

# Crescimento de cultivares de feijão-caupi em solo de terra firme e várzea

## Growth of cowpea cultivars in upland and lowland soils

Luís Antônio Coutrim Santos<sup>1</sup>  
Douglas Marcelo Pinheiro Silva<sup>2</sup>  
Ivanildo Amorim Oliveira<sup>3</sup>  
Carlos Eduardo Pereira<sup>4(\*)</sup>  
Milton César Costa Campos<sup>5</sup>

### Resumo

O feijão caupi apresenta grande importância na alimentação, especialmente das populações das regiões norte e nordeste brasileiro, sendo uma das principais fontes de energia e proteína nessas localidades. Entretanto, as produtividades obtidas geralmente são baixas, o que poderia ser contornado utilizando-se solos de maior fertilidade natural. Assim, o objetivo, neste trabalho, foi avaliar o crescimento de três cultivares de feijão caupi cultivado em solo de terra firme e de várzea, na região de Humaitá, Amazonas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se sacos de polietileno de aproximadamente 2 litros. Como substrato, foram coletadas amostras de solos na profundidade 0,0 a 0,20 m, de Argissolo Vermelho (terra firme) e Neossolo Flúvico (várzea). Foram utilizadas, na semeadura, as cultivares: Barrigudinho, Manteiguinha e Felipinho. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos completos casualizados, em esquema fatorial 2x3, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes características: altura da planta, diâmetro do coleto, biomassa seca e verde da parte aérea e radicular. Verificou-se que o solo de várzea é mais propício ao cultivo do

- 
- 1 MSc.; Engenheiro Agrônomo; Doutorando em Agronomia na Universidade Federal de Santa Maria, UFSM; Endereço: Avenida Roraima no 1000, Faixa de Camobi, km 09 - Campus Universitário Centro de Ciências Rurais, CEP: 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil; E-mail: luizcouttrin@hotmail.com
  - 2 MSc.; Engenheiro Agrônomo; Professor Auxiliar da Universidade Federal do Amazonas; Endereço: Rua 29 de Agosto, nº 786, Centro, CEP: 69800-000 - Humaitá, Amazonas – Brasil; E-mail: douglasmartelo@hotmail.com
  - 3 MSc.; Engenheiro Agrônomo; Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IFPA - Campus Breves, PA; Endereço: Rua Antônio Fulgêncio da Silva, s/n, Parque Universitário, CEP: 68800-000 - Breves, Pará – Brasil; ivanildoufam@gmail.com
  - 4 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor da Universidade Federal do Amazonas, UFAM; Endereço: E-mail: cepereira.ufam@gmail.com (\*) Autor para correspondência.
  - 5 Dr.; Engenheiro Agrônomo; Professor Adjunto IV do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/UFAM Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente; Rua 29 de Agosto, nº 786, Bairro Divino Pranto, CEP: 69800-000 - Humaitá, Amazonas – Brasil; E-mail: mcesarsolos@gmail.com

Recebido para publicação em 28/5/2013 e aceito em 7/10/2016

feijão caupi, devido a sua fertilidade natural. Não há diferença no crescimento vegetativo das cultivares de feijão estudadas, independentemente do cultivo em solo de várzea ou terra firme.

**Palavras-chave:** Argissolo Vermelho; Neossolo Flúvico; solos da Amazônia; *Vigna unguiculata* (L.).

## Abstract

The cowpea is important especially in feeding the populations of northern and northeastern Brazil, it is a main source of energy and protein in these places. However, the yields are low generally, which could be overcome using higher natural fertility soils. The aim was to evaluate the growth of three cultivars of cowpea grown in soil “terra firme” and “várzea” in the region of *Humaitá, AM*. The experiment was performed in a greenhouse, using polyethylene bags of about 2 liters. Soil samples were collected at a depth from 0.0 to 0.20 m, Typic Hapludalf (terra firme) and Fluvic Neosol (várzea), the cultivars used for varieties: *Barrigudinho*, *Manteiguinha* and *Felipinho*. The statistical design was randomized blocks in factorial 2x5, with four replications. The parameters used in assessing the growth of plants were: plant height, stem diameter and dry biomass of green shoots and roots. It was found that the meadow soil is more conducive to the cultivation of cowpea, due to its natural fertility. There is no difference in vegetative growth of bean varieties studied, regardless of the crop in “várzea” or “terra firme”.

**Key words:** Typic Hapludalf; Fluvic Neosol; Amazonian soil; *Vigna unguiculata* (L.).

## Introdução

O feijão-caupi ou feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) constitui-se na principal cultura de subsistência das regiões Norte e Nordeste do país, representando cerca de 90% de toda área cultivada no Brasil que, atualmente, é de aproximadamente um milhão de hectares, (MATOS FILHO et al., 2009). Além disso, o feijão-caupi representa uma das principais fontes de energia e proteína na alimentação das populações dessas regiões, pois esse

feijão é um dos componentes básicos da dieta alimentar, gerando também empregos e renda, tanto na zona rural quanto na zona urbana (LIMA et al., 2007).

Apesar de sua importância para a região Norte e Nordeste, a cultura apresenta baixa produtividade média, principalmente devido a baixa disponibilidade de nutrientes do solo, como o nitrogênio (XAVIER et al., 2007) e baixo nível tecnológico utilizado para a produção, já que o feijão-caupi é normalmente cultivado como agricultura de subsistência (AURAS; AMÂNCIO, 2015).

No Estado do Amazonas, o cultivo do feijão-caupi é realizado tanto em várzea quanto em terra firme. De acordo com dados da CONAB (2008), a área cultivada representa 4,6 mil hectares, quantitativo pequeno quando comparado com a totalidade dos ambientes de Várzea que representam aproximadamente 24,8 milhões de hectares (BRASIL, 1979). Esses solos de várzea são ricos em nutrientes, oriundos de material suspenso provenientes das inundações sazonais (OLIVEIRA et al., 2010), enquanto que as áreas de terra firme não sofrem inundação e são formadas por sedimentos terciários, porém com poucas reservas de nutrientes para as plantas (CAMPOS, 2009).

Vale destacar que, em função das boas características químicas dos solos de várzea, essas áreas ganharam importância na região, pois nesses solos é produzida a maior parte das culturas de ciclo curto, incluindo o feijão-caupi. Os solos de várzeas, normalmente, apresentam teores elevados de silte e são, frequentemente, eutróficos, com elevados valores de saturação por bases e capacidade de troca de cátions, especialmente  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  (LIMA et al., 2006; GUIMARÃES et al., 2013) e contrastam com os solos bem drenados de terra firme, os quais apresentam baixa fertilidade devido, dentre outros fatores, à natureza do material geológico (LIMA et al., 2006).

Os produtores amazonenses, em sua grande maioria, não dispõem de recursos financeiros para realizar a correção do solo para o cultivo, muitas vezes, realizando o plantio sem nenhum preparo da área. Buscando trabalhar com as condições de cultivo próximo da realizada dos produtores da região, no presente trabalho, tem-se como objetivo avaliar o crescimento de três cultivares de feijão-caupi em solos de

terra firme e várzea na região de Humaitá, Amazonas.

## Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente (IEAA)/UFAM, no município de Humaitá, estando situada sob as coordenadas geográficas de 7° 30' 24" S e 63° 04' 56" W. Essa região está classificada, segundo Köppen, como tipo Am (chuvas do tipo monção), que apresenta um período seco de pequena duração, de junho até outubro. A elevada pluviosidade é um dos aspectos mais característicos da região, limitada pelas isoietas de 2.200 e 2.800 mm com temperaturas médias anuais variando entre 25 e 27 °C, e uma umidade relativa do ar entre 85 e 90% (BRASIL, 1978).

Para instalação do experimento, foram utilizados sacos de polietileno com volume de aproximadamente 2 litros e coletadas amostras de solos na profundidade 0,0 a 0,20 m, de Argissolo Vermelho (Terra Firme) e Neossolo Flúvico (Várzea). As cultivares utilizadas foram: Barrigudinho, Manteiguinha e Felipinho, cujas sementes foram obtidas de lotes utilizados tradicionalmente por produtores rurais do município de Humaitá. Os dois tipos de solo utilizados foram caracterizados antes da instalação do experimento (Tabela 1).

Foram colocadas quatro sementes de feijão-caupi por recipiente a 2 cm de profundidade. No décimo quinto dia, foi realizado o desbaste deixando-se as duas plantas mais vigorosas em cada repetição. A irrigação das plantas foi realizada diariamente conforme a necessidade.

Tabela 1 - Caracterização física e química do solo de várzea e terra firme utilizadas no experimento

Parâmetro	Unidade	Solo			
		Várzea	Classe	Terra Firme	Classe
Areia	g kg <sup>-1</sup>	4,90	-	333,60	-
Silte	g kg <sup>-1</sup>	626,30	-	519,70	-
Argila	g kg <sup>-1</sup>	368,70	-	146,60	-
Ds	Kg dm <sup>-3</sup>	1,06	-	1,02	-
Dp	Kg dm <sup>-3</sup>	2,50	-	2,60	-
Pt	%	58	-	61	-
pH	-	4,40	Muito baixo*	4,00	Muito baixo*
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	12,88	Muito bom	0,21	Muito baixo
Mg <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,59	Muito bom	0,14	Muito baixo
K <sup>+</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	89,92	Bom	62,55	Médio
Na <sup>+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,25	-	0,03	-
Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,70	Alta	3,45	Muito alta
H+Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	5,69	Alta	16,09	Muito alta
SB	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	15,95	Muito bom	0,54	Muito baixo
CTC	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	21,65	Muito bom	16,63	Muito bom
V	%	73,70	Bom	3,26	Muito baixo
MO	dag kg <sup>-1</sup>	2,69	Médio	1,91	Baixo
P	g dm <sup>-3</sup>	11,90	Médio	1,10	Muito baixo

Fonte: Santos, L.A. C. et al. (2013).

Nota: Ds: densidade do solo; Dp: densidade de partículas; Pt: porosidade total; SB: soma de bases, CTC a pH 7,0; V: porcentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0, MO: matéria orgânica; \*classificação agrônômica.

Foram avaliadas as seguintes características:

a) Altura da planta (cm): determinada pela medição da parte aérea, do colo da planta até a inserção da última folha, a cada 15 dias, durante 60 dias;

b) Diâmetro do coleto (mm): medição do diâmetro do coleto a cada 15 dias, durante 60 dias de cultivo das plantas;

c) Biomassa verde da parte aérea e de raízes (g), obtida pela pesagem das plantas,

em balança analítica, logo após serem cortadas rente ao solo;

d) Biomassa seca da parte aérea e biomassa seca do sistema radicular (g) determinadas pela pesagem das plantas em balança analítica após a secagem em estufa, de circulação forçada de ar a 60 °C, durante aproximadamente 3 dias, até que fosse obtido peso constante.

O experimento foi estabelecido em esquema fatorial 2x3 (sendo 2 tipos de solo

e 3 cultivares), exceto para as características altura de plantas e diâmetro do coleto para os quais foi estudado também o fator épocas, constituindo um fatorial com parcelas subdivididas no tempo 2x3x4, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância, por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2008), e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade para os fatores solo e cultivares e estudo de regressão polinomial

para o fator tempo.

## Resultados e Discussão

Verificou-se efeito significativo da interação entre solos e cultivares para as características biomassa verde e seca da parte aérea, bem como diferença significativa entre os tipos de solo para a biomassa verde e seca de raízes (Tabela 2). Para as avaliações de altura e diâmetro do coleto das plantas, foi observado efeito significativo apenas para a fonte de variação épocas.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância da altura de plantas (AP), diâmetro do coleto (DC), biomassa verde da parte aérea (BVPA), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa verde do sistema radicular (BVR) e biomassa seca do sistema radicular (BSR) de cultivares de feijão caupi cultivados em solo de várzea e terra firme

FV	GL	Quadrados Médios					
		AP	DC	BVPA	BSPA	BVR	BSR
Blocos	3	41,317	0,160	9,503	0,335	23,916	8,134
Cultivar (C)	2	248,170 <sup>ns</sup>	4,539 <sup>ns</sup>	5,127 <sup>ns</sup>	0,389 <sup>ns</sup>	6,773 <sup>ns</sup>	1,633 <sup>ns</sup>
Solo (S)	1	79,570 <sup>ns</sup>	1,579 <sup>ns</sup>	2222,797 <sup>**</sup>	85,164 <sup>**</sup>	528,938 <sup>**</sup>	250,454 <sup>**</sup>
C*S	2	178,235 <sup>ns</sup>	4,772 <sup>ns</sup>	53,521 <sup>**</sup>	1,761 <sup>*</sup>	10,461 <sup>ns</sup>	4,343 <sup>ns</sup>
Erro 1	6 <sup>a</sup>	53,426	1,325	7,852	0,458	4,908	1,586
Época (E)	3	27,276 <sup>**</sup>	0,358 <sup>**</sup>	-	-	-	-
Erro 2	9	0,310	0,021	-	-	-	-
ExS	6	0,978 <sup>ns</sup>	0,022 <sup>ns</sup>	-	-	-	-
ExC	3	1,406 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	-	-	-	-
ExCxS	6	0,817 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	-	-	-	-
Erro 3	54	8,733	0,138	-	-	-	-
Total	95 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-	-

Fonte: Santos, L.A. C. et al. (2013).

Nota: <sup>a</sup>Para as características BVPA, BSPA, BVR e BSR o Erro 1 (e único) possui 15 graus de liberdade e o Total possui 23 graus de liberdade; \* e \*\* Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; <sup>ns</sup> Não significativo.

Observa-se que as plantas cultivadas em solo de terra firme tiveram, significativamente, menores valores de biomassa seca e verde da parte aérea, independentemente da cultivar utilizada, culminando, assim, com limitações ao crescimento das plantas conforme observado na tabela 3. Esses resultados devem-se ao fato de os solos de terra firme apresentarem, como principais problemas, deficiências em P, Ca e Mg, toxicidade de alumínio e baixa CTC

(CRAVO; SMYTH, 1997; SOUZA et al., 2010). Esses problemas de deficiências são, notadamente, observados para o solo de terra firme, representado pelos valores muito baixos de soma de bases, conforme classificação de Ribeiro et al. (1999), e também, os altos níveis de alumínio, nesse solo podem ter contribuído para o menor acúmulo de biomassa seca e verde da parte aérea e, conseqüentemente, para o menor desenvolvimento.

Tabela 3 - Biomassa verde e seca da parte aérea (g) das cultivares de feijão-caupi cultivadas em solo de várzea e terra firme

Características	Cultivares	Tipos de Solo	
		Várzea	Terra Firme
<b>Biomassa verde da parte aérea (g)</b> CV (%) = 21,24	<b>Barrigudinho</b>	25,363 a A	1,913 b B
	<b>Manteiguinha</b>	20,415 a A	6,943 a B
	<b>Felipinho</b>	22,683 a A	1,860 b B
<b>Biomassa seca da parte aérea (g)</b> CV (%) = 26,72	<b>Barrigudinho</b>	5,020 a A	0,365 a B
	<b>Manteiguinha</b>	4,018 a A	1,232 a B
	<b>Felipinho</b>	4,213 a A	0,350 a B

Fonte: Santos, L.A. C. et al. (2013).

Nota: Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey e de F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

Em contrapartida, o crescimento das plantas de feijão-caupi cultivadas em solo de várzea foi maior devido à maior fertilidade desse solo (Tabela 1), tendo, segundo classificação de Ribeiro et al. (1999), valores bons e muito bons para a saturação por bases e soma de bases (Tabela 1), respectivamente. Segundo Malavolta (2006), o aumento da concentração de Ca nos solos pode levar a ganhos da produção de matéria seca, pois esse elemento participa como ativador enzimático, no processo de crescimento da membrana plasmática das células. Ganhos na produção de matéria seca podem também ser

influenciados pelo Mg no solo e absorvido pela planta, pois esse elemento participa estruturalmente da molécula de clorofila, importante na maquinaria fotossintética da planta (VITTI et al., 2006).

Tais resultados corroboram aqueles observados por Oliveira et al. (2010), que estudou o feijão-caupi no Estado do Amazonas e destacou o cultivo dessas plantas em áreas de solo de várzea devido à fertilidade natural, favorecida pela deposição de sedimentos provenientes do regime de inundação sazonal.

Entre as cultivares de feijão-caupi

avaliadas, não foi observada diferença significativa para a biomassa verde e seca da parte aérea quando cultivadas em solo de várzea (Tabela 3). Entretanto, quando cultivadas em solo de terra firme, para cultivar Manteiguinha, constatou-se valores de biomassa verde da parte aérea significativamente maiores, em relação às demais cultivares. Provavelmente, a Manteiguinha apresentou maior tolerância aos efeitos tóxicos do alumínio o que, conseqüentemente, proporcionou maior crescimento das plantas nessas condições.

Na tabela 4, são apresentados os resultados de biomassa seca e verde de raízes de feijão-caupi em função dos tipos de solo

utilizados no experimento. Verificou-se diferença significativa para o crescimento do sistema radicular, em relação ao tipo de solo, sendo obtido maior crescimento das plantas cultivadas em solo de várzea. Altos teores de alumínio, como os observados no solo de terras altas utilizado neste estudo, exercem efeitos tóxicos sobre o crescimento dos vegetais, notadamente sobre o sistema radicular, reduzindo ou inibindo a divisão celular (RAMÍREZ-BENÍTEZ et al., 2009), bem como diminuindo a absorção e a translocação de fósforo, cálcio e magnésio na planta e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (FREITAS et al., 2006).

Tabela 4 - Biomassa verde e seca do sistema radicular de plantas de feijão-caupi cultivadas em solo de várzea e solo de terra firme

Características	Tipo de solo	Média observada (g)
<b>Biomassa verde do sistema radicular</b>	<b>Várzea</b>	10,794 a
<b>CV(%) = 36,32</b>	<b>Terra Firme</b>	1,405 b
<b>Biomassa seca do sistema radicular</b>	<b>Várzea</b>	7,160 a
<b>CV(%) = 32,06</b>	<b>Terra Firme</b>	0,699 b

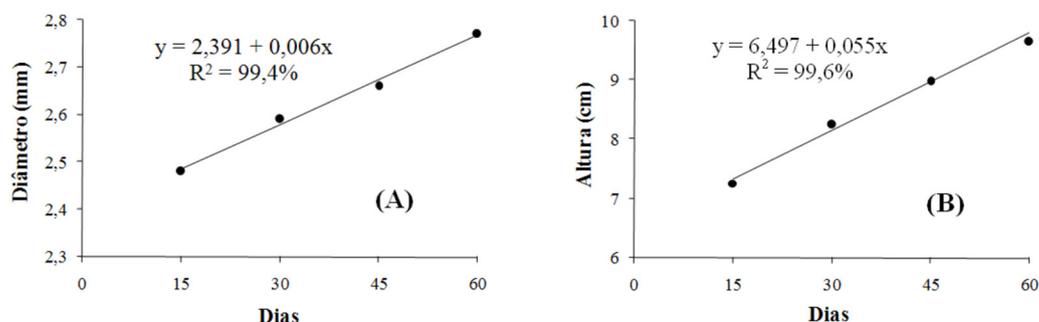
Fonte: Santos, L.A. C. et al. (2013).

Nota: Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao diâmetro do coleto e a altura das plantas de feijão-caupi, não foram observadas diferenças significativas em relação ao tipo de solo e cultivares avaliadas, bem como as interações. Entretanto, observando o crescimento ao longo do tempo, verificou aumento linear do diâmetro do coleto e da altura das plantas (Figura 1). Provavelmente, houve um crescimento desordenado das plantas cultivadas em solo de terra firme, aumentando-se o tamanho ao longo dos dias, porém, sem aumento da biomassa das plantas, como pode ser

observado nas tabelas 3 e 4. Esse resultado deve-se, provavelmente, ao desequilíbrio nutricional do solo de terra firme, que apresentava valores muito baixos de soma de bases, em contrapartida ao elevado teor de matéria orgânica, fonte de nitrogênio. O nitrogênio é componente de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila (SCHRÖDER et al., 2000), sendo que o excesso de nitrogênio pode promover decréscimo da fotossíntese e redução na assimilação e translocação de carboidratos e minerais (SU et al., 2012).

Figura 1 - Crescimento em diâmetro (A) e altura (B) de plantas de feijão-caupi cultivados durante 60 dias



Fonte: Santos, L.A. C. et al. (2013).

Um dos motivos de a grande maioria do plantio de feijão-caupi ser em áreas de várzeas está relacionado à condição econômica dos produtores, pois quase a totalidade não tem recursos para realizar a correção dos solos, uma vez que, se o solo de terra firme fosse corrigido, passaria a apresentar um grande potencial produtivo para o cultivo do feijão-caupi. Entretanto, como observado neste estudo, em condições de baixo ou nenhum aporte de insumos, no caso fertilizantes, o desenvolvimento do feijão-caupi é comprometido em solos de terra firme.

Segundo Zilli et al. (2007), as características físicas dos solos de terra firme são favoráveis ao uso agrícola, pois se trata de solos profundos e bem drenados, ocorrendo em relevo plano a suave ondulado, de fácil mecanização, sem grandes problemas de erosão. Entretanto, como observado nos

resultados desta pesquisa, há necessidade de correção química do solo de terra firme, sendo que, segundo Cravo e Smyth (1997), o cultivo nesses solos pelos pequenos agricultores que não dispõem de recursos para aquisição de fertilizantes e calcário, só é possível após a queimada, em função de as cinzas apresentarem efeito fertilizante e corretivo da acidez, permitindo o cultivo por um a dois anos consecutivos, porém com baixa produtividade das culturas.

## Conclusão

Em condições naturais, o solo de várzea propicia maior crescimento do feijão-caupi quando comparado com seu cultivo em solo de terra firme.

Não há diferença no crescimento em solo de várzea entre as cultivares tradicionais estudadas.

## Referências

AURAS, N. E.; AMANCIO, C. O. G. **Cultivo de feijão-caupi em municípios dos estados do Norte, Nordeste e Centro-oeste, conforme a área colhida e a produtividade.** Embrapa Agrobiologia-Documentos (INFOTECA-E), 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão agrícola das terras do Amazonas**. Brasília, DF, BINAGRI. (BINAGRI. Estudos básicos para o planejamento agrícola, Aptidão agrícola das terras, 12), 1979. 142 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil, folha SB. 20, Purus**. Rio de Janeiro: 1978. 561 p.

CAMPOS, M. C. C. **Pedogeomorfologia aplicada a ambientes amazônicos do médio rio Madeira**. 2009. 242 f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento brasileiro de safra de grãos 2007/2008**: décimo primeiro levantamento, agosto de 2008.

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, n. 21, p. 607-616, 1997.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v. 6, n.2, p. 36-41, 2008.

FREITAS, F. A.; KOPP, M. M.; SOUSA, R. O.; ZIMMER, P. D.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Absorção de P, Mg, Ca e K e tolerância de genótipos de arroz submetidos a estresse por alumínio em sistemas hidropônicos. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 72-79, 2006.

GUIMARÃES, S. T.; LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; NEVES JUNIOR, A. F.; SILVA, F. W. R.; MACEDO, R. S.; SOUZA, K. W. Caracterização e classificação de GLEISSOLOS da várzea do rio Solimões (Manacapuru e Iranduba), Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, p. 317-326, 2013.

LIMA, C. J. G. S.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. OLIVEIRA, M. K. T.; ALMEIDA JÚNIOR, A. B. Resposta do feijão-caupi a salinidade da água de Irrigação. **Revista Verde Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n. 2, p. 79-86, 2007.

LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 59-68, 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 2006. 638 p.

MATOS FILHO, C. H. A.; GOMES, R. L. F.; ROCHA, M. M.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, Â. C. A. Potencial produtivo de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 348-354, 2009.

MENGEL, K.; KIRKBY, E, A. **Principles of plant nutrition**. Bern: International Potash Institute, 1987. p. 525-536.

OLIVEIRA, O. M. S.; SILVA, J. F.; GONÇALVES, J. R. P.; KLEHM, C. S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p.523-530, 2010.

RAMÍREZ-BENÍTEZ, J. E.; HERNANDÉZ-SOTOMAYOR, T.; MUÑOZ-SANCHÉZ, A. The location of aluminum in protoplasts and suspension cells taken from *Coffea arabica* L. with different tolerance of Al. **Journal of Inorganic Biochemistry**, New York, v. 103, n. 11, p. 1491-1496, 2009.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª. Aproximação**. Viçosa: 1999. 359 p.

SCHRÖDER, J. J.; NEETESON, J. J.; OENEMA, O.; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production?: Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 66, p. 151-164, 2000.

SOUZA, M. I. L.; VALE JÚNIOR, J. F.; UCHÔA, S. C. P.; MELO, V. F. Características físicas, químicas e conteúdo de água em solos convertidos de savana para plantio de *Acacia mangium*. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 4, n. 1, p. 20-26, 2010.

SU, S.; ZHOU, Y.; QIN, J.G.; WANG, W.; YAO, W.; SONG, L. Physiological responses of *Egeria densa* to high ammonium concentration and nitrogen deficiency. *Chemosphere*, Amsterdam, v. 86, n. 5, p. 538-545, 2012.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 398-325.

XAVIER, T.F.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V.B.; CAMPOS, F.L. Ontogenia da nodulação em duas cultivares de feijão-caupi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.561-564, 2007.

ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ARAÚJO, W. F.; MELO, V. F. **Workshop sobre a cultura do feijão-caupi em Roraima**. Boa Vista – RR. EMBRAPA RORAIMA, 2007. 88p.