

LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS DE TRÊS CULTIVARES DE CAUPI, SUBMETIDAS À OMISSÃO DE NUTRIENTES, CULTIVADAS EM GLEISSOLO DE VÁRZEA DO RIO PARÁ.¹

Lílian Cristiane Fernandes LINHARES²

Antonio Rodrigues FERNANDES³

Elaine Maria Silva GUEDES⁴

Norberto Cornejo NORONHA³

Ana Maria Figueiredo VIEIRA²

RESUMO: O cultivo de caupi está em franca expansão no estado do Pará, que se destaca como o maior produtor da região Norte. Com o objetivo de avaliar as limitações nutricionais ao crescimento do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), cultivares BR3-Tracueteua, Sete Vagens e Vinagrinho, foi conduzido experimento sob condições de casa-de-vegetação, com amostras (0-20 cm) de Gleissolo de várzea do rio Pará, coletadas em área de várzea da UFRA-Belém-PA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema fatorial 11 x 3 (11 tratamentos x 3 cultivares), com quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes: Testemunha (solo sem adubação); completo (adubado com N, P, K, Mg, S, B, Cu e Zn + calagem); completo-N; completo-P; completo-K; completo-S; completo-Ca (+ Mg como carbonato); completo-Mg; completo-B; completo-Cu e completo-Zn. Utilizaram-se duas plantas por vaso com capacidade de 3,5 kg de solo. As cultivares apresentaram respostas diferenciadas à fertilidade do solo e aos tratamentos. A cultivar com melhor comportamento foi a BR3-Tracueteua, sendo o K o nutriente mais limitante para a produção de grãos, seguido pelo P e o Ca. A produção de massa seca total da cultivar Sete Vagens foi mais limitada pelo K, enquanto que a produção de grãos foi mais afetada pelo Ca, P e K, sendo também estes os nutrientes que mais limitaram a massa seca total e a produção de grãos da cultivar Vinagrinho.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: *Vigna unguiculata*, Massa Seca, Omissão de Nutrientes, Produção de Grãos.

¹ Aprovado para publicação em 16.04.08

Parte da dissertação de mestrado da primeira autora, apresentada a Universidade Federal Rural da Amazônia / UFRA

² Engenheira Agrônoma, Banco da Amazônia. E-mail: lilian.ferli@gmail.com; ana.mfv@gmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Instituto de Ciências Agrárias/UFRA. Av. Tancredo Neves, 2501 -66077.530. Belém (PA). E-mail: antonio.fernandes@ufra.edu.br; norberto.noronha@ufra.edu.br

⁴ Engenheira Agrônoma, aluna do curso de pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Instituto de Ciências Agrárias/UFRA. E-mail: elaineguedes1@gmail.com

NUTRITIONAL LIMITATIONS OF THREE COWPEA CULTIVARS, SUBMITTED TO NUTRIENT OMISSION, CULTIVATED IN GLEYSOL OF THE PARÁ RIVER FLOODPLAIN

ABSTRACT: The cowpea cropping has been greatly expanded in the Pará State, which stands out as the largest producer in the Brazilian Northern region. In order to characterize the nutritional limitations of the cowpea growth (*Vigna unguiculata* L. Walp.) (cultivars BR3-Tracueteua, Sete Vagens and Vinagrinho), this experiment was conducted under greenhouse conditions with samples (0 - 20 cm) of Gleysol from the Pará river floodplains collected in the floodplain area of the Federal Rural University of the Amazon (UFRA)-Belém-PA. Two plants per vase were utilized, with a soil capacity of 3.5 kg. The experimental design was totally randomized, at a 11 x 3 factorial arrangement with 11 treatments and 3 cultivars, and four replications. Cultivars responded differently to soil fertility and treatments. The cultivar with better behavior was BR3-Tracueteua, where the K was the major limiting nutritional factor for grain production, followed by P and Ca. The total dry mass production of the cultivar Sete Vagens was more limited by the K, while grain production was mostly affected by Ca, P and K. These were also the nutrients that mostly limited the total dry mass and grain production of the Vinagrinho cultivar.

INDEX TERMS: *Vigna unguiculata* L. Walp, Nutrient Omission, Dry Mass, Grain Production

1 INTRODUÇÃO

A cultura do caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) foi introduzida no estado Pará há mais de 50 anos por imigrantes nordestinos e está em franca expansão. A mesorregião do nordeste paraense é um grande pólo produtor de tal cultura. O Pará é o maior produtor de caupi da região Norte, produziu em torno de 60 mil toneladas em 2006 e ocupa o segundo lugar em nível nacional (PARÁ, 2007). Em termos econômicos essa cultura representa 10% do total do agronegócio de grãos do Estado, da produção estadual de feijões, 70% é caupi.

Os solos mais ricos em termos de fertilidade da Amazônia encontram-se nas áreas de várzeas. A inundação dessas várzeas permite sua exploração anual ao repor-lhe a fertilidade através da deposição de sedimentos. No entanto, a maioria dos produtores que cultivam em várzeas não as utiliza com outras culturas em sucessão ao arroz, ou seja, na entressafra. Por conta do seu elevado potencial produtivo, há a possibilidade de

cultivos de boa parte desses solos durante todo o ano, bastando para isso sistematizá-los, o que permitiria vários cultivos anuais.

Silva (1980) relata que o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) tem sido introduzido em outras áreas de várzeas principalmente em sucessão ao arroz no período de estiagem, visando ao melhor aproveitamento do potencial produtivo dos solos. São escassas na literatura pesquisas referentes ao cultivo do caupi em várzea amazônica, bem como não existem trabalhos que demonstrem a capacidade de suprimento de nutrientes para o caupi nos Gleissolos da região amazônica, sendo mais freqüente com feijão comum em outras regiões do País.

Andrade et al. (2000) e Andrade (1997) constataram que a omissão de N provocou uma redução significativa na produção de massa seca do feijoeiro em solos de várzea. Já Junqueira et al. (2002) verificaram que as omissões da calagem, do boro e do fósforo, foram as que mais limitaram

a produção do feijoeiro em solos de várzea. Em solos de terra firme, Couto, Cordeiro e Alves (1982) observaram que o fósforo, o nitrogênio e o potássio foram os nutrientes que mais limitaram o rendimento de grãos de caupi em Latossolo de campo cerrado de Roraima.

Este trabalho tem por objetivo determinar as limitações nutricionais ao crescimento e produção de três cultivares de caupi, em Gleissolo de várzea do rio Pará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos, em casa de vegetação do Instituto de Ciências Agrárias/ICA da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), de dezembro de 2002 a maio de 2003. O solo utilizado foi coletado em área de várzea da UFRA sob vegetação de mata nativa, classificado como Gleissolo Háplico distrófico, antes do período chuvoso, na profundidade de 0 - 20 cm para a caracterização química e física (Tabela 1). As amostras foram analisadas conforme Embrapa.Cnps (1997), exceto carbono orgânico que foi conforme Raij et al. (1987).

Tabela 1 – Características químicas e físicas das amostras de um Gleissolo Háplico distrófico de 0-20 cm de profundidade em área de várzea da UFRA.

QUÍMICA										
pH		C	MO	P	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H+Al	H ⁺	Al ⁺⁺⁺
H ₂ O	KCl	-----g kg ⁻¹ ----		mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----					
4,42	3,42	40,02	60,93	19,31	0,17	1,53	4,24	6,93	3,83	3,10
Cu		Fe	Mn	Zn	SB	T		V		m
-----mg dm ⁻³ -----				-----cmol _c dm ⁻³ -----		-----%-----				
7,23	157,18	46,88	288,34	6,12	13,05	46,92		34,3		
FÍSICA										
Areia grossa	Areia fina		Silte	Argila		Dp	Ds			
-----g kg ⁻¹ -----					-----g cm ⁻³ -----					
0,35	1,01		742,29	256,35		2,58	1,16			

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos dispostos em esquema fatorial 11 x 3 (11 tratamentos de adubação x 3 cultivares), com quatro repetições, totalizando 132 unidades experimentais. As cultivares utilizadas foram a BR3-Tracueteua e a Sete Vagens, com sementes provenientes do município de Bragança, e a

Vinagrinho, com sementes provenientes de Santarém. O solo de todos os tratamentos recebeu calcário (carbonato de cálcio p.a.), exceto quando houve omissão de Ca. Neste caso o pH foi corrigido com carbonato de magnésio p.a. A dose aplicada foi correspondente à quantidade necessária para elevar a saturação por bases a 60%, valor considerado adequado para o cultivo

do feijoeiro comum (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1999; RAIJ et al., 1996). Após a aplicação do corretivo, os solos permaneceram em incubação por 30 dias, com teor de umidade correspondente a 70% do volume total de poros (VTP).

Os tratamentos de adubação foram os seguintes: testemunha (Test.): (solo sem adubação); completo: com N, P, K, Mg, S, B, Cu e Zn + calagem; completo-N (-N); completo-P (-P); completo-K (-K); completo-S (-S); completo-Ca (-Ca); completo-Mg (-Mg); completo-B (-B); completo-Cu (-Cu) e completo-Zn (-Zn). A unidade experimental foi constituída por um vaso plástico com capacidade de 3,5 kg de solo.

Usaram-se oito sementes de caupi por vaso. Uma semana após a germinação fez-se o desbaste e deixaram-se duas plântulas por vaso. A umidade do solo foi mantida em torno de 70% do VTP, com água desmineralizada.

A adubação básica foi constituída de: 100 mg de N, 300 mg de P, 100 mg de K, 200 mg de Ca, 30 mg de Mg, 40 mg de S, 0,5 mg de B, 1,5 mg de Cu e 5 mg de Zn dm^{-3} de solo, omitindo-se, quando foi o caso, o nutriente pertinente ao tratamento. As fontes utilizadas foram: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; KH_2PO_4 ; $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$; NaH_2PO_4 ; NH_4NO_3 ; K_2SO_4 ; CaSO_4 ; MgSO_4 ; $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$; MgCl_2 ; H_3BO_3 ; CuCl_2 e ZnCl_2 . Foram realizadas adubações de cobertura duas vezes durante todo o ciclo de vida da cultura com N e K: 50 mg kg^{-1} de cada, na forma de uréia e KCl com exceção da testemunha e dos tratamentos nos quais esses nutrientes foram omitidos.

Foi colhida uma planta na época do florescimento, separada em folhas e hastes que, somadas, constituíram a massa da parte aérea

seca. No final do ciclo de vida da cultura a outra planta foi colhida, parte aérea e raízes e todo o material vegetal, independente do período de coleta, foi seco em estufa a 65-70°C até peso constante.

Avaliou-se a massa da parte aérea das plantas seca no florescimento (MSPA1) e a massa da parte aérea das plantas seca colhidas no final do ciclo (MSPA2), a massa da raiz seca (MSR) e a massa total seca (MSPA2 + MSR), o número de vagens por planta (NVP), o número de grãos por vagens (NGV) e o peso de grãos (PSG), cuja umidade foi corrigida para 13%.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo os efeitos de cultivares e tratamentos comparados pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade, utilizando o programa SANEST (ZONTA; MACHADO, 1991).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cultivares foram influenciadas pelos tratamentos de adubação, sendo que houve interação significativa entre estes fatores para todas as variáveis estudadas.

A produção de massa seca da parte aérea das plantas cultivadas até a floração (MSPA1), no tratamento completo, não diferiu significativamente entre as cultivares, com valores que variaram de 5,09 a 5,90 g planta^{-1} (Tabela 2). Comparada com a testemunha, a produção da cultivar BR3-Tracueteua foi aumentada significativamente com a adubação completa. Por outro lado, na massa seca das plantas cultivadas até o final do ciclo (MSPA2), ocorreram variações significativas entre as cultivares, o que pode significar que as cultivares têm exigências nutricionais semelhantes até a fase

de floração, enquanto que no final do ciclo da cultura, ou seja, para a produção de grãos, cada cultivar tem exigência nutricional diferenciada (Tabela 2). Inada (2005), trabalhando com a cultivar Sete Vagens submetido a doses de calcário em três tipos de solos de várzea, encontrou variação de 14,75 a 31,63 g planta⁻¹ na produção de massa seca da parte aérea de caupi na floração, bem mais elevada do que a observada neste trabalho, o que pode ter ocorrido em consequência de diferenças na saturação por bases do solo.

Nas plantas cultivadas até a floração, a omissão de N, provocou redução de 10% e 62 % na produção de massa seca da parte aérea das cultivares BR3-Tracuateua e Sete Vagens, respectivamente, enquanto que no final do ciclo as cultivares Sete Vagens e Vinagrinho tiveram uma redução de 40% e 30%, respectivamente. Estas últimas cultivares, com omissão de N, apresentaram reduções de massa seca total de respectivamente 35% e 27% em relação ao tratamento completo. A cultivar Vinagrinho apresentou a maior produção de massa seca da parte aérea, nos dois períodos de coleta, quando se omitiu o N, o que pode estar relacionado a uma maior capacidade da cultivar em formar associação simbiótica com bactérias noduladoras (STONE; SARTORATO, 1994) ou maior eficiência na aquisição e utilização do N.

Na cultivar Sete Vagens foram verificadas as menores produções de massa seca da parte aérea, bem como a redução mais expressiva com a omissão N, demonstrando maior exigência do nutriente ou menor capacidade de absorção quando cultivada no solo de várzea. Andrade et al. (2000), trabalhando com diferentes solos de várzeas de Minas Gerais, e Andrade (1997), com solo do norte fluminense, constataram que a omissão de N provocou significativa redução no crescimento do feijoeiro.

Com relação à omissão de P, a produção de massa seca da parte aérea até a floração, na cultivar Sete Vagens, apresentou-se 9% menor do que a obtida no tratamento completo; nas demais cultivares não houve redução. No final do ciclo as cultivares Sete Vagens e a Vinagrinho tiveram a sua produção de massa seca da parte aérea reduzida em 31% e 38%, da raiz em 60% e 53% e da massa seca total em 37% e 40%, respectivamente. A cultivar BR3-Tracuateua não se mostrou sensível à omissão de P, o que sugere que tal cultivar seja menos exigente ou mais eficiente na aquisição desse nutriente do que as demais, nas condições de cultivo. A maior produção de massa seca com a omissão de P, entretanto, ocorreu na cultivar Vinagrinho, no final do ciclo de cultura.

Alguns trabalhos têm demonstrado que o P é um dos nutrientes mais limitantes ao cultivo do feijoeiro em solos de várzea (ANDRADE et al., 2000; ANDRADE, 1997; BALIGAR; FAGERIA, 1997). De acordo com Grant et al. (2001), as limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo promovem as maiores restrições no desenvolvimento da planta. Neste sentido, Junqueira et al. (2002) constataram que a omissão de P em um Gleissolo Háplico de Minas Gerais causou uma redução de 69% na produção de massa seca da parte aérea do feijoeiro comum da cultivar Pérola.

Na omissão de K, a produção de massa seca da parte aérea pelas cultivares de caupi diferiu, significativamente, tanto na floração quanto no final do ciclo. O mesmo fato foi observado na massa seca da raiz e total, sendo que a cultivar Vinagrinho foi a que apresentou maior produção. A massa seca da parte aérea da BR3 Tracuateua até a floração não foi afetada negativamente pela omissão do K, quando comparada ao tratamento completo, enquanto que as cultivares Sete Vagens e Vinagrinho, no final do

ciclo, sofreram reduções da massa seca da parte aérea, de raízes e total da ordem de 43% e 29%, 30% e 39% e 41% e 30%, respectivamente. O K também tem sido considerado um dos nutrientes mais limitantes ao cultivo em solos de várzea, segundo Andrade et al. (2000), cultivando feijoeiro comum e Assis et al. (2000), cultivando arroz. Neste contexto, resposta positiva à adubação potássica do feijoeiro comum cultivado em quatro solos de várzeas do Sul de Minas Gerais foi constatada por Villa, Fernandes e Faquin (2004).

A omissão de Ca não causou variação significativa entre as cultivares na produção de massa seca da parte aérea na floração. Porém, no final do ciclo, a cultivar Sete Vagens apresentou produção significativamente maior que as demais, resultado também observado para massa seca da raiz e massa seca total (Tabela 2). A omissão deste nutriente reduziu significativamente a produção de massa seca da cultivar Vinagrinho, sendo que a parte aérea no final do ciclo apresentou redução de 44%, enquanto que a massa seca das raízes e a massa seca total foram reduzidas em 41% e 44%, respectivamente (Tabela 2).

Em relação ao tratamento completo, a cultivar Sete Vagens apresentou a produção de massa seca da parte aérea na floração e ao final do ciclo reduzida significativamente pela omissão do Mg. Na Vinagrinho, a redução foi percebida no final do ciclo na massa seca da parte aérea 22% e na massa seca total 14%. Por outro lado, comparando-se as três cultivares no tratamento em que foi omitido o Mg, a maior produção de massa seca total foi observada na cultivar Vinagrinho.

Com a omissão de S, apenas a cultivar Vinagrinho apresentou as massas secas da parte aérea do final do ciclo e total reduzidas 9%, em relação ao tratamento completo. Dynia e Cunha (1986), em pesquisa com o feijoeiro cultivado em vasos com amostras de Brunizem, verificaram que nas plantas do tratamento com baixa concentração de S, a produção de massa seca foi 52% inferior à das plantas que receberam normalmente o elemento.

De maneira geral, as omissões dos micronutrientes B, Cu e Zn, quando comparados ao tratamento completo, não interferiram negativamente na produção de massa seca da parte aérea das plantas cultivadas até a floração. No entanto, na cultivar Vinagrinho no final do ciclo, houve redução de 32%, 31% e 32% com as omissões de B, Cu e Zn respectivamente, ou seja, essa cultivar se mostrou mais sensível à ausência desses micronutrientes. Isso também se refletiu na produção de massa seca total, que foi reduzida na ordem de 25%, 26% e 33%, respectivamente. Andrade et al. (2000) observaram que a omissão de B e Zn em Glei Pouco Húmico reduziu a produção de massa seca da parte aérea do feijoeiro na época do florescimento. Melo e Lemos (1991) afirma que a deficiência de B prejudica o transporte e a ação de reguladores de crescimento, além de provocar distúrbios no desenvolvimento da planta. Para o crescimento radicular, as omissões de micronutrientes proporcionaram resposta diferenciada e significativa entre as cultivares.

O tratamento Testemunha apresentou o menor número de vagens por planta e menor peso de grãos (Tabela 3), sem diferença significativa entre as cultivares. A cultivar BR3-Tracuateua teve o menor número de grãos por vagem, comparada com as duas outras cultivares. O número de vagens por planta variou entre as cultivares, porém os valores encontrados foram superiores ao de Inada (2005), mas abaixo do padrão da espécie, que, segundo Silva e Oliveira (1993) e Silva e Freitas (1996), é superior a vinte vagens por planta.

No tratamento completo, as cultivares Sete Vagens e Vinagrinho mostraram comportamento semelhante para o número de vagens por planta e número de grãos (Tabela 3). No entanto, na cultivar BR3-Tracuateua, cujo número de vagens por planta foi significativamente superior ao das demais cultivares, no número de grãos por vagem foi significativamente inferior aos demais.

Tabela 2 – Valores médios da produção de massa seca da parte aérea do feijão caupi na época da floração (MSPA1) e no final do ciclo (MSPA2), da raiz (MSR) e massa seca total (MST), das cultivares BR3-Tracuateua (Cv1), Sete Vagens (Cv2) e Vinagrinho (Cv3), em função dos tratamentos, cultivados em solo de várzea do rio Pará.

Tratamento	MSPA1			MSPA2			MSR			MST		
	Cv1	Cv2	Cv3	Cv1	Cv2	Cv3	Cv1	Cv2	Cv3	Cv1	Cv2	Cv3
Test.	1,47bD	5,69aA	5,23aC	4,83cF	6,08bF	7,75aD	1,51bBC	1,15cF	1,85aED	6,34cF	7,23bD	9,58aEF
Completo	5,90aA	5,35aAB	5,09aC	5,88cE	10,15bC	13,17aA	1,33bCDE	2,30aD	2,54aB	7,21cEF	12,47bC	15,67aA
- N	5,30bB	2,04cD	6,19aAB	6,86bD	6,08bF	9,38aC	1,20bDE	2,08aD	2,10aC	8,06bCDE	8,16bD	11,45aD
- P	6,28aA	4,87bB	5,04bC	7,21bCD	6,99bE	8,19aD	1,36aCDE	0,91bF	1,20aE	8,57abCD	7,90bD	9,38aEF
- K	5,88bA	5,10cBC	6,71aA	7,56bBC	5,79cFG	9,41aC	1,11bE	1,62aF	1,56aD	8,68bBCD	7,41cE	10,95aDE
- Ca	5,82aA	5,60aAB	5,69aB	7,38bC	11,50aB	7,26bD	1,69bB	3,48aB	1,48bD	9,07bBC	15,00aB	8,74bF
- Mg	5,76aAB	4,59bC	5,81aB	7,35cCD	8,58bD	10,20aBC	1,53bBC	3,25aBC	3,15aA	8,88cBC	11,79bC	13,35aC
- S	5,77aAB	5,87aA	5,46aBC	8,06cB	12,62aA	11,20bB	1,47cBCD	3,31aBC	3,04bA	9,54cAB	15,92aB	14,22bB
- B	5,76aAB	5,64aA	4,92bC	6,30cC	12,57aA	8,85bC	1,19bDE	3,10aC	2,90aA	7,50cDE	15,67aB	11,72bD
- Cu	5,72aAB	5,19bB	5,11bC	8,33bAB	12,50aA	9,00bC	2,17cA	4,43aA	2,51bB	10,46cA	16,92aA	11,47bD
- Zn	4,75bC	5,61aAB	5,85aB	8,91bA	13,12aA	8,95bC	1,48bBCD	2,19aD	1,56bD	10,37bA	15,32aB	10,43bE
CV %		7,35			6,93			9,01			5,83	

Letras minúsculas compararam as cultivares e letras maiúsculas compararam os tratamentos

Tabela 3 – Valores médios do número de vagens por planta (NVP), de grãos por vagem (NGV), de grãos por vagem (NGV) e peso seco de grãos (PSG) de feijão caupi, cultivares BR3-Tracuetea (CV1), Sete Vagens (CV2) e Vinagrinho (CV3) em função dos tratamentos estudados, cultivados em solo de várzea do rio Pará.

Tratamento	NVP			NGV			PSG		
	CV1	CV2	CV3	CV1	CV2	CV3	CV1	CV2	CV3
	unid./vagem			unid./grão			g planta ⁻¹		
Test.	2,00aE	2,75aF	2,75aE	6,87bA	10,99aBC	11,52aBC	2,56aE	3,27aD	3,19aG
Completo	6,75aB	4,75bBC	5,37bAB	5,88bABC	11,17aBC	11,22aC	10,8aA	7,91cA	9,15bA
- N	5,75aBC	5,75aA	5,25aAB	4,39bCD	10,77aC	11,35aC	8,47aB	7,74aA	8,45aAB
- P	3,00bDE	2,75bEF	4,33aCD	6,58bAB	12,62aAB	13,02aAB	6,36aC	5,29bBC	5,39bF
- K	3,75aCD	4,25aCD	3,50aDE	4,68cCD	9,55bC	13,10aAB	5,05bD	5,47abBC	6,10aEF
- Ca	4,00bC	3,50bDEF	5,25aAB	7,07bA	10,15aC	10,47aC	6,10aC	4,99bC	5,29abF
- Mg	6,75aB	3,25cEF	5,00bABC	4,56bCD	12,92aA	13,82aA	7,50aB	6,22bAB	7,37aCD
- S	8,00aA	5,25bAB	3,75cD	3,11cD	11,05bBC	14,25aA	7,89aB	7,46abA	6,65bDE
- B	6,75aB	4,75bBC	4,66bBC	5,44cABC	10,45bC	14,32aA	8,45aB	8,10aA	7,81aBC
- Cu	8,75aA	4,00cDE	5,50bAB	4,84bC	13,25aA	13,25aAB	10,89aA	7,41cA	8,87bA
- Zn	8,25aA	5,75bA	5,75bA	5,04cBC	9,42bC	13,20aAB	11,19aA	7,56bA	8,38bABC
CV %	10,96			11,13			12,69		

Letras minúsculas comparam as cultivares e letras maiúsculas comparam os tratamentos

Na omissão de N, as cultivares não diferiram quanto ao número de vagens e peso de grãos. Quanto ao número de grãos por vagem, a BR3-Tracuateua teve um menor valor. Comparando-se a omissão de N com o tratamento completo, verifica-se que apenas o peso de grãos foi reduzido com a retirada do nutriente. Junqueira et al. (2002) constataram redução significativa na produção de grãos do feijoeiro comum, cultivado em solo de várzea, quando se omitiu N, também sem afetar o número de vagens por planta e o número de grãos por vagens, enquanto no trabalho de Andrade et al. (2000) foram observadas reduções na produção de grãos e no número de vagens por planta, no solo Glei Pouco Húmico quando foi feita a mesma omissão.

Na omissão de P, observa-se que as cultivares BR3-Tracuateua e Sete Vagens não diferiram quanto ao número de vagens, mas foram inferiores a Vinagrinho (Tabela 3). O maior peso de grãos foi observado no cultivar BR3-Tracuateua; no entanto, produziu o menor número de grãos por vagem entre as cultivares. Em relação ao tratamento completo, a omissão de P provocou redução do número de vagens por planta e do peso de grãos em todas as cultivares; entretanto, o número de grãos por vagem não foi reduzido. Resultados semelhantes foram obtidos, no cultivo do feijoeiro comum, por Junqueira et al. (2002) e por Andrade et al. (2000), que, além dessas reduções, ainda constataram redução significativa no número de grãos por vagem.

Quando foi feita a omissão de K, não se observou diferença significativa entre as cultivares para o número de vagens por planta; todavia, diferenças foram observadas para o número de grãos por vagem, tendo a cultivar Vinagrinho superado às demais (Tabela 3). Essa cultivar também apresentou maior peso seco de

grãos em relação à BR3-Tracuateua. Em relação ao tratamento completo, o não suprimento de K implicou a redução do número de vagens por planta, do peso seco de grãos e o número de grãos por vagem, em todas as cultivares, exceto para a última variável. Os solos de várzea têm apresentado limitações de K para o cultivo do feijoeiro, o que se reflete em redução do número de vagens por planta, do número de grãos por vagem e do peso seco de grãos (ANDRADE et al., 2000; JUNQUEIRA et al., 2002).

Pode-se verificar que, na omissão de Ca, a cultivar Vinagrinho teve o maior número de vagens por planta, enquanto a cultivar BR3-Tracuateua não diferiu da Sete Vagens. Contudo, o menor número de grãos por vagem ocorreu na cultivar BR3-Tracuateua, cujo peso de grãos foi superior somente à cultivar Sete Vagens (Tabela 3). Comparando-se os tratamentos omissão de Ca e completo, observa-se que a omissão ocasionou uma redução do peso de grãos em todas as cultivares, não afetou negativamente o número de grãos por vagem e reduziu o número de vagens por planta, exceto na cultivar Vinagrinho.

Observa-se que quando foi feita a omissão de Mg, as três cultivares apresentaram comportamentos distintos em relação ao número de vagens por planta, tendo a cultivar BR3-Tracuateua superado as demais. No entanto, essa cultivar foi inferior às demais cultivares quanto ao número de grãos por vagem. Para o peso de grãos, não foram observadas diferenças entre as cultivares BR3-Tracuateua e Vinagrinho (Tabela 3).

Alguns resultados têm demonstrado redução do peso de grãos do feijoeiro em solos de várzeas, quando não se faz calagem (FAQUIN et al., 1998), principalmente, devido ao

fornecimento de Ca e Mg. Quando estes nutrientes são omitidos da adubação, também tem sido constatada redução do peso seco de grãos e do número de vagens por planta (ANDRADE et al., 2000; JUNQUEIRA et al., 2002).

A omissão de S causou resposta significativa e diferenciada das cultivares avaliadas, sendo que a cultivar BR3-Tracueteua foi superior quanto ao número de vagens por planta, a Vinagrinho apresentou maior número de grãos por vagem e as cultivares BR3-Tracueteua e Sete Vagens foram superiores em relação ao peso de grãos (Tabela 3). Em relação ao tratamento completo, no entanto, a omissão do S afetou negativamente o número de vagens por planta na cultivar Vinagrinho, o número de grãos por vagem na BR3-Tracueteua, contudo, para o peso de grãos, nas cultivares BR3-Tracueteua e Vinagrinho (Tabela 3). Tem sido observado que, em feijoeiro cultivado em solos de várzea de Minas Gerais, a omissão de enxofre ocasiona redução principalmente no peso de grãos (ANDRADE et al., 2000; JUNQUEIRA et al., 2002). No entanto, Andrade (1997), no estado do Rio de Janeiro, não encontrou alterações no número de vagens por planta, no número de grãos por vagem e no peso seco de grãos na falta de suprimento de S.

Quando comparada ao tratamento completo, a omissão de B não causou efeito negativo ao número de grãos por vagem e número de vagens por planta (Tabela 3), exceto na cultivar Vinagrinho. As cultivares apresentaram comportamento diferenciado tanto para o número de vagens por planta quanto para o número de grãos por vagem. No caso do peso de grãos, não foram observadas diferenças entre as cultivares, embora BR3-Tracueteua e Vinagrinho tenham apresentado valores inferiores.

No geral, as omissões de Cu e Zn não causaram reduções significativas nas características avaliadas quando os tratamentos foram comparados com o completo (Tabela 3). Este resultado pode significar que o solo em estudo apresenta concentrações satisfatórias de Cu e Zn para a cultura do caupi (Tabela 1), cujos valores são considerados altos para o feijoeiro comum em Minas Gerais (COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1999).

A cultivar BR3-Tracueteua apresentou número de vagem por planta e peso de grãos superiores às demais cultivares, na omissão de Zn. Quanto ao número de grãos por vagem o maior valor foi observado na cultivar Vinagrinho (Tabela 3). Andrade et al. (2000) e Andrade (1997) constataram que as omissões de Cu e Zn não afetaram negativamente o número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de grãos. Junqueira et al. (2002), contudo, demonstraram que houve redução do peso de grãos, com omissões de Cu e Zn, e redução do número de vagens por planta e do peso de grãos em 58%, quando da omissão de B, no cultivo do feijoeiro comum em solos de várzea.

4 CONCLUSÃO

As cultivares apresentaram respostas diferenciadas à fertilidade do solo e aos tratamentos. A cultivar com melhor comportamento foi a BR3-Tracueteua, sendo o K o nutriente mais limitante para a produção de grãos, seguido pelo P e o Ca.

A produção de massa seca total da cultivar Sete Vagens foi mais limitada pelo K, enquanto que a produção de grãos foi mais afetada pelo Ca, P e K, sendo estes os nutrientes que mais limitaram a massa seca total e a produção de grãos da cultivar Vinagrinho.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. A. B. de; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CURTI, N.; VEIGA, P. M. R. da; ANDRADE, M. J. B. de. Fertilidade de solos de várzea do Sul de Minas Gerais para o cultivo do feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 35, n. 11, p. 2287-2294, nov. 2000.
- ANDRADE, W. E. de B. Limitações nutricionais para a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em solo de várzea da região norte fluminense. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.21, n.1, p. 50-57, 1997.
- ASSIS, M. P. de; CARVALHO, J. G. de; CURTI, N.; BERTONI, J. C.; ANDRADE, W. E. B. Limitações nutricionais para a cultura do arroz em solos orgânicos sob inundação. I. Crescimento. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.1, p.87-95, jan./mar. 2000.
- BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K. Nutrient use efficiency in acid soils: nutrient management and plant use efficiency. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH, 4., 1996. *Proceedings...* Belo Horizonte: Brazilian Soil Science Society, 1997 p.76-95.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação*. Viçosa, (MG), 1999. 359p.
- COUTO, W.S.; CORDEIRO, A.C.C.; ALVES, A. A.A.C. *Adubação mineral do caupi (Vigna unguiculata (L) Walp) em Latossolo de campo cerrado de Roraima*. Boa Vista : Embrapa Roraima, 1982. 3p (Embrapa Roraima. Pesquisa em Andamento,62)
- DYNIA, J. F.; CUNHA, N. G. Limitações nutricionais do feijoeiro em solo Brunizem avermelhado na região de Corumbá. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 21, n. 11, p. 1219-1221, 1986.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).
- FAQUIN, V.; ANDRADE, C. A. B.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, A. T.; CURTI, N. Resposta do feijoeiro à aplicação de calcário em solos de várzea do sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.22, p.651-660, 1998.
- GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPARD, S. C. A *importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta*. Piracicaba : POTAFOS, 2001.
- INADA, F. H. *Efeito da aplicação de calcário sobre produção de massa seca e grãos, teor e acúmulo de macronutrientes em plantas de caupi cultivadas em solos de várzea do rio Pará*. 2005. 46p. Dissertação (Mestrado) – UFRA, Belém, 2005
- JUNQUEIRA, A. D. de A.; ANDRADE, M. J. B. de; FURTINI NETO, A. E.; FAQUIN, V.; JUNQUEIRA, G. D. de A. Diagnóstico da fertilidade de um solo de várzea do sul de Minas Gerais visando à cultura do feijoeiro. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. dez. 2002. Edição Especial.
- MELO, J. W.; LEMOS, E. . M. Análise bioquímica das plantas. In: SIMPOSIO SOBRE MICRONUTRINTES NA AGRICULTURA, 1., 1988, Jaboticabal *Anais...* Piracicaba: POTAFOS/CNPq, 1991. p. 310-331.

PARÁ. Secretaria Especial de Produção. Disponível em: <http://www.pa.gov.br/noticias2007/04_2007/17_02.asp>. Acesso em : abr. 2007.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

_____; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas: Fundação Cargil, 107p. 1987.

SILVA, C. C. da. Feijão. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.6, n. 65, p. 50-54, 1980.

SILVA, P.S.L.; FREITAS, C.J. Rendimentos de grãos verdes de milho e caupi em cultivos puros e consorciados. *Revista Ceres*, Viçosa (MG), v. 43, n. 245, p. 28-38, 1996.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, C.N. Rendimentos de feijão verde e maduro de cultivares de caupi. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 11, n. 2, p 133-135, 1993.

STONE, F.; SARTORATO, A. (Org). *O cultivo do feijão: recomendações técnicas*. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 48).

VILLA, M. R.; FERNANDES, L. A.; FAQUIN, V. Formas de potássio em solos de várzea e sua disponibilidade para o feijoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p649-658, 2004.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. *Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: UFPel. Departamento de Matemática e Estatística, 1991. 101p.