Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

INFLUÊNCIA DA CALAGEM E DIFERENTES ADUBOS ORGÂNICOS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DO FEIJÃO-CAUPI

INFLUENCE OF LIMING AND DIFFERENT ORGANIC FERTILIZERS ON THE INITIAL DEVELOPMENT OF COWPEA BEANS

Maria da Conceição Pinheiro da SILVA
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
ceisa.pinheiro22@gmail.com

Jose Maria Gomes NEVES
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
joseneves@ifnmg.edu.br

José Francisco de CARVALHO
Instituto Federal do Piauí
zezito.carvalho@ifpi.edu.br

Carlos Pedro de Menezes COSTA
Instituto Federal do Piauí, Campus Oeiras
cpedromz@gmail.com

Sebastião Pereira do NASCIMENTO
Instituto Federal do Piauí, Campus Oeiras
sebastnasc@gmail.com

Ednilton Moreira GAMA
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Campus Almenara
edmoreira@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.46636/recital.v5i2.316

Resumo

O feijão-caupi é uma das culturas mais produzidas no Brasil, tendo relevada importância nos aspectos nutricionais, socioeconômicos e ambientais. Solos classificados como Latossolos Amarelos Distróficos são caracterizados como solos ácidos de baixo teor nutricional, necessitando de correções para produção de vegetais. Assim, esta pesquisa objetivou avaliar a influência da calagem e diferentes resíduos orgânicos no desenvolvimento inicial do feijão-caupi cv. BR 17 Gurguéia cultivado em Latossolo Amarelo Distrófico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com espaçamentos de quatro repetições. O esquema fatorial foi de 2 x 7 referente a dois níveis de saturação por bases (17% valor disponível no solo e 70%) e sete substratos orgânicos formulados nas seguintes proporções: T_1 - solo sem adubação como controle negativo; T_2 - solo com adubação mineral como controle positivo; T_3 - solo + esterco caprino (2 : 1); T_4 - solo + esterco ovino (2 : 1); T_5 - solo + palha de carnaúba (2 : 1); T_6 - solo + esterco caprino + palha da carnaúba (2 : 1 : 1); T_7 - solo + esterco ovino + palha de carnaúba na mistura da proporção (2 : 1 : 1) respectivamente. Pode-se concluir que a incorporação do esterco caprino ou ovino + palha de carnaúba ao solo foram eficientes para o desenvolvimento inicial do feijão-caupi cv. BR 17 Gurguéia. As plântulas de feijão-caupi referentes ao tratamento não correto da calagem e sem o uso de estercos apresentaram sintomas de nutricional por toxidez de ferro. A saturação por base a 70% favoreceu maior altura de planta e área foliar quando associado com os resíduos orgânicos, além de interferir nos teores de macro e micronutrientes.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* L. Palha de carnaúba. Análise foliar.

Abstract

Cowpea is one of the most produced crops in Brazil, with great importance in nutritional, socioeconomic and environmental aspects. Soils classified as Dystrophic Yellow Latosol are characterized as acidic soils of low nutritional value, requiring corrections for vegetable production. Thus, this research aimed to evaluate the influence of liming and different organic residues on the initial development of cowpea cv. BR 17 Gurguéia cultivated in Dystrophic Yellow Latosol. The experimental design used was a randomized block design with four replicate spacings. The factorial scheme was 2 x 7 referring to two levels of base saturation (17% available value in the soil and 70%) and seven organic substrates formulated in the following proportions: T_1 - soil without fertilization as a negative control; T_2 - soil with mineral fertilization as a positive control; T_3 - soil + goat manure (2 : 1); T_4 - soil + sheep manure (2 : 1); T_5 - soil + carnauba straw (2 : 1); T_6 - soil + goat manure + carnauba straw (2 : 1 : 1); T_7 - soil + sheep manure + carnauba straw in the proportion mixture (2 : 1 : 1) respectively. It can be concluded that the incorporation of goat or sheep manure + carnauba straw to the soil was efficient for the initial development of cowpea cv. BR 17 Gurguéia. Moreover , the cowpea seedlings in the treatment without liming correction and without the use of manure showed nutritional symptoms of iron toxicity. The base saturation at 70% favored greater plant height and leaf area when associated with organic residues, besides interfering in macro and micronutrient values.

Keywords: *Vigna unguiculata* L. Carnauba straw. Leaf analysis.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é tradicionalmente cultivado na região Norte e Nordeste e vem expandindo para outras regiões do Brasil, principalmente para o Centro-Oeste, em razão da sua ampla adaptabilidade às condições tropicais e ao baixo custo de produção (SILVA *et al*., 2015), é considerado um alimento de alto valor nutritivo, por apresentar elevado conteúdo proteico (GONÇALVES *et al*., 2020).

Apesar de ser uma cultura rústica, tolerante a altas temperaturas e à seca, desenvolve-se bem em áreas já exploradas. No entanto, nessas condições edafoclimáticas adversas de cultivos, apresenta baixa produtividade, com cerca de 300 a 400 kg ha^{-1} de grãos (MONTEIRO *et al*., 2017).

O Latossolo Amarelo é o solo de maior ocorrência no Estado do Piauí, representa aproximadamente 50% da área total, caracterizado por ser um solo extremamente intemperizado, ácido e com baixa disponibilidade de nutrientes (MMA, 2005).

Portanto, há necessidade de correção e fertilização de modo adequado para viabilizar o cultivo do feijão-caupi em solos classificados como Latossolo Amarelo distrófico. Contudo, a utilização de fertilizantes minerais é de custo elevado e de difícil acesso aos pequenos produtores rurais da região do Vale do Canindé. Nesse contexto, o uso de esterco animal é viável, além de ser o principal adubo orgânico utilizado para a melhoria da fertilidade dos solos do semiárido nordestino (MENEZES; SILVA, 2008).

Dentro desse contexto, na atualidade, a Região do Vale do Canindé, no Estado do Piauí, são gerados grandes volumes de resíduos da produção animal (esterco de caprino e ovino) e vegetal (palha de carnaúba utilizada na extração de pó e cera de carnaúba). Por isso, é de fundamental importância a geração de novas tecnologias para o aproveitamento dos nutrientes presentes nesses resíduos para que sejam reciclados para o uso na produção de feijão-caupi principalmente em solos que apresentam baixa fertilidade natural e teores de matéria orgânica.

Visando diminuir essa dependência e corrigir o manejo inadequado das práticas de adubação e calagem, assim como orientar outras práticas necessárias para o aumento da produtividade (ROZANE; NATALE, 2014), como também a possibilidade na região, os quais constituem opção interessante, quando bem utilizados (HEID *et al.*, 2019). Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência da calagem e dos resíduos orgânicos no desenvolvimento inicial do feijão caupi cv. BR 17 - Gurguéia cultivado em Latossolo Amarelo Distrófico.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é originário da África, sendo cultivado principalmente na Índia, Oeste da África e algumas áreas da América (MENDONÇA *et al.*, 2015). De acordo com Steele e Mehra (1980), a região Oeste da África, especificamente a Nigéria é provavelmente o centro de origem primária de evolução, entretanto outros países como Etiópia e Paquistão são sugeridos na literatura (MOURA, 2007).

A cultura é uma planta dicotiledônea, pertencente à ordem Fabales, família Fabaceae, gênero *Vigna* e subespécie *unguiculata* (BARBOSA; SOUSA, 2016). No Brasil, possui outras denominações populares como feijão-de-corda, feijão-macassar e feijão-fradinho (grãos brancos) (TEIXEIRA *et al.*, 2010).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

1.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA CULTIVAR BR 17- GURGUÉIA

Dentre as cultivares de feijão-caupi, destaca-se a cv. BR 17 Gurguéia, que corresponde à linhagem TE 86- 75-37E.1, obtida do cruzamento entre as cultivares BR 10 - Piauí e CE-315 (TVu 2331) (FREIRE FILHO *et al.,* 1998).

Contudo, a cultivar BR 17 Gurguéia caracteriza-se por apresentar: hábito de crescimento indeterminado, porte enramador, folha do tipo globosa, floração inicial aos 43 dias, floração média aos 53 dias, ciclo médio de 75 dias (para cultivo em sequeiro), flor de cor roxa; vagem de cor imatura verde, vagem seca de cor amarela, comprimento médio de vagem de 17 cm, em média 15 sementes por vagem, e massa média de 100 sementes de 12,5 g, semente de cor esverdeada, classe mulata, subclasse sempre-verde apresentando formato reniforme, estando dentro dos padrões aceitáveis pelos consumidores piauienses (FREIRE FILHO *et al.,* 1998).

O espaçamento entre fileiras pode ser de 0,8 a 1,0 m e a densidade de oito a dez plantas por metro linear, recomendada para o cultivo no Estado do Piauí, nas microrregiões de Teresina, Médio Parnaíba Piauiense e Bertolínea, em cultivo de sequeiro, e Baixo Parnaíba Piauiense e Alto Médio Gurguéia em cultivo irrigado (FREIRE FILHO *et al.,* 1998).

1.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

O feijão-caupi é cultivado basicamente em regime de subsistência, nas regiões Norte e Nordeste, principalmente por sua adaptação às condições edafoclimáticas, onde desempenha papel importante na alimentação; na forma de vagens e sementes verdes e secas, que são utilizadas no preparo de diversos alimentos, e as folhas secas servem de suplemento nutritivo para os animais (MEKONNEN *et al*., 2022).

No Brasil, a produção de feijão-caupi ocorre em três safras, que se sucedem ao longo do ano, de acordo com o calendário de plantio e colheita. Assim, tem-se o feijão de primeira safra semeado entre agosto a dezembro, o de segunda safra entre janeiro a abril e o de terceira safra, de maio a julho (CONAB, 2021). Na região Nordeste, a produção, tradicionalmente, concentra-se nas áreas semiáridas, onde outras culturas leguminosas anuais, em razão da irregularidade pluviométrica e das altas temperaturas, não se desenvolvem satisfatoriamente (FREIRE FILHO *et al.*, 2011).

1.3 CALAGEM

A acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produtividade das culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil (TEXEIRA, 2020). Para a correção da acidez e a reposição de elementos como cálcio e magnésio necessários para aumentar a produtividade de solos ácidos, utiliza-se a adição de materiais corretivos, principalmente por meio da calagem (SILVA, 2010).

Essa prática é uma das que mais contribui para o aumento da eficiência dos adubos e, consequentemente, da produtividade e da rentabilidade agropecuária (VELOSO *et al.*, 2013), em virtude de melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (FREIRIA *et al.*, 2008).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

Além disso, adequar o ambiente às necessidades das plantas pode ser realizado com a calagem, tendo seus efeitos já conhecidos (TEDESCO; BISSANI, 2004; SOUSA *et al.*, 2007), principalmente para culturas anuais (BENEDETTI *et al.*, 2009), já que o calcário é o material mais utilizado para se fazer calagem e sua necessidade deve ser entendida como a quantidade de corretivo a ser aplicada ao solo para neutralizar sua acidez, elevar o pH, bem como a saturação por bases até um nível desejado (RAIJ, 1991), critério esse que leva em consideração aspectos de solo, da cultura e do corretivo utilizado (SILVA, 2010).

Certamente, a correção da acidez, em profundidade, com a aplicação de calcário na superfície depende de vários fatores, tais como: dose do corretivo, granulometria, reatividade do calcário, frequência da calagem, tempo transcorrido após a calagem, poder tampão do solo e precipitação pluvial (MIRANDA *et al*., 2005; GUIMARÃES JUNIOR *et al*., 2013).

1.4 RESÍDUOS ORGÂNICOS

O rebanho de caprinos e ovinos no estado do Piauí em 2020 foi estimado em três milhões de animais, sendo que 1,9 milhões são de caprinos e 1,6 milhões de ovinos (MAGALHÃES *et al*., 2021), o que gera grandes quantidades de estercos por ano. Nesse sentido, o esterco caprino e ovino é um produto valioso e a sua utilização prevê a possibilidade de fertilização, adição de matéria orgânica e recuperação de solos degradados, constituindo uma importante alternativa de fonte de renda, um excelente adubo (AMORIM, 2002), pois a utilização de estercos orgânicos é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de N e P nos solos (HAN *et al*., 2016).

Todavia, a utilização e o manejo eficiente de estercos para a adubação de cultivos agrícolas requer o conhecimento da dinâmica de mineralização de nutrientes visando a otimizar a sincronização da disponibilidade de nutrientes no solo com a demanda pelas culturas evitando a imobilização ou a rápida mineralização de nutrientes durante os períodos de alta ou de baixa demanda, respectivamente (FIGUEIREDO *et al*., 2012).

Além disso, os benefícios no uso de estercos animais, segundo Holfman *et al*. (2001), promovem melhorias nas propriedades físicas do solo, fornecimento de nutrientes e aumento no teor de matéria orgânica, que, entre outros efeitos, promove o aumento do pH e da saturação por bases, assim como a complexação e a precipitação do alumínio da solução do solo (METZNER *et al*., 2015).

Existem várias vantagens no uso de adubos orgânicos, como a melhoria na estrutura do solo, ativação microbiológica, aumentos nos teores de matéria orgânica e na resistência das plantas ao ataque de insetos, pragas e doenças, retenção de cátions (Ca, Mg e K) e efeito de proteção da umidade do solo. Assim, a adoção de técnicas de cultivo que possibilitem melhorar o manejo da cultura do feijão, em sistema orgânico, em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas, pode ser de suma importância para o aumento da produtividade e qualidade de grãos. Isso, visto que alguns estudos têm evidenciado a viabilidade do uso de fertilizantes orgânicos em sistemas de produção orgânica e aumento de produtividade em feijão-caupi (PEREIRA *et al*., 2015).

Outro resíduo comumente utilizado pelos produtores da região do Canindé capazes de promover efeitos benéficos no solo é a palha triturada da carnaúba, retirada da carnaubeira (*Copernicia prunifera*), uma palmeira nativa do Nordeste do Brasil, e pode ser encontrado em todos os estados da região (DEMARTELAERE *et al*., 2021).

O pó cerífero é extraído das folhas que são trituradas, resultando em grande quantidade de resíduos vegetais, que podem ser utilizados como palhada para cobertura do solo (LINHARES *et al*., 2014).

Conforme o ranking dos 10 maiores municípios produtores de pó de carnaúba, cinco são do Piauiense. O Piauí destaca-se na produção com aproximadamente 10,9 mil toneladas que correspondem a 56,4% da produção nacional e valor de R$130 milhões reais (IBGE, 2019).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Aulas Práticas e Pesquisas (UAPP) e no Laboratório de Biologia do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Oeiras, localizada na região semiárida do Estado do Piauí (07º01'31''S e 42°07'52"W, altitude de 166 m), casa de vegetação coberta com tela de sombreamento de 50%, em recipiente de saco plástico de 3 dm^3 e com furos nas laterais.

O solo utilizado foi identificado como Latossolo Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013), coletado na camada de 30 a 70 cm de profundidade. As características químicas e granulométricas desse solo foram determinadas antes da instalação do experimento (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas e físicas do Latossolo Amarelo utilizado no cultivo do feijão-caupi

Características químicas do solo [1]

pH	Ca	Mg	Al	H + Al	t	T	P	K
$CaCl_2$	----------	----------	----------	$cmol_c\ dm^{-3}$ ----------	----------	----------	----$mg\ dm^{-3}$------	
4,2	0,3	0,1	0,7	2,48	1,22	3,0	1,7	47

Cu	Zn	Fe	Mn	B	V	m	M.O	Prem
----------	----------	----------	$mg\ dm^{-3}$ ----------	----------	-------%	--------	$dag\ kg^{-1}$	$mg\ L^{-1}$
0,0	0,2	29,0	4,3	16,5	17	57	1,65	49

Granulometria do solo [2]

Argila	Silte	Areia
----------	$dag\ kg^{-1}$ ----------	----------
08	17	75

[1] Determinações: pH com $CaCl_2$; solo : solução 1:2,5; Ca, Mg e Al, extrator KCl 1 mol L^{-1} (EMBRAPA, 1997); $Ca(OAc)_2$ 0,5 mol L^{-1} pH7 – H + Al; P, K, Cu, Zn, Fe, Mn, extrator Mehlich^{-1} (DEFELIPO; RIBEIRO, 1981); B, água quente (BERGER; TRUOG, 1939); V, índice de saturação por bases; m, índice de saturação por alumínio; M.O., matéria orgânica; Prem, P remanescente (ALVAREZ V. *et al*., 2000). [2] Ruiz (2005).

Fonte: Laboratório de Análise de Solos de Viçosa

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados e, em esquema fatorial, foi de 2 x 7 com quatro repetições, referente a dois níveis de saturação por bases (17% valor disponível no solo e 70%) e sete diferentes composição de substratos: T_1 - solo sem adubação como controle negativo; T_2 - solo com adubação mineral como controle positivo; T_3 - solo + esterco caprino na mistura da proporção 2 : 1; T_4 - solo + esterco ovino na mistura da proporção 2 : 1; T_5 - solo + palha de carnaúba na mistura da proporção 2 : 1; T_6 - solo + esterco caprino + palha da carnaúba na mistura da proporção (2 : 1 : 1); T_7 - solo + esterco ovino + palha de carnaúba na mistura da proporção (2 : 1 : 1) respectivamente. Foi adotado os espaçamentos entre blocos de 1 m e entre as parcelas (sacos plásticos) de 0,15 m.

A necessidade de calagem foi calculada pelo método de saturação por bases, para elevação a 70%, utilizando-se o calcário dolomítico com o poder relativo de neutralização total (PRNT) de 97%. O solo corrigido foi incubado em casa de vegetação, por 15 dias, com umidade equivalente a 80% da capacidade de campo.

Após o período de incubação e um dia antes da semeadura, no tratamento (T_2) foi feita a correção da deficiência de potássio (K) no solo na forma de cloreto de potássio (KCl), e de fósforo (P) na forma de superfosfato simples. O nitrogênio (N) na forma de uréia e sulfato de amônio, e os micronutrientes foram parcelados em quatro aplicações: 10, 17, 24 e 31 dias após a emergência (DAE). As doses de nutrientes foram aplicadas conforme Novais *et al.* (1991). Os estercos utilizados como fonte de adubação orgânica foram coletados em um aprisco localizado na zona rural do município de Oeiras, há 43 km do local da implantação do experimento, foram postos para curtir por um período de 30 dias. Já a palha de carnaúba foi recolhida nos palheiros destinados à extração de pó e cera de carnaúba, localizada na zona rural do Município de Santa Rosa do Piauí - PI. Após a coleta dos materiais orgânicos foram enviadas amostras para o Laboratório de Análises de Solos de Viçosa - MG para confecção da análise química (Tabela 2).

Tabela 2 - Características químicas da palha da carnaúba e do esterco ovino e caprino utilizado no cultivo do feijão-caupi cv. BR 17 - Gurguéia

	Identificação da Amostra							
Tipo de substrato	N	P	K	Ca	Mg	S	CO	C/N
	.....%.....						(%)	
Carnaúba	2,50	0,20	1,40	0,36	0,26	0,38	37,28	14,91
Esterco Ovino	1,40	0,17	1,40	0,88	0,41	0,24	16,6	11,9
Esterco Caprino	1,60	0,17	1,70	0,82	0,39	0,22	16,8	10,5
	Zn	Fe	Mn	Cu	B	pH	Na	
	.....ppm.....					(H_2O)	(%)	
Carnaúba	23	271	49	17	23,3	5,6	0,006	
Esterco Ovino	78	4598	253	9	28,1	7,7	0,075	
Esterco Caprino	76	4290	251	10	29,4	7,8	0,096	

Teores Totais - determinados no extrato ácido (ácido nítrico com ácido perclórico); N - Método do Kjeldahl e CO - Método Walkley – Black

Fonte: Laboratório de Análise de Solos de Viçosa

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

As sementes utilizadas foram do feijão-caupi, cv. BR 17 Gurguéia, que foram semeadas manualmente, sendo que em cada unidade experimental foram colocadas 12 sementes na profundidade de 2 cm. Cinco dias após a emergência foi realizado um desbaste, deixando-se as três plantas mais vigorosas por unidade experimental.

Aos 15, 25, 30 e 35 dias após a emergência (DAE), foram realizadas as seguintes avaliações: medidas da altura das plantas (AP), utilizando régua graduada em milímetro; diâmetro do caule (DC) foi tomado na base inferior do caule, utilizando um paquímetro; contagem do número de folha (NF) e área foliar (AF) com base no comprimento (C) x largura (L), sendo estimada pela fórmula $\hat{Y}i = \Sigma\ (0{,}9915(CxL)^{0{,}9134}$ (LIMA *et al*., 2008). Para essas avaliações, foi escolhida uma planta representativa por unidade experimental, utilizando como critério de seleção aquela que apresentou desenvolvimento intermediário entre as demais.

O experimento foi conduzido até os 35 DAE, período que corresponde ao estádio fenológico V5 que caracteriza o 8º nó do ramo principal com folíolos completamente abertos (MENDONÇA *et al*., 2015). Após esse período, as plantas foram cortadas rente ao solo, sendo a parte aérea acondicionadas em saco de papel. Em seguida, o material foi secado em estufa de ventilação forçada ajustada à temperatura de 65ºC durante 72 h. Em seguida, procedeu-se à pesagem em balança de precisão de 0,0001 g obtendo-se a massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) (folha + caule).

Após essa etapa, as folhas foram moídas em moinho tipo Willey, passando-se a amostra em peneira com malha de 20 mesh (1,27 mm). O material vegetal triturado foi pesado e submetido à digestão e quantificação dos teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, de acordo com Malavolta *et al*. (1997).

Para determinação da matéria seca da raiz (MSR), os recipientes de sacos plásticos foram desmontados procedendo-se à separação e coleta das raízes. Após a separação das raízes do solo, elas foram lavadas com jato de torneira em peneiras com malha de 2 mm, para as quais, para determinação da matéria seca e comprimento de raiz (CR), seguiu-se o mesmo procedimento como descrito para a massa seca da parte aérea. Por fim, foi determinada a massa da matéria seca total (MST) de plantas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Scott knott 5%. Os valores para diferença mínima significativa (DMS) foram representados no gráfico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na variável atura de planta (AP), aos 15 DAE, não foi verificada nenhuma diferença estatística (Figura 1 A e B). Já aos 25 DAE, as plantas que foram conduzidas na saturação por bases a 70% apresentaram maior altura (18,2 cm) utilizando a adubação orgânica composta por esterco caprino + palha de carnaúba (T_6) (Figura 1 B).

Na fase V3 aos 30 DAE, os tratamentos T_6 e T_7 sem a correção da calagem foram os que apresentaram maiores valores médios de alturas (Figura 1 A). O uso de estercos de animais favoreceu a infiltração e a absorção da água e o aumento da capacidade de troca de cátions dos solos, estimulando no crescimento das plantas maior altura de plantas na saturação por bases a 17% (Figura 1A) (HOFFMANN *et al*., 2001 e MTZNER *et al*., 2015).

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

A incorporação da palha de carnaúba com os estercos (caprino ou ovino) foram benéficos na melhoria das características fitotecnias avaliadas durante o desenvolvimento inicial do feijão-caupi. Resultados semelhantes foram obtidos na cultura da alface (PEIXOTO FILHO *et al*., 2013).

Provavelmente a capacidade da palha de carnaúba em promover condições físicas favoráveis ao solo, como a melhoria da estrutura do solo, retenção de umidade, consequentemente resulta em condições biológicas adequadas para o desenvolvimento das culturas. Na última avaliação, aos 35 DAE, os tratamentos T6 e T7 foram eficientes para promover maior altura de plantas na saturação por bases a 17%.

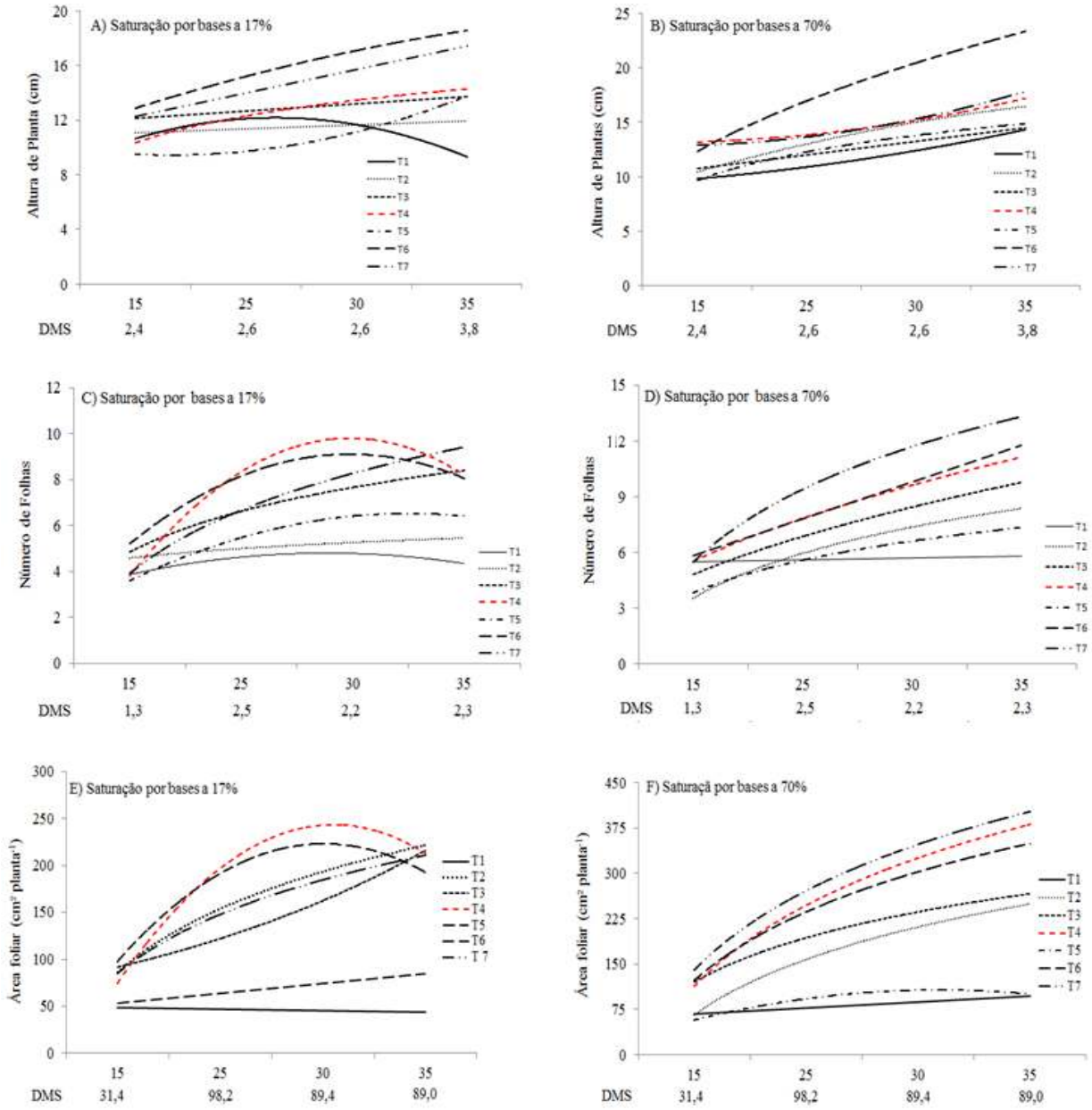
Na variável número de folhas (NF), observou-se que ocorreu diferenças estatísticas aos 35 DAE, os tratamentos T_4, T_6 e T_7 foram superiores na saturação por base 70% favorecendo o maior número de folhas por planta, com valores de 10,0; 11,2 e 13,0 respectivamente (Figura 1 C e D).

A área foliar (AF) das plantas de feijão-caupi variou de 67,5 cm^2 $planta^{-1}$, no tratamento T_1 a 274.2 cm^2 $planta^{-1}$, quando foram adubadas com esterco ovino + palha de carnaúba (T_7). Dessa forma, constatou-se que houve um incremento de 75,4% na área foliar quando comparado com a testemunha.

Aos 25 e 35 DAE, os tratamentos T_1 e T_5 apresentaram menor área foliar independentemente do nível de saturação por bases (Figura 1 E e F). Esse fato pode ser explicado devido ao T_1 apresentar características de baixa fertilidade, e o T_5 (solo + carnaúba) quando aplicado isoladamente tem um efeito apenas condicionante no solo.

Figura 1 - A e B - Altura de planta (AP); C e D **-** Número de folhas (NF); E e F **-** Área Foliar (AF) do feijão-caupi cv. BR 17 Gurgueia cultivado na saturação por bases 17% e 70% sob diferentes resíduos orgânicos: T_1 - solo sem adubação como controle negativo; T_2 - solo com adubação mineral como controle positivo; T_3 - solo + esterco caprino na mistura da proporção 2:1; T_4 - solo + esterco ovino na mistura da proporção 2:1; T_5 - solo + palha de carnaúba na mistura da proporção 2:1; T_6 - solo + esterco prino + palha da carnaúba na mistura da proporção (2:1:1); T7 - solo + esterco ovino + palha de carnaúba na mistura da proporção (2:1:1), respectivamente.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital



Fonte: Autoria Própria

Na variável massa seca total (MST), observou-se que a saturação por bases a 17%, os tratamentos T_1 e T_5 foram inferiores, com valores de 0,5 g, enquanto os valores ao nível de saturação por bases 70%, o T_2, T_6 e T_7 foram superiores com 2,3; 2,0 e 2,8 g, respectivamente, de MST (Tabela 3). Já analisando o efeito entre as saturações por bases, verificou-se diferença significativa referente aos T_2 e T_7, mostrando a eficiência da elevação da saturação por base, que promoveu um aumento médio de 44,5 % na produção de MST.

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

De acordo com Veloso *et al*. (2013), em estudos sobre a influência da calagem na produção de feijão-caupi em Latossolo amarelo constataram que o aumento da produtividade do feijão-caupi, quando corrigido na saturação por base a 70%, esteve associado ao aumento dos teores de cálcio e magnésio e à redução do alumínio trocável no solo.

O T_1 apresentou maior CR (34,25 cm) ao nível de saturação por bases a 17%. Esse fato pode ser explicado devido às raízes alongarem-se em direção às camadas inferiores do recipiente em busca de nutrientes, visto que não foram adicionados nem corretivos e resíduos orgânicos. Na comparação entre saturações por bases, o T_2 e T_7 tiveram maior crescimento de raízes na saturação por bases a 70%.

Tabela 3 - Massa seca total (MST) e comprimento da raiz (CR) do feijão-caupi cv. BR 17 Gurguéia cultivado nas saturações por bases (SB) 17% e 70%, sob os diferentes resíduos orgânicos

Tratamentos	**MST (g)**		**CR (cm)**	
	SB 17%	SB 70%	SB 17%	SB 70%
T_1	0,50 Ba	1,25 Ba	34,25 Aa	33,75 Aa
T_2	1,25 Ab	2,25 Aa	15,00 Bb	29,25 Aa
T_3	1,25 Aa	1,75 Ba	16,75 Ba	26,75 Aa
T_4	1,75 Aa	1,75 Ba	20,50 Ba	19,75 Aa
T_5	0,50 Ba	1,00 Ba	14,00 Ba	22,75 Aa
T_6	1,50 Aa	2,00 Aa	14,00 Bb	25,00 Aa
T_7	1,50 Ab	2,75 Aa	22,75 Ba	21,25 Aa
CV%	42,51%	42,51%	34,75%	34,75%

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha pertencem ao mesmo agrupamento de acordo com o critério de Scott knott 5%. CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Autoria Própria

Os teores de K e P da análise foliar apresentaram comportamentos semelhantes quando não realizado o emprego da calagem, pois o T_1 obteve menores teores nas condições de saturação por base de 17% e o tratamento com adubação química (T_2) apresentou maiores resultados (Tabela 4). Os tratamentos T_5 e T_6 foram favoráveis ao aumento do teor de Ca e Mg nas condições de saturação por bases a 17%. Na saturação de bases 70%, houve incrementos para Ca e Mg utilizando o substrato T_4.

A análise foliar de macronutrientes evidencia que os teores médios de P, K, Ca e Mg, em g kg^1, conforme os efeitos dos tratamentos referente aos dois níveis de saturação por bases (17% valor disponível no solo e 70%) e às sete diferentes composições de substratos, variaram em 1,0 – 6,5; 34,0 – 81,5; 8,3 – 23,5; 3,0 – 7,7 g kg^{-1}, respectivamente. Assim, verifica-se que os teores de macronutrientes estão dentro dos intervalos considerados adequados para a cultura do feijão-caupi (CAVALCANTI et *al*., 2008), às exceções do P, no tratamento controle, Ca independente

dos tratamentos aplicados, mas Fernandes (2006) afirma que os teores de cálcio nas folhas de feijão-vigna variam entre 4 a 40 g kg $^{-1}$.

Flyman e Afolayan (2008) observaram que os teores foliares de Ca em *Vigna unguiculata* subsp *sesquipedalis* variam com a idade da planta. Os valores encontrados foram da ordem de 3,7 g kg^{-1} aos 21 dias de idade; 23,6 g kg^{-1} aos 35 dias de idade; 14,2 g kg^{-1} aos 50 dias de idade e 11,9 g kg^{-1} aos 64 dias de idade. Os teores de foliares de Mg ficaram abaixo dos teores recomendados que seriam 5 a 8 g kg $^{-1}$, quando foram aplicados os tratamentos testemunha sem aplicação de fertilizantes químicos independentes da saturação de base e quando utilizou-se o T_3 na saturação de base a 17%. Experimento realizado por Ferreira *et al.* (2021), constaram que os teores de Mg em folhas de feijão-caupi aos 42 dias de cultivo foram de 2,66 g kg $^{-1}$.

Tabela 4 **-** Teores médios de macronutrientes nas folhas de feijão-caupi cv. BR 17 Gurgueia cultivado nas saturações por bases (SB) 17% e 70%, sob os diferentes resíduos orgânicos e avaliados aos 35 DAE.

Tratamentos	P		K	
	SB 17%	SB 70%	SB 17%	SB 70%
	g kg $^{-1}$		g kg $^{-1}$	
T_1	1,0 Bb	6,3 Aa	34,0 Cb	72,5 Aa
T_2	6,5 Aa	6,5 Aa	81,5 Aa	77,7 Aa
T_3	3,8 Ba	3,5 Ba	61,3 Bb	76,3 Aa
T_4	2,3 Ba	1,0 Ba	70,0 Bb	45,7 Ca
T_5	4,5 Aa	4,3 Ba	68,7 Ba	79,2 Aa
T_6	3,3 Ba	1,0 Ba	76,3 Aa	58,0 Bb
T_7	2,3 Ba	2,5 Ba	62,5 Bb	77,0 Aa
CV%	57		12,3	
Tratamentos	Ca		Mg	
	SB 17%	SB 70%	SB 17%	SB 70%
	g kg $^{-1}$		g kg $^{-1}$	
T_1	8,5 Ba	13,7 Ba	4,5 Ba	4,0 Ca
T_2	12,8 Ba	21,0 Aa	5,3 Ba	5,7 Ba
T_3	8,3 Ba	20,0 Aa	3,0 Cb	5,3 Ba
T_4	10,5 Bb	23,5 Aa	5,3 Bb	7,7 Aa
T_5	22,0 Aa	23,5 Aa	7,0 Aa	5,7 Ba
T_6	20,0 Aa	24,5 Aa	6,5 Aa	5,0 Cb
T_7	12,0 Ba	25,5 Aa	5,0 Ba	6,0 Ba
CV%	33,5		18,1	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste Scott knott 1%. CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Autoria Própria

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

O feijão-caupi apresentou sintomas de toxidez nas folhas (Figura 2) para o tratamento T_1 conduzido na saturação por base a 17% e, conforme a análise foliar dos teores de micronutrientes nas folhas aos 35 DAE, pode-se constatar o elevado teor médio de Fe. Analisando os resultados da análise química do solo (Tabela 1), e da palha de carnaúba e do esterco ovino e caprino (Tabela 2), provavelmente o alto teor de ferro na análise foliar esteja ligado à água de irrigação.

Figura 2 - Sintomas de toxidez de Fe nas folhas de feijão-caupi cultivado na saturação por bases (SB) 17% sob solo sem adubação (T_1).



Fonte: Autoria Própria

O altos teores de ferro no esterco ovino e caprino (4.598 e 4.290 mg dm^{-3} respectivamente) foram complexados a valores médios de 900 a 396 mg dm^{-3} (Tabela 5). O teor de ferro nas folhas do feijão vigna, considerado adequado ao bom desenvolvimento, varia de 700 a 900 mg kg^{-1} (CAVALCANTI *et al*., 2008). Em pesquisa realizada com *Vigna unguiculata* subsp sesquipedalis, os teores foliares de Fe variaram com a idade das plantas, de forma que, aos 35 dias de idade, os valores encontrados foram 300 mg kg^{-1} (NETO *et al*., 2015).

Tabela 5 - Teores médios de micronutrientes nas folhas de feijão-caupi cv. BR 17 Gurgueia cultivado nas saturações por bases (SB) 17% e 70%, sob os diferentes resíduos orgânicos e avaliados aos 35 DAE.

	Fe		Mn		Zn	
Tratamentos	SB 17%	SB 70%	SB 17%	SB 70%	SB 17%	SB 70%
		mg kg^{-1}		mg kg^{-1}		
mg kg^{-1}						
T1	10116 Aa	879 Ab	234 Ab	357 Aa	87 Aa	45 Ab
T2	723 Ba	930 Aa	92 Ba	82 Ba	40 Ba	41 Ba
T3	416 Ba	569 Aa	45 Ba	68 Ba	46 Bb	43 Ba
T4	809 Ba	990 Aa	76 Ba	43 Ba	36 Ba	24 Cb
T5	597 Ba	359 Aa	208 Aa	80 Bb	42 Ba	38 Ba
T6	391 Ba	396 Aa	80 Ba	47 Ba	43 Ba	21 Cb
T7	776 Ba	555 Aa	73,0a	75,7a	46 Ba	33 Bb
CV%	41,5		40,6		21,6	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste scott knott 1%. CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Autoria Própria

RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara, v. 5, n. 2, maio/ago. 2023.
ISSN: 2674-9270. Disponível em: http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital

De acordo com Cavalcanti *et al*. (2008), o teor adequado de manganês nas folhas do feijão-vigna varia de 400 a 425 mg kg^{-1}. Os teores foliares de Mn variaram com a idade das plantas, de forma que aos 35 dias de idade, e o valor encontrado foi em média de 217 mg kg^{-1} (FLYMAN; AFOLAYAN, 2008). Os teores de Zn mantiveram-se na faixa nutricional considerada adequada para o bom desenvolvimento do feijão-caupi que se encontra na faixa de 40 a 50 mg kg^{-1}. A maioria dos micronutrientes está acima da faixa considerada adequada, exceto para o Zn em alguns casos quando a saturação de bases foi de 70%.

CONCLUSÕES

A incorporação do esterco caprino ou ovino + palha de carnaúba ao solo foram eficientes para o desenvolvimento inicial do feijão-caupi cv. BR 17 Gurguéia.

A saturação por base a 70% favoreceu maior altura de planta e área foliar quando associado com os resíduos orgânicos, além de interferir nos teores de macro e micronutrientes.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V. V. H.; Novais, R. F.; Dias, L. E.; Oliveira, J. A. Determinações e uso do fósforo remanescente. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira Ciência Solo**, v. 25, p. 27-33, 2000.

AMORIM, A. C. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. 2002. 92f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista/ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal.

BARBOSA, M. V; SOUSA, E. M. Biologia floral, ecologia da polinização e eficiência na produção de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em sistemas agrícolas. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 4, p.272-283, 2016.

BENEDETTI, E. L.; SERRAT, B. M.; SANTIN, D.; BRONDANI, G. E.; REISSMANN, C. B., BIASI, L. A. Calagem e adubação no crescimento de espinheira-santa [*Maytenus ilicifolia* (Schrad.) Planch.] em casa de vegetação**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais.** Botucatu, v. 11, n. 3, p.269276, 2009.

BERGER, K. C.; TRUOG, E. Boron determination in soils and plants**. Industrial and Engineering Chemistry**, v. 11, p. 540-545, 1939.

CAVALCANTE, F. J. A.; SANTOS, J. C. P.; PREIRA, J. R.; SILVA, M. C. L. Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco. **Recomendações de Calcário e Fertilizantes. 2a Aproximação. Instituto Agronômico de Pernambuco. Brasil**, p. 137, 2008.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.8– **Safra 2020/21**, n.5 - Quinto levantamento, Brasília, p. 1-94, fevereiro 2021. Disponível em: http://www.casadoalgodao.com.br/images/publicacoes/Conab_SAFRA_2020-2021/5_LEVANTAMENTO_DE_GR%C3%83OS_-_SAFRA_2020_2021_FEVEREIRO.pdf Acesso em 01 jul. 2022.

DEFELIPO, B. V.; RIBEIRO, A. C. **Análise química de solo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 17 p. (Boletim de Extensão).

DEMARTELAERE, A. C. F.; PRESTON, H. A. F.; NASCIMENTO, M. N. P.; GOMES, K. K. F., SILVA, M. E. A.; DE SOUZA, J. B.; SENHOR, R. F. Utilidades e a importância econômica da *Copernicia prunifera* para o Rio Grande do Norte: uma espécie em extinção. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.1, p.5065-5088, 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília, 2013. 353 p.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. Viçosa, MG, 2006.

FERREIRA, J. C. C.; GONÇALVES, G. S.; DA SILVA, J. F.; FERREIRA, F. M.; AOKI, R. B.; DIAS, F. F. Produção e conteúdo de nutrientes em *Vigna unguiculata* (L.) sob competição com plantas daninhas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 97008-97027, 2021.

FIGUEIREDO C. C.; RAMOS M. L. G.; MCMANUS, C. M. et al. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.175-179, 2012.

FLYMAN, M.V.; AFOLAYAN, A.J. Effect of plant maturity on the mineral content of the leaves of *Momardica balsamica* L. and *Vigna unguiculata* Subsp. *sesquipedalis* (L.) Verdc. **Journal of Food Quality**, v.31, p. 661-671, 2008.

FREIRE FILHO, F.R. Novo gene produzindo cotilédone verde em feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.3, p.286-290, 2007.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E.V. **Feijão-caupi no Brasil**: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.

FREIRE FILHO, F. R.; SANTOS, A.A. DOS; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; RIBEIRO, V.Q. **BR 17 Gurguéia**. 1998. https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/51646/1/br17gurgueia.pdf Acesso em 01 jul. 2022.

FREIRIA, A. C.; MANTOVANI, J. R. FERREIRA, M. E. CRUZ, M. C. P. YAGI, R. Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.30, n.2, p.285-291, 2008.

GONÇALVES, F. V.; MEDICI, L. O.; FONSECA, M. P. S.; PIMENTEL, C.; GAZIOLA, S. A.; AZEVEDO, R. A. Protein, phytate and minerals in grains of commercial cowpea genotypes. **Anais da Academia Brasileira de Ciências,** v. 92, p. 1-16, 2020.

GUIMARÃES JÚNIOR, M. P.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, A. S.; OLIVEIRA, L. B. T.; RODRIGUES, M. O. D.; MARTINS, A. D. Relação Ca:Mg do corretivo da acidez do solo e as características agronômicas de plantas forrageiras. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal,** Salvador, v.14, n.3, p.460-471. 2013.

HAN, S. H.; AN, J. Y.; HWANG, J.; KIM, S. B.; PARK, B. B. The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar (Liriodendron tulipifera Lin.) in a nursery system. **Forest science and technology**, v. 12, n. 3, p. 137-143, 2016.

HEID, M.D.; ZÁRATE, N. A. H.; TORALES, E. P.; LUQUI, L. L.; MORENO, L. B.; CARNEVALI, T. OLIVEIRA.; VIEIRA, M. C.; AMARILA, I. R. Seedling size and broiler litter composition affect peruvian carrot productivity and profitability. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, 2019

HOFFMANN, I. A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote área in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Enviroment**, v. 86, n. 03, p. 263-275, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2019. https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=destaques Acesso em: 07 de fev.2022.

LIMA, C. J. G. L.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA FILHO, A. F. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 120-127, 2008.

LINHARES, P. C. F.; MARACAJA, P. B.; DUARTE, J.; IANASCAR, A. R. Períodos de incorporação da jitirana mais palha de carnaúba na produtividade de cenoura, **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 3, p. 100-104, jul – set, 2014.

MAGALHÃES, K. A.; HOLANDA FILHO, Z. F.; MARTINS, E. C. Pesquisa Pecuária Municipal 2020: rebanhos de caprinos e ovinos. **Embrapa Caprinos e Ovinos-Nota Técnica/Nota Científica (ALICE)**, Boletim Nº 16, Sobral, CE – outubro, 2021.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p. 115-230.

MEKONNEN, T. W.; GERRANO, A. S.; MBUMA, N. W.; LABUSCHAGNE, M. T. Breeding of vegetable cowpea for nutrition and climate resilience in Sub-Saharan Africa: progress, opportunities, and challenges. **Plants**, v. 11, n. 12, p. 1-23, 2022.

MENDONÇA, C. A.; NETO, A. M. B.; BERTINI, C. H. C. M.; AMORIM, M. Q.; ARAÚJO, L. B. R. Caracterização fenológica associada a graus-dia em genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 11 n. 21; p. 486, 2015.

MENEZES, R. S. C; SILVA. T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola** Ambiental**.** v. 12, n. 3, p.251-257, 2008.

METZNER, C. M.; BERTOLINI, G. R . F.; LEISMANN, E. L. SCHMIDT, A. O. Análise de estudos sobre a viabilidade técnica e econômica do uso da cama de aviários como adubo orgânico. **Custos e @gronegócio on line** - v. 11, n. 3 – Jul/Set - 2015.

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C.; REIN T. A. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p.563-572, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Panorama da Desertificação no Estado do Piauí**. Teresina - PI, nov, 2005. http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_ arquivos/panorama_piaui.pdf. 20 Abr. 2019.

MONTEIRO, M. M. S.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; ADERSON, S. A. J.; RIBEIRO, V. R. Effect of water regimes and plant densities on cowpea production. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 17, n.4, p. 432-439, 2017.

MOURA, J. Z. **Fenologia, exigências térmicas e determinação do nível de controle de insetos desfolhadores na cultura de feijão-caupi Br 17-gurguéia**. 2007.110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Piau, Teresina.

NETO, E. B.; BARRETO, L. P.; COELHO, J. B. M. Considerações sobre nutrição mineral e o caso do feijão vigna. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 11, p. 85-120, 2014.

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental,** v.17, n. 4, p. 419–424, 2013.

PEREIRA, L. B.; ARF, O.; SANTOS, N. C. B. D.; OLIVEIRA, A. E. Z. D.; KOMURO, L. K. Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 29-38, 2015.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, POTAFOS, p.137-148, 1991.

ROZANE, D. E.; NATALE, W. Liming, fertilizer and mineral nutrition of Annonaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura,** v. 36, p. 166-175, 2014.

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, n. 29, p. 297-300, 2005.

SILVA, A. L. P. Nutrição mineral de plantas e suas implicações na cultura do repolho para produção agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 6, n. 11; 2010.

SILVA, F. A. M.; VILAS-BOAS, R. L.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, p.131-137, 2010.

SILVA, V.; MELO, N.; VALENTE, G.; ALMEIDA, R.; FERREIRA, R. Adubação orgânica e mineral em cobertura na produção de feijão-de-corda. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 1511-1519, 2015.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F. ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.205-74, 2007.

STEELE, W. M.; MEHRA, K. L. Structure, evolution and adaptation to farming system and environment in Vigna. In: SUMMERFIELD, D.R; BUNTING, A.H., eds. **Advances in Legume Science**. England: Royol Botanic Gardens, 1980. p.459-468.

TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Acidez dos solos e seus efeitos nas plantas. In: BISSANI, C. A. GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênesis, p.75-92. 2004.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C. D.; OLIVEIRA, J. P. R. D.; SILVA, A. G. D.; PELÁ, A. Desempenho agronômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado**. Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p.300-307, 2010.

TEIXEIRA, W. G.; ALVAREZ V, V. H.; NEVES, J. C. L.; PAULUCIO, R. B. Evaluation of traditional methods for estimating lime requirement in Brazilian soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, p. 1-20, 2020.

VELOSO, C. A. C.; SILVA, A. R.; EL-HUSNY, J. C.; SILVA, A.; MARTINEZ, G. Influência da calagem na produção de feijão-caupi em latossolo amarelo do Nordeste paraense. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Congresso Nacional de Feijão-Caupi, 3., 2013, Recife. Feijão-Caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais. Recife: IPA, 2013., 2013.

Recebido em: *28 de setembro 2022*

Aceito em: *28 de março 2023*