis massa seca das vagens (MSV) e massa seca das raízes (MSR). As variáveis massa seca da folha (MSF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MST) apresentaram diferenças significativa apenas para níveis de saturação por base (V%). Todas as variáveis de massa seca foram analisadas a 5% de significância.

**Tabela 6.** Resumo da análise de variância para número de vagens (NV), massa seca das folhas (MSF), massa seca das vagens (MSV), massa seca do coleto (MSC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) em função dos níveis de saturação por bases e das fontes de calcário (CaCO<sub>3</sub> e CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) na cultura do caupi.

Fonte de variação	Valores de F						
	NV	MSF	MSV	MSC	MSPA	MSR	MST
	unidade planta <sup>-1</sup>	g/planta <sup>-1</sup>					
		-----					



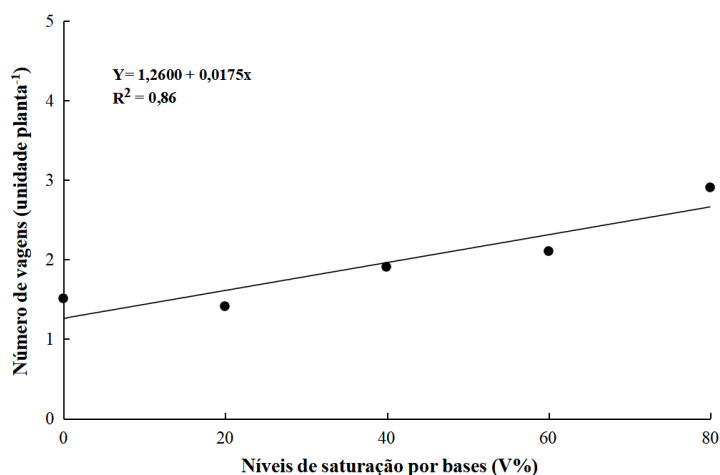
Fontes de calcário (FC)	2,37 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	1,83 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	4,18*	0,01 <sup>ns</sup>
Saturação por bases (V%)	6,63*	4,25*	2,62 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	4,91*	2,96*	4,06*
Interação FC x V%	1,26 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	2,70*	1,29 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	3,13*	1,17 <sup>ns</sup>
CV (%)	37,49	22,24	34,88	31,44	20,86	39,85	20,43

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo.

O caupi produziu maior quantidade no número de vagens (NV) quando foi submetido a 80% de saturação por bases (2,9 unidades planta<sup>-1</sup>), isso significa 93,3% de acréscimo, ao comparar com o tratamento testemunha o qual proporcionou 1,5 unidade planta<sup>-1</sup>.

Embora seja classificada como uma planta com boa capacidade de resistência e tolerância a acidez do solo, as respostas do caupi em função da calagem apresentadas nesta pesquisa foram positivas e similares a resultados observados em trabalhos envolvendo outras culturas anuais como milho (Costa, C. 2015), crambe (Mera, 2019) feijoeiro (Souza *et al.* 2011) e soja (Sampaio, 2021).

**Figura 6.** Número de vagens (NV) do caupi, cultivar BR3-Tracuateua, em função dos níveis de saturação por bases (V%).



Portanto, pode-se destacar que o efeito da calagem no solo, elevou a saturação por bases, neutralizou o Al<sup>3+</sup>, reduziu a acidez do solo, aumentou o pH e as concentrações de cálcio e magnésio e como consequência possibilitou a absorção dos nutrientes na solução do solo e promoveu maiores desempenhos na produção de vagens da cultura em estudo (Figura 6).

Entretanto, vale salientar que o efeito significativo para o número de vagens pode estar relacionado, além disso, com a área foliar. Considerando que as folhas são fundamentais para realização da fotossíntese e as do feijão-caupi são do tipo simples e composta formadas por folíolos, Barbosa, Lima e Smiderle (2013) e Silva F. A. *et al.* (2019) constataram que a remoção de folíolos do caupi ocasionou uma diminuição na produção de número de vagens e explicam que isso se deve à

importância da folha como responsável para realizar a fotossíntese e produzir fotoassimilados para atender a planta.

## 6 CONCLUSÃO

- Portanto, considerando, as condições em que este trabalho foi realizado, constatou-se que o feijão-caupi respondeu positivamente à calagem com calcário calcítico e dolomítico.
- O calcário calcítico alterou os atributos químicos no solo.
- Recomenda-se adotar saturação por bases variando entre 60 e 80% para obter melhores desempenhos da cultura. Não houve diferença entre as fontes de calcário para as variáveis avaliadas do caupi, exceto para massa seca da raiz.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. L. G. de. Resposta de cultivares de feijão-caupi a calagem. Orientador: Dr. Leandro Borges Lemos. 2013. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, 2013.
- ALMEIDA, A.P.B. et al. Classificação do calcário de microrregiões do estado do Rio Grande do Norte. 4º Simpósio Nordeste de Química. Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: 25/11/2024.
- ALMEIDA, C. A. K. Comportamento do hidrociclone filtrante frente às modificações no diâmetro de underflow e no tubo de vortex finder. Orientador: Dr. Marcos Antônio de Souza Barrozo. 104 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2008.
- ALMEIDA, C. C. et al. Mineralogical, chemical and electrochemical attributes of soils. ALMEIDA, M. L. et al. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. *Ciência Rural*, v. 33, n. 2, p. 189-194, 2003.
- ALVES, G. D. B. Trocas gasosas, crescimento e produtividade de feijoeiro comum com aplicação foliar de magnésio. Orientador: Dr. Cleiton Mateus Sousa. 2022. 40 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Ceres, GO, 2022.
- A. F.; (Ed 8). Centro De Tecnologia Mineral-Ministério de Ciência e Tecnologia, p. 363- 389, 2008.<<http://www.abq.org.br/sinequi/2018/trabalhos/100/520-25940.html>>. Acesso em 12/04/2023. <<http://www.abq.org.br/sinequi/2018/trabalhos/100/520-25940.html>>. Acesso em 12/04/2023. Acesso em: 10/04/2023.
- ANDRADE, Fábila Geórgia Santos de. Relação entre grupos de árvores de dossel com liteira de alta e baixa qualidade e a ciclagem de nutrientes em terra firme na Amazônia Central. Dissertação (Mestrado em Biologia). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, 2011.
- ARAÚJO, D. M F. et al. Acidez potencial de solos do Estado do Amapá estimada pelo método potenciométrico SMP. *Acta Iguazu*, v. 3, n. 3, p. 57-65, 2014.
- BENEDETTI, U. G. et al. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleustocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 2, p. 299-312, 2011
- BEZERRA, A. A.C. et al. Morfofisiologia e produção de feijão-caupi, cultivar BRS Novaera, em função da densidade de plantas. *Revista Caatinga*, v. 27, n. 4, p. 135-141, 2014.
- BARBOSA, H.D; LIMA, H. E.; SMIDERLE, O. J. Efeito da remoção de folíolos em diferentes estádios fenológicos do feijão-caupi em Roraima. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO- CAUPI, 3., 2013, Recife. Anais [...] Recife: IPA, 2013.
- CAMARGOS, M. E. Aplicação do conceito Indústria 4.0 no beneficiamento de calcário. Orientadora: Ma. Ludmilla Reis Pinheiro dos Santos. 2021.43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência da Computação). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

CAMPOS, M. C.C. et al. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. *Revista Agroambiente*, v. 6, n. 2, p. 102-109, 2012.

CARDOSO, M. J.; MELO, F. B.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. Densidade de plantas de caupi em regime irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, n. 4, p. 399-405, 1997.

CARVALHO, J. M.A. et al. Distritos mineiros do Estado do Pará. CPRM, 2004.

CHAVES, L. S. S. Impactos Ambientais gerados por mineração no município de Capanema- PA. In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2013. Salvador. Ibeas, 2013.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos. CONAB, v. 10, n. 6. Safra 2022/2023: 6º levantamento, p. 41-52, 2023.

CRUZ, G.S. et al. Dose ótima econômica de nitrogênio e folha diagnóstica para avaliação do estado nutricional do feijão-caupi. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 21, n. 1, p. 1-7, 2021.

CULTIVAR WEB. Registro Nacional de Cultivares, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cultivares registradas. Disponível em: <https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/index.phpb>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

COSTA, C. H. M. Calagem superficial e aplicação de gesso em sistema plantio direto de longa duração: efeitos no solo e na sucessão milho/crambe/feijão-caupi. [s.1] Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Orientador: Dr. Carlos Alexandre Costa Crusciol. 2015. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, SP, 2015.

I. de J. M.; (Ed.). Embrapa Amazônia Oriental-Livro técnico, p. 297-299, 2020.

FERNANDES, A. R.; FONSECA, M. R.; BRAZ, A. M. S. Produtividade de feijão-caupi em função da calagem e fósforo. *Revista Caatinga*, v. 26, n. 4, p. 54-62, 2013.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Embrapa Meio-Norte. 2011. 80 p.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Embrapa (Informação Tecnológica) p. 28-92, 2005.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. Embrapa Meio-Norte- Capítulo em livro científico (ALICE), 1988. 21 p.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). O caupi no Brasil. Embrapa, p. 26-46, 1988.

FREIRE FILHO, F. R. et al. BRS Milênio e BRS Urubuquara: cultivares de feijão-caupi para a região Bragantina do Pará. *Revista Ceres*, v. 56, n. 6, p. 749-752, 2009.

FREIRE FILHO, F. R. et al. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Embrapa Informação Tecnológica, p. 28-92, 2005.

FREIRE FILHO, F.R. et al. Características botânicas e agronômicas de cultivares de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Embrapa Meio-Norte-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 1981. p. 43.

FREIRE FILHO, F.R. et al. Cultivar de feijão-caupi: BR3-Tracueteua purificada para o Estado do Pará. Embrapa (Comunicado Técnico N 135), p. 1-4, 2005.

GAMA, J.R.N.F. et al. Solos do Estado do Pará. In: BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIÉGAS, GONÇALVES, J.R.P. et al. Granulometria e doses de calcário em diferentes sistemas de manejo. Acta Scientiarum Agronomy, v. 33, n. 2, p. 369-375, 2011.

GUPTA, R.K. et al. Study on Genetic Variability in Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. Current Journal of Applied Science and Technology, v. 33, n. 2, p. 1-8, 2019.

HOLZSCHUH, M. J. Eficiência do calcário calcítico e dolomítico na correção da acidez de solo sob plantio direto. [s.l] Orientador: João Kaminski. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil, 2007.

HOLLAND, J. E. et al. Liming impacts on soils, crops and biodiversity in the UK: A review. Science of the Total Environment, v. 610, p. 316-332, 2018.

IBGE, (2021). IBGE prevê safra recorde de grãos em 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-11/ibge-preve-safra-recorde-de-graos> em-2022. Acessado em: 20/07/2022.

LOBATO, E.; SOUSA, D. M. G. Cerrado: correção do solo e adubação. Embrapa Informação Tecnológica. Embrapa Cerrados, 2004.

LOPES, A. S. Acidez do Solo e Calagem. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1991. 22 p.

MAUÉS, T. São Geraldo do Araguaia. REDEPARÁ. 2017. Disponível em: <<https://redepara.com.br/Noticia/159216/sao-geraldo-do-araguaia-tera-industria-de-beneficiamento-de-calcario>>. Acesso em: 03 de agosto de 2022.

MERA, W. Y. W. L. Crescimento e nutrição mineral em plantas de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) em função da calagem. Orientador: Ismael de Jesus Matos Viégas. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia. Capanema, PA, 2019.

NAHASS, S.; SEVERINO, J. Calcário agrícola no Brasil. CETEM/MCT, 2003. 79 p.

NASCIMENTO, J. T. do. Avaliação de crescimento e nutrição mineral de Feijão-caupi BRS-imponente (*Vigna unguiculata* L. Walp) submetido à calagem em latossolo amarelo textura média. [s.l] Orientador: Dioclêa Almeida Seabra Silva. 2018. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema, 2018.

NATALE, W. et al. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 6, p. 1475-1485, 2007.

NEVES, A. C. et al. Cultivo do Feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar. Circular Técnica 51, - 2011. p. 15.

NOLLA, A. Critérios para a calagem no sistema plantio direto. 2003.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 6, n. 1, p. 97-111, 2004.

OLIVEIRA, F. M. S. Silicato na correção da acidez e disponibilização de cálcio e magnésio no solo. Dra. Dalcimar Regina Batista Wangen. 2022. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrícola). INSTITUTO FEDERAL GOIANO, URUTAÍ, GO, 2022.

PANTOJA, J.C.M. et al. Análise multivariada na avaliação dos atributos do solo em áreas de diferentes usos na região de Humaitá, AM. *Revista Ambiente & Água*, v. 14, n. 5, p. 23-42, 2019.

RAIJ, B. V. Avaliação da fertilidade do solo. 2 Ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato: Instituto Internacional da Potassa. 1983. 142 p.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. Editora Agronômica Ceres, 1991.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

RESENDE, M. Pedologia: base para distinção de ambientes. Neput, 1995.

RESUENHO, E. S. A dinâmica do processo de produção do cimento no Nordeste Paraense. Orientadora: Msc. Salma Saráty de Carvalho. 32 f. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração). Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, PA, 2017.

RIBEIRO, M. J.; PELOSO, M. I. D. Informação Técnicas para o cultivo do feijoeiro comum nas regiões Norte/Nordeste Brasileira 2006-2008. Embrapa, p.22, 2009.

RIBEIRO, W. O. Cidade de porte médio de responsabilidade territorial: particularidades de Capanema no nordeste do Pará. *Revista GeoAmazônia*, v. 5, n. 10, p. 110-137, 2018.

RODRIGHERO, M. B. Calagem superficial com calcário calcítico e dolomítico de diferentes granulometrias em sistema plantio direto. [S.1] Orientador: Dr. Eduardo Fávero Caires. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. 2012.

RODRIGUES, J.E.L.F. et al. Avaliação da produtividade de cultivares de feijão-caupi para cultivo no estado do Pará. Embrapa (Boletim de pesquisa e desenvolvimento n 134), 2020. 24 p.

SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. Calcário e dolomito. In: LUZ, A. B. da L.; LINS, F. SANTOS, M.M. et al. Comportamento de duas cultivares de feijão-caupi quanto ao uso de correção da acidez do solo. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 8, p. 80586-80595, 2021, *Scientia Agricola*, v. 78, n. 6, p. 1-11, 2021.

SOUZA, H.A.et al. Calagem e adubação boratada na produção de feijoeiro. Revista Ciência Agronômica, v. 42, n. 2, p. 249-257, 2011.

SEDAP, Secretária de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e Pesca. Panorama agrícola do Pará, 2015/2019. Feijão. PARÁ: SEDAP, p. 1-12, 2019.

SILVA, F.M. et al. Desempenho de feijão-caupi influenciado por populações e espaçamentos distintos no sudeste do Pará. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 2,p. 110-117, 2020.

SILVA, M. V. P. Desempenho agronômico do feijão-caupi sob diferentes populações de plantas com e sem e deficiência hídrica, em sistema convencional e plantio direto. [s.1]. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia), 73f. Universidade Federal Rural do Piauí, Teresina, 2017.