

DIAGNOSE FOLIAR NA CULTURA DO FEIJÃO-CAUPI EM LAVOURA COMERCIAL NO MUNICÍPIO DE PALMEIRANTE – TOCANTINS.

Thailla Fortuno Bueno Ribeiro¹, Natália Vitória Noletto Ribeiro², Brenda Dias Tavares da Silva², Allyks Keven Silva Alves², Marcus André Ribeiro Correia³, Sergio Alves de Sousa⁴

¹Estudante do Curso Pós-graduação *latu Sensu* em Agropecuária Sustentável – IFTO. e-mail: thailfontoura@hotmail.com

²Estudantes do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. Colaboradores do trabalho. e-mail: nataliavicctoria@gmail.com, allyks9ifto@gmail.com, brenndadias99@gmail.com

³Professor Orientador do Curso Pós-graduação *latu Sensu* em Agropecuária Sustentável – IFTO. e-mail: correia@ifto.edu.br

⁴Professor Colaborador do trabalho de conclusão de curso TCC - IFTO. e-mail: sergio.sousa@ifto.edu.br

Resumo: Feijão-caupi é uma leguminosa cujos grãos possuem alto valor alimentar e que se adapta muito bem as adversidades edafoclimática. Neste sentido objetivou-se, com este trabalho, avaliar o estado nutricional de três cultivares de feijão-caupi nas condições edafoclimáticas do norte do Estado do Tocantins em uma lavoura comercial. O experimento foi conduzido na Fazenda Colinas de São Gabriel, situada na rodovia TO 335, km 24, município de Palmeirante – TO. O delineamento experimental adotado foi o delineamento inteiramente causalizado – DIC, com três tratamentos: cultivares do feijão-caupi (1. Corujinha; 2. Pingo de ouro e 3. Vinagre) em dez repetições. A ordem de exigência nutricional das cultivares de feijão-caupi avaliadas foram diferentes para os teores de macronutrientes. A sequência de exigência nutricional para cultivar vinagre foi N>K>Ca>P>Mg>S, na cultivar corujinha a sequência foi N>K>Ca>Mg>P>S e no pingo de ouro N> Ca>K>Mg>P>S. A exigência nutricional para os micronutrientes foram iguais nas três cultivares testadas sendo a sequência Fe>Mn>Zn>B>Cu.

Palavras-chave: nutrição mineral, *vigna unguiculata*, estado nutricional

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é uma cultura de origem africana que foi introduzida primeiramente no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988).

É uma leguminosa cujos grãos possuem alto valor alimentar, devido seu elevado valor proteico, sendo considerada uma das principais fontes de proteína vegetal e ferro, constituindo um importante componente da dieta alimentar das populações no meio rural e urbano, em especialmente, aquelas de menor poder aquisitivo (GRANGEIRO et al., 2005).

De acordo com Dantas et al. (2002), o feijão-caupi é uma cultivar que se adapta muito bem as adversidades edafoclimáticas em consequência de suas características de rusticidade e precocidade. Seu cultivo concentra-se nas regiões Nordeste (1.106 milhão ha), Centro-Oeste (153,4 mil ha) e Norte (56,6 mil ha), sendo os maiores produtores os estados do Piauí, Ceará, Bahia, Mato Grosso e Tocantins (CONAB, 2019).

Recentemente, as pesquisas apontam que o cultivo do feijão-caupi está em expansão na região dos cerrados, principalmente na região Norte e Centro-Oeste, onde é incorporado aos arranjos produtivos como safrinha após as culturas da soja, milho e arroz, e, em alguns locais, como cultura principal. Nas regiões onde é cultivado principalmente em forma de safrinha, o feijão-caupi tem um custo muito competitivo, fator que tem feito aumentar o interesse dos produtores pela cultura. A produção na região Norte é feita por empresários e agricultores familiares que ainda utilizam práticas

tradicionais. Na região Centro-Oeste, onde o feijão-caupi passou a ser cultivado em larga escala a partir de 2006, a produção provém principalmente de médios e grandes empresários que praticam uma lavoura altamente tecnificada. (FREIRE FILHO et al., 2011).

Segundo CAPORAL (2005) a nutrição mineral é o meio mais rápido e menos oneroso para aumentar a produtividade das culturas, altos índices de produção bem como uma ótima qualidade dos produtos são alcançados com o equilíbrio no fornecimento dos macronutrientes e micro que atuam no metabolismo vegetal.

O feijoeiro é uma planta exigente em nutrientes, seja devido ao pequeno e pouco profundo sistema radicular ou devido ao ciclo curto. Sendo assim, é fundamental que o nutriente seja colocado à disposição da planta, em tempo e local adequados. Embora se encontrem disparidades na literatura com relação às quantidades de nutrientes absorvidas pelo feijoeiro, normalmente a exigência do feijão-comum é maior que a da soja, por exemplo. As quantidades médias de nutrientes exportados por 1.000 kg de grãos citadas em várias pesquisas são: 35,5 kg de N, 4,0 kg de P, 15,3 kg de K, 3,1 kg de Ca, 2,6 kg de Mg e 5,4 kg de S (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

A diagnose foliar é uma das maneiras de medir se o manejo adotado no solo (calagem e adubação) possui a resposta desejada nas plantas. O uso adequado da análise de folhas requer a compreensão das relações entre o crescimento vegetal (ou produtividade) e a concentração de minerais nas amostras de tecido da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Para a diagnose foliar do feijoeiro devem ser coletadas 30 a 40 folhas da área representativa, colhidas do terço mediano da planta. Devem ser escolhidas folhas saudáveis, sem manchas ou ataque de pragas, na época do florescimento (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994).

Embora existam diversos estudos sobre o cultivo de feijão-caupi (Silva et al., 2010; Singh & Reddy, 2011; Bastos et al., 2012) e diferentes cultivares com resistência às pragas, altamente produtivas e com elevada resposta à irrigação, são poucas as informações disponíveis em relação aos parâmetros fisiológicos e nutricionais dessa planta. Nesse sentido, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o estado nutricional de três cultivares de feijão-caupi nas condições edafoclimáticas do norte do Estado do Tocantins em uma lavoura comercial.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Colinas de São Gabriel, situada na rodovia TO 335, km 24, município de Palmeirante – TO, a 20°53'16" S de latitude e 48°28'11" W de longitude, e a uma altitude 220 metros. Segundo a classificação de Köppen, o clima local é do tipo Aw tropical com inverno curto, moderado e seco, e verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas. A precipitação média local é de 1.800 mm ano⁻¹ e temperatura média de 26,5 °C.

A área possui histórico de cultivo de pastagens por três anos, soja e feijão-caupi por nove anos, de acordo com o produtor. A lavoura de feijão-caupi analisada teve seu plantio ocorrido em 10/03/19 com utilização de semeadura tratorizada no sistema de cultivo Plantio Direto utilizando o espaçamento entre linhas de 45 cm e 10 sementes por metro linear. Antes da semeadura foi realizado o manejo de dessecação das plantas remanescentes utilizando produto a base de Glifosato com antecedência de 10 dias para semeadura. As sementes das cultivares semeada foram tratadas com fungicida para evitar problemas fitossanitários. Considerando a área remanescente de cultivo de soja não foi utilizado o manejo de adubação de cultivo nem de cobertura durante a condução da lavoura.

O delineamento experimental adotado foi o delineamento inteiramente casualizado – DIC, com três tratamentos de cultivares do feijão-caupi e dez repetições. Os tratamentos constituíram da avaliação do estado nutricional de três cultivares de feijão-caupi (1. Genótipo Corujinha; 2. Genótipo Pingo de ouro e 3. Genótipo Vinagre) em lavoura comercial.

A amostragem da folha diagnóstica do feijão-caupi foi realizada coletando-se a terceira folha, após o ápice, no estágio de pleno florescimento (Boaretto et al., 2009). Após a coleta das folhas, as mesmas foram lavadas e posteriormente colocadas em estufa de circulação forçada de ar (± 65 °C) que posterior foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm.

Posteriormente, foram enviadas para análise química de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn), conforme Myazawa et al. (2009).

No mesmo momento da coleta da folha diagnóstica, foi coletado a amostra de solo, na camada de 0-0,25 m para análise de fertilidade do solo (pH, M.O., P, K, Ca, Mg, Na, Al, H+Al, SB, CTC, V e m) conforme Teixeira et al. (2017). Para as coletas de folhas do feijão-caupi preconizou-se a coleta de 20 amostras simples, com pecíolo para compor uma amostra compostas. Em cada tratamento coletou-se 10 amostras compostas. Para a coleta de amostras de solo as mesmas foram realizadas com auxílio de enxadão e uma pá reta medindo 25 cm da camada inicial do solo, foi coletada 15 amostras simples para compor uma composta. No estágio adequado “maturação fisiológica” a lavoura foi dessecada utilizando herbicida com molécula de ação química do glifosato para perda de umidade das plantas e grãos e assim proceder à colheita. Após 10 dias de aplicação da herbicida, procedeu-se a coleta de 06 amostras de plantas inteiras em uma área de 1 m² coletando as plantas com vagens no período quente do dia onde os grãos apresentavam sensibilidade quebradiça ao dente, técnica utilizada pelo produtor para colheita conferindo a correção da umidade próxima a 13%. Após coleta as plantas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e encaminhadas ao laboratório do Instituto Federal do Tocantins Campus Colinas do Tocantins para quantificação da produtividade, número de vagens por plantas e massa de cem grãos.

Com base nos resultados obtidos, realizou-se análises de variância para os diversos parâmetros estudados na planta. Para comparação das médias, o teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software AGROESTAT (BARBOSA & MALDONADO JR., 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores nutricionais das análises químicas das três cultivares de feijão-caupi apresentaram diferentes comportamento entre os macronutrientes analisados nos tecidos vegetais (Tabela 1).

Tabela 1- Valores médios para os teores foliares de N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio) e S (enxofre) referentes a 3 genótipos de feijão-caupi cultivadas no município de Palmeirante – TO.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----g.kg ⁻¹ -----					
Vinagre	31,99	4,37	20,61	17,20	3,84	2,05
Corujinha	32,98	3,69	17,67	17,43	4,16	2,50
Pingo de Ouro	34,26	3,76	18,77	25,30	4,48	2,97
F	1,34 ^{ns}	7,10 ^{**}	5,63 ^{**}	6,99 ^{**}	1,96 ^{ns}	2,71 ^{ns}
DMS (5%)	3,44	0,49	2,18	6,11	0,79	0,97
C.V. (%)	9,4	11,2	10,3	27,6	17,3	35,1

^{ns} e ^{*}, ^{**} Não-Significativo e Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente.

Para os teores nutricionais avaliados de nitrogênio (N), observou ausência de significância entre as cultivares estudadas. De acordo com Linhares (2007) os teores adequados (N) na cultura do feijão-caupi analisados na época da floração variam de 39-42 g.kg⁻¹ do elemento. Resultados diferentes são apresentados por Malavolta (1997) para o mesmo elemento com variação nos teores foliares de N entre 18 – 22 g.kg⁻¹. Assim nota se que os teores de (N) obtidos neste trabalho estão próximos dos considerados como adequados para a cultura do feijão-caupi, sendo a diferença possivelmente oriunda das diferentes cultivares analisadas. Além disso, nota-se na tabela 4 que as concentrações de matéria orgânica M.O. nos três talhões de cultivo são considerados como baixos de acordo com Raij et al. (1997), interferindo na baixa disponibilidade de N-orgânico para as plantas de feijão. Este fato é agravado considerando a textura arenosa do solo nos talhões de cultivo de acordo com a Tabela 4. Na literatura a concentração indicada de M.O. em solos com textura arenosa é de 15 g.dm⁻³, (RAIJ et al., 1997), valores abaixo interferem na disponibilidade de nutrientes orgânicos em especial o N – orgânico do solo.

Já os teores nutricionais analisados para fósforo (P) e potássio (K) apresentaram significância, sendo a cultivar Vinagre mais eficiente na absorção dos dois nutrientes, seguida do Pingo de Ouro e Corujinha (Tabela 1). Segundo Linhares (2007), os valores adequados de P e K em época de floração para cultura do feijão-caupi estão entre 2,6 – 2,9 g.kg⁻¹ do elemento para P e 14,4 – 17,8 g.kg⁻¹ do elemento para K. As cultivares avaliadas apresentaram teores nutricionais variando de 3,6 a 4,3 e 17,6

a 20,6 g.kg⁻¹ respectivamente para P e K superando os teores adequados mencionados por Linhares, (2007). As concentrações de P e K no solo são consideradas respectivamente, média e baixa. Assim pode-se inferir que as cultivares de feijão-caupi possuem elevada eficiência na absorção destes elementos comprovadamente demonstrados pelos teores nutricionais em seus tecidos.

Para os níveis de cálcio (Ca) a cultivar que obteve maior teor nos tecidos vegetais foi a Pingo de Ouro, diferindo estatisticamente das demais (Tabela 1). Porém todas as cultivares estudadas demonstraram valores de absorção superiores aos recomendados por Linhares (2007) e Raij (2011) que apresentam variação entre 13,3 – 16,4 g.kg⁻¹ do elemento para Ca em época de floração. Tendo em vista que a concentração de Ca no solo se encontra em uma faixa considerada alta, de acordo Raij (2011), justifica-se a eficiência das plantas na absorção desse nutriente.

Para os teores nutricionais analisados de magnésio (Mg) e enxofre (S), observou-se ausência de significância entre as cultivares analisadas. Pois, segundo Raij (2011) os teores adequados para (Mg) na cultura do feijão-caupi em época da floração variam de 5,2 – 5,5 g.kg⁻¹ do elemento para Mg, e variam entre 5,0 – 10,0 g.kg⁻¹ para o elemento (S) de acordo com Malavolta (2006), sendo assim, os dois nutrientes se encontram abaixo dos níveis recomendados pelos autores conforme pode ser visto na Tabela 1. Contudo, podemos salientar que a disponibilidade de S no solo está em baixa concentração (Tabela 4), quando comparado aos níveis adequados de acordo com Raij (1997) e Raij (2011) o que reflete possivelmente nos baixos teores absorvidos pelas plantas. Para o macronutriente Mg, percebe-se que apesar dele estar em alta concentração no solo (Tabela 3), as cultivares não foram eficiente na absorção do mesmo, apresentando índices abaixo do recomendado ideal pelas literaturas, como pode ser visto na Tabela 1, essa deficiência de absorção pode ser explicada pela característica genética que cada cultivar apresenta com relação as suas exigências nutricionais.

Os resultados da análise de variância demonstram a ausência de significância para os teores nutricionais dos micronutrientes de boro (B), ferro (Fe) e manganês (Mn), (Tabela 2). Quando comparado com os teores nutricionais destes micronutrientes preconizada por Malavolta (2006), observa-se que B e Fe estão dentro da faixa consideradas como adequado e Mn abaixo (Tabela 3).

Tabela 2- Efeito dos tratamentos nos teores de micronutrientes B (boro), Cu (cobre), Fe (ferro), Mn (manganês) e Zn (zinco) em três cultivares de feijão-caupi produzido na região norte do Estado do Tocantins.

Tratamentos	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----mg.kg ⁻¹ -----				
Vinagre	13,51 a	5,25 a	145,81 a	46,76 a	22,45 a
Corujinha	13,65 a	4,00 b	114,56 a	44,44 a	18,93 a
Pingo de Ouro	14,25 a	4,28 ab	100,14 a	39,77 a	18,27 a
F	0,39 ^{ns}	5,36*	3,14 ^{ns}	0,70 ^{ns}	3,45*
DMS (5%)	2,20	0,99	46,19	14,95	4,23
C.V. (%)	14,4	19,9	34,6	30,8	19,2

^{ns} e *,** Não-Significativo e Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F respectivamente.

O baixo teor de Mn nos tecidos foliares possivelmente esteja relacionado com a baixa exigência das cultivares utilizadas neste ensaio experimental, haja vista, que no solo as concentrações de Mn estão elevadas de acordo com Rajj et al. (1997), ou seja, $1,2 \text{ mg.dm}^{-3}$ no solo.

Tabela 03 – Teores adequados de micronutrientes para a cultura do feijão.

Cultura	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----mg.kg ⁻¹ -----					
Feijão	10-50	5-15	100-300	50-400	35-100

Fonte: Malavolta (2006)

Com relação aos teores nutricionais dos micronutrientes Cu e Zn analisados nos tecidos vegetais do feijão-caupi em plena floração observa-se significância ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F (Tabela 2). Para cobre (Cu) as médias analisadas pelo teste de tukey diferiram estatisticamente sendo as cultivares com maiores teores em ordem decrescente: vinagre > pingo de ouro > corujinha. Deve salientar que a cultivar vinagre foi a mais eficiente na absorção de (Cu) apresentando teor de 5 mg do elemento por kg de matéria seca, sendo este teor estando dentro da faixa considerada como adequada de acordo com a Tabela 3, preconizada por Malavolta (2006).

Tabela 4- Atributos químicos do solo em função dos ambientes de produção de feijão-caupi produzido na região de Palmeirante-TO.

Talhões	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	SB	S	V
	CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	-----cmolc.dm ⁻³ -----						mg.dm ⁻³	%
Vinagre	5,40	4,5	17,2	0,13	1,84	1,17	2,64	5,8	3,14	2,2	54,3
Corujinha	5,70	1,1	17,2	0,15	1,55	0,95	1,65	4,3	2,65	2,1	61,7
Pingo de Ouro	6,10	0,5	17,0	0,08	1,25	0,83	1,07	3,2	2,16	2,2	66,9

O mesmo comportamento não foi observado para o elemento zinco (Zn) que apesar de apresentar significância pelo teste F da análise de variância, as médias obtidas pelos teores nutricionais apresentadas nas diferentes cultivares de feijão-caupi testada não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando analisa a Tabela 5 observa-se que as concentrações de (Cu e Zn) no solo estão acima do indicado de acordo com Rajj et al. (1997) sendo a indicação de concentrações altas no solo para os microelementos de $>0,8$ para Cu e $>1,2 \text{ mg.dm}^{-3}$ para Zn.

Tabela 5-Concentrações de micronutrientes do solo e classe textural dos talhões de produção comerciais cultivadas com feijão-caupi na região de Palmeirante-Tocantins.

Talhões	Zn	Cu	Fe	Mn	Análise granulométrica			Classe Textural
					g.kg ⁻¹			
	-----mg.dm ⁻³ -----				Argila	Silte	Areia	
Vinagre	2,7	1,5	29,0	16,0	180	80	740	Franco arenoso
Corujinha	2,4	1,0	32,0	5,0	180	110	710	Franco arenoso
Pingo de Ouro	1,0	1,3	81,0	3,0	200	140	660	Franco argiloso arenosa

Na Tabela 6, demonstra-se o resumo da análise de variância para produtividade de grãos, número de vagens e massa de cem grãos. Verifica-se que a cultivar Corujinha apresentou produtividade em kg.ha⁻¹ muito superior às demais, produzindo mais que o dobro das outras duas (vinagre e pingo de ouro). De acordo com Conab (2019), a produtividade em kg.ha⁻¹ para a safra 18/19 no estado do Tocantins está estimada em 1.187, assim sendo, podemos inferir que a produtividade da lavoura em questão é bastante promissora.

Tabela 6- Produtividade de grãos das cultivares do feijão-caupi produzido na região de Palmeirante-TO.

Talhões	Nº vagens por plantas	Massa de 100 grãos	Produtividade
	nº	g	Kg.ha ⁻¹
Corujinha	76,75 a	12,57 b	2097,14 a
Vinagre	50,75 b	12,50 b	600,00 b
Pingo de Ouro	30,50 b	19,00 a	574,28 b
F	18,39**	15,90**	113,21**
C.V.	20,5	12,7	15,02
D.M.S (5%)	21,34	3,69	323,00

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ordem de exigência nutricional das cultivares de feijão-caupi avaliadas foram diferentes para os teores de macronutrientes.

A sequência de exigência nutricional para cultivar vinagre foi N>K>Ca>P>Mg>S, na cultivar corujinha a sequência foi N>K>Ca>Mg>P>S e no pingo de ouro N> Ca>K>Mg>P>S.

A exigência nutricional para os micronutrientes foram iguais nas três cultivares testadas, sendo a sequência: Fe>Mn>Zn>B>Cu.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. P. P. de. **Melhoramento do caupi no Brasil**. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 249-283.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat - Sistema de análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. 1 ed. Jaboticabal – SP, FUNEP, 2015. 396p.
- BASTOS, E. A.; RAMOS, H. M. M.; ANDRADRE JÚNIOR, A. S.; NASCIMENTO, F. N.; CARDOSO, M. J. **Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico**. Water Resources and Irrigation Management, v.1, n.1, p.31-37, 2012. . 15 Mai. 2019.
- BOARETTO, A. E.; RAIJ, B. V.; SILVA, F. C.; CHITOLINA, J. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. S. **Amostragem acondicionamento e preparo de amostras de plantas para análise química**. In: Silva, F. C. (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. v.2. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.59-86.
- BOLETIM DE GRÃOS CONAB, 2019. Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 22 de junho de 2019.
- CAPORAL, F. R. **Agroecologia não é um tipo de agricultura alternativa**. 2005. Disponível em: www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/0730211685.pdf>. Acesso em 15 maio 2019.

DANTAS, J. P., MARINHO, F. J. L., FERREIRA, M. M. M., AMORIM, M. do S. M., ANDRADE, S. I. de O., SALES, A. L. de. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n.3, p. 425-430, 2002.

DONAGEMMA, G. K. et. al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ed. Brasília: Embrapa solos, 2017. 575 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*. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FREIRE FILHO, F. R. [et al.]. **Feijão-caupi no Brasil : produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p. : il. ; 27 cm.

GRANGEIRO, M. B., CAVADA, B. S. **Composição bioquímica da semente**. In: FREIRE FILHO, F. R., LIMA, J. A. de A., RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p. 337-365.

LINHARES, L.C.F. **Comportamento de três cultivares de caupi, submetidas à omissão de nutrientes, cultivados em amostras de Gleissolo de Várzea do rio Pará**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, 2007. 58p.

MALAVOLTA, E. ; VITTI, G.C ; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MALAVOLTA, EURIPEDES. **Manual de nutrição mineral de plantas**, São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. – 638p.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, W. J. **Análise química de tecido vegetal**. In: Silva, F. C. (ed.). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2.ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2009. Cap.1, p.193-233.

RAIJ, B. V. et al. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Fundação IAC, 1997.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agronômico, 2001. 285p.

ROSOLEM, C. A.; MARUBAYASHI, O. M. **Seja o doutor do seu feijoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1994, 4p. Encarte Agronômico, 7.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. A.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JÚNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. *Revista Caatinga*, v.23, n.4, p.7-13, 2010. . 15 Mai. 2019.

SINGH, S. K.; REDDY, K. J. Regulation of photosynthesis, fluorescence, stomatal conductance and water-use efficiency of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) under drought. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v.105, n.1, p.40-50, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. P. R.; SILVA, A. G.; 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.