

## **DISTÚRPIO NUTRICIONAL DO GUARANAZEIRO CULTIVADO EM SOLOS DA AMAZÔNIA COM DIFERENTES TEORES DE ARGILA E MATÉRIA ORGÂNICA**

José Clério Rezende Pereira<sup>1</sup>, Adônis Moreira<sup>2</sup>, Murilo Rodrigues de Arruda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Amazônia Ocidental, Rodovia AM 010, km 29, CEP: 69010-970, Manaus, AM. E-mail: jose.clerio@embrapa.br; murilo.arruda@embrapa.br.

<sup>2</sup>Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, Acesso Orlando Amaral, CEP 86001-970, Londrina, PR. adonis.moreira@embrapa.br

*RESUMO: Dois guaranazais com a mesma recomendação de adubação apresentaram estado nutricional distintos com sintomas visuais de deficiência de nutrientes, sendo divididos em: Área 1: assintomáticos (A) e Área 2: com deficiência e/ou sintomáticos (S) para deficiência nutricional. Nas plantas foram coletados, nos quatro pontos cardeais (norte, leste, sul e oeste), os folíolos números 1, 2 e 3 de ramos do terço inferior e de ramos na porção mediana das plantas. Em cada área, também foram coletadas três amostras de solo compostas nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm para quantificação dos atributos físicos e químicos do solo. Apesar dos atributos químicos do solo serem semelhantes, a mesma adubação nos dois tipos de solo acarretou em ausência de produção de frutos de guaraná no solo arenoso e menor teor de matéria orgânica (MO) e produtividade de 40 g planta<sup>-1</sup> no argiloso e maior teor de MO. Em relação ao estado nutricional das plantas, os teores foliares de N e Mg no terço médio e terço inferior da planta foram os mais influenciados, com sintomas visuais característicos de deficiência e teores bem abaixo do indicados como adequados na área 2, fato esse não observado na área 1. Tais resultados demonstram que nas condições edafoclimáticas da Amazônia, o teor de argila e MO devem ser considerados na recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do guaranazeiro.*

*Palavras-chave: Paullinia cupana, fertilidade do solo, estado nutricional das plantas, sintomas de deficiência*

## **NUTRITIONAL DISTURBANCE OF GUARANA PLANTS CULTIVATED ON SOILS OF AMAZON WITH DIFFERENT CLAY AND ORGANIC MATTER LEVELS**

*ABSTRACT: In two guarana plantations with the same fertilization recommendation presented different nutritional status with visual symptoms of nutrient deficiency, being divided into: Area 1: asymptomatic (A) and Area 2: deficient and / or symptomatic (S) for nutritional deficiency. Leaflets numbers 1, 2 and 3 were collected at the four cardinal points (north, east, south and west) of branches of the lower third and branches at the median portion of the plants. In each area, three soil samples composed at 0-20 and 21-40 cm depths were also collected to quantify soil physical and chemical attributes. Although the chemical properties of soil were similar, the same fertilization in the two types of soil resulted in the absence of guarana yield in the sandy soil and lower organic matter content (OM) and yield of 40 g plant<sup>-1</sup> in clayey and higher MO content. Regarding the nutritional status of plants, the N and Mg leaf concentration in the middle and lower third of the plant were the most influenced, with characteristic visual symptoms of deficiency and levels well below those indicated as adequate in area 2. These results demonstrate that in the edaphoclimatic conditions of Amazon, the clay and OM content*

*should be considered in the recommendation of fertilizers and correctives for the guarana crop.*

*Key words: Paullinia cupana, soil fertility, nutritional status of plants, deficiency symptoms*

## INTRODUÇÃO

O guaranazeiro [*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke] é originário da Amazônia e a produção é localizada, na sua maior parte, nos estados do Amazonas e Bahia (Pereira, 2005). No Estado Amazonas é cultivado em Latossolos e Argissolos (Arruda et al., 2012), cuja a variabilidade do tipo de solo constitui em um dos principais problemas no uso eficiente do manual de recomendação de adubação e calagem para a cultura.

Em algumas condições, como os solos do Estado do Amazonas, cujo o teor de matéria orgânica (MO) é elevado e caracterizados pela elevada acidez, com  $H^+ + Al^{3+}$  predominando na capacidade de troca de cátions (Moreira e Fageria, 2009), tal situação pode ser ainda mais relevante. Além disso, a utilização contínua das áreas sem um manejo adequado, acarreta no esgotamento precoce da fertilidade desses solos (Cravo e Smyth, 1997), principalmente quando o modo de utilização se baseia na queima dos restos culturais e à baixa reposição dos nutrientes ocasionada pelos elevados custos dos fertilizantes e corretivos na região (Moreira e Pupo, 2005).

Na região amazônica, 75% dos solos são constituídos de Latossolos e Argissolos, mas existe uma parte representativa de Neossolos Quartzarênicos (Moreira e Fageria, 2008). Essa variação no teor de argila pode alterar a adsorção de nutrientes, principalmente o P, ocasionando na diminuição da disponibilidade destes para as plantas (Novaes e Smyth, 1999). Outros elementos, como K, Ca e Mg, também apresentam baixos níveis no solo (Moreira e Fageria, 2009), ficando o conteúdo restrito a ciclagem de nutrientes (Malavolta, 1987)

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos da textura sobre o estado nutricional das plantas de guaranazeiro cultivadas nas condições edafoclimáticas da Amazônia.

## MATERIAL E MÉTODOS

No campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado nas coordenadas geográficas 3°8'S e 59°52'W, no município de Manaus, Estado do Amazonas, dois guaranazais de, aproximadamente, 1,5 hectares da Série 200, cultivados no espaçamento de 5 m × 5 m e cinco anos de idade e com a mesma recomendação e adubação indicada por Pereira (2005) para a cultura do guaranazeiro e apresentaram estado nutricional distintos com sintomas visuais de deficiência de nutrientes, mais especificamente o magnésico (Mg), sendo divididos em: Área 1: com guaranazeiros assintomáticos (A) para deficiência de Mg cultivado em solo com 667 g kg<sup>-1</sup> de argila e 23,7 g kg<sup>-1</sup> de C (Tabela 1) e Área 2: com guaranazeiros com deficiência visual e/ou sintomáticos (S) para deficiência de Mg e Mn e cultivado em solo com 281,7 g kg<sup>-1</sup> de argila e 12,3 g kg<sup>-1</sup> de C. A cultivar de guaraná amostrada nas duas áreas foi a BRS CG 611.

Nos dois guaranazais foram coletados, nos quatro pontos cardeais (norte, leste, sul e oeste), os folíolos números 1, 2 e 3 (Arruda et al., 2007) de ramos do terço inferior e de ramos na porção mediana das plantas. Os folíolos coletados no início do florescimento pleno para análise foliar foram os localizados nas folhas 3 a 5 (folhas de guaranazeiros são compostas por 5 folíolos numerados de 1 a 5 do ápice para base). Após a coleta os folíolos foram secos em estufa a 65°C e efetuadas análises foliares completas para macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e para micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), de acordo com as metodologias descritas por Malavolta et al. (1997). Foi quantificada a produção de grãos por planta nos dois guaranazais.

Em cada área, também foram coletadas três amostras compostas (média de 10 amostras simples), nas profundidades de 0-20 e 21-40 cm para quantificação dos atributos físicos (areia, silte e argila) e químicos (pH em água, C, P, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> e CTC) do solo (Embrapa, 1997).

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), teste F e comparados pelos testes de Tukey a 5% de probabilidade. Para os teores foliares, foram também feitas correlações ( $p \leq 0,05$ ) entre os nutrientes afim de verificar a presença ou não de interação entre os mesmos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos variou entre as duas áreas, com ausência de produção nas plantas sintomáticas e 40 g planta<sup>-1</sup> nas sem sintomas de deficiência (Tabela 1). Com

relação aos atributos químicos do solo nas profundidade de 0-20 e 20-40 cm nos dois guaranazais, estes são apresentados na Tabela 1. Mesmo com a realização as adubações de plantio e de manutenção indicadas por Pereira (2005), verificou-se que exceto o C orgânico, independente do teor de argila, os atributos químicos do solo (P,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ ) nos dois plantios situaram dentro das faixas indicadas como muito baixa e baixa de fertilidade do solo (Alvarez Venegas et al., 1999). Para Vale Júnior et al. (2011), essa baixa disponibilidade de nutrientes dos solos da Amazônia ocorre em razão dos nutrientes concentrarem quase a totalidade na camada superficial, onde a MO é o principal componente na qualidade do solo (Malavolta, 1987). Com isso, a retirada da floresta e exposição do solo com a rápida mineralização da MO do solo (Cravo e Smyth, 1997), a deficiência nutricional e a acidez elevada torna-se um dos principais fatores limitantes a produção agrícola, mesmo no cultivo do guaranazeiro, planta nativa da região amazônica (Souza et al., 1996).

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo nas profundidade de 0-20 e 21-40 cm nas áreas com guaranazeiros com e sem sintomas visuais de deficiência de magnésio e manganês e produção de grãos de guaraná\*.

Tratamentos	pH H <sub>2</sub> O	C g kg <sup>-1</sup>	P	K <sup>+</sup> mg kg <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>
0-20 cm							
Com	3,8a	12,3b	4,4b	16,3b	1,7b	0,1a	0,1a
Sem	3,9a	23,7a	6,9a	23,7a	2,7a	0,1a	0,1a
	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	CTC	Argila	Silte g kg <sup>-1</sup>	Areia	Produção g planta <sup>-1</sup>
Com	1,4b	6,0b	6,2b	281,7b	43,3b	675,0a	0b
Sem	2,2a	7,5a	7,7a	666,7a	131,0a	202,3b	40a
21-40 cm							
	pH H <sub>2</sub> O	C g kg <sup>-1</sup>	P	K <sup>+</sup> mg kg <sup>-1</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>
Com	3,9a	9,0b	3,3b	11,0a	1,3a	0,1a	0,1a
Sem	4,0a	14,3a	4,3a	13,3a	1,0a	0,1a	0,1a
	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	CTC	Argila	Silte g kg <sup>-1</sup>	Areia	
Com	1,3a	4,9b	5,2b	285,8b	90,1b	624,1a	
Sem	1,4a	6,0a	6,2a	686,5a	132,3a	181,2b	

\*Medias seguidas por letras distintas na mesma coluna dentro de cada profundidade e entre profundidades diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Com relação ao estado nutricional, os dois guaranazeiros cultivados em solos distintos apresentaram diferenças significativas, com os menores teores de N, Mg, Cu e Mn nas plantas com sintomas de deficiência, independentemente do local amostrado, sendo o inverso observado para os teores foliares de P e Fe (Tabela 2). Arruda et al. (2010; 2015) verificaram em guaranazais cultivados em condições edafoclimáticas semelhantes, a ocorrência de sintomas visuais de deficiência de Mg e Mn. Ambos elementos têm papel

essencial na fotossíntese e na ativação de enzimas, tornando a deficiência destes um fator fortemente limitante para o desenvolvimento das plantas. No caso do N e Cu, como relatado anteriormente, os solos da região são naturalmente deficientes em nutrientes (Moreira e Fageria, 2009), com a menor ciclagem de nutrientes, devido a diminuição do conteúdo de serrapilheira e MO do solo com a remoção da floresta nativa e posterior introdução de uma cultura de interesse econômico, mesmo com vários anos de cultivo da mesma (Moreira et al., 2004), a alteração desse ecossistemas é severamente afetada.

As plantas sem sintomas visuais de deficiência de Mg e Mn apresentaram teores foliares de macro e micronutrientes semelhantes aos obtidos por Arruda et al. (2012) em cultivo do guaranazeiro em solo com semelhante teor de argila ( $696 \text{ g kg}^{-1}$ ). É interessante relatar que em solo com  $367,2 \text{ g kg}^{-1}$  de argila, Plácido Junior et al. (2015), utilizando a recomendação de adubação e calagem de Pereira (2005), verificou que somente o teor foliar de P ficou a abaixo de 3 a  $4 \text{ g kg}^{-1}$  indicado por Malavolta et al. (1997) como adequado. Nas plantas com sintomas de deficiência, exceto o K que ficou dentro da faixa de 10 a  $15 \text{ g kg}^{-1}$ , os teores dos demais nutrientes analisados ficaram abaixo dos valores indicados como adequado (Malavolta et al., 1997). No caso do N, na média, os teores ficaram nos dois guaranazais 30% abaixo do indicado ( $45 \text{ a } 50 \text{ g kg}^{-1}$ ) como adequado pelos mesmos autores.

**Tabela 2.** Média dos teores de nutrientes no terço médio e inferior do guaranazeiros com e sem sintomas visuais de deficiência de magnésio\*.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Terço Médio											
Com	24,1b	3,8a	10,9a	3,6a	0,3b	2,2a	30,8a	5,6b	89,9a	52,9b	23,0a
Sem	32,3a	2,7b	10,2a	2,2b	1,1a	1,9a	32,1a	9,3a	60,5b	110,3a	25,4a
Terço inferior											
Com	22,9b	3,6a	11,2a	2,4a	0,3b	2,2a	34,8a	5,7b	126,0a	62,9a	25,2a
Sem	34,7a	2,7a	12,0a	3,1a	1,1a	1,8a	29,7a	9,8a	64,4b	83,7a	27,2a
Média											
Terço médio	28,2a	3,2a	10,6a	2,9a	0,6a	2,0a	31,5a	7,4a	75,2b	81,6a	24,2a
Terço inferior	28,8a	3,1a	11,6a	2,7a	0,7a	2,0a	32,2a	7,7a	95,2a	73,3a	26,2a
Média Geral	28,5	3,2	11,1	2,8	0,7	2,0	31,9	7,6	85,2	77,5	25,2
Desvio Padrão	2,8	0,9	2,7	1,3	0,2	0,4	6,7	1,9	21,9	41,1	6,1
CV %	9,8	27,3	24,4	44,7	27,4	18,0	21,1	24,8	25,7	53,1	24,2

\*Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna dentro de cada profundidade e entre profundidades diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Independente do teor de argila e na presença ou não de sintomas visuais de deficiência de Mg e Mn (Figura 1), a média dos teores foliares de P e Fe do terço médio superior e inferior das plantas apresentaram correlação negativa, enquanto o Mg foi positiva com o teor de N (Figura 2). Segundo Malavolta (2006) e Malavolta et al. (1997),

esses nutrientes estão diretamente relacionados com a fotossíntese e outros metabólitos na planta, ou seja, a deficiência ou excesso de um pode influenciar de modo positivo ou negativo a absorção do outro. Na Tabela 3 também são apresentadas as interações ou não entre nos nutrientes contido nas folhas. Os resultados mostraram que o teor foliar de P, além do N, apresentou correlação positiva e significativa com os teores de K e S, o teor de Mg teve interação negativa com o Fe e positiva com o Mn, enquanto o teor foliar de Cu teve correlação positiva com o Fe e negativa com o Mn.



**Figura 1.** Sintoma visual de deficiência foliar de magnésio (Mg) e/ou manganês (Mn) no guaranazeiro.

**Tabela 3.** Significância do coeficiente de correlação de Pearson entre os teores dos nutrientes contidos nos folíolos dos guaranazeiros (Serie 200) nas duas áreas amostradas\*.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn
P	-									
K	ns	+0,56*								
Ca	ns	ns	ns							
Mg	-	ns	ns	ns						
S	ns	+0,72*	ns	ns	ns					
B	ns	ns	ns	ns	ns	ns				
Cu	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
Fe	-	ns	ns	ns	-0,61*	ns	ns	+0,60*		
Mn	ns	ns	ns	ns	+0,60*	ns	ns	-0,54*	ns	
Zn	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

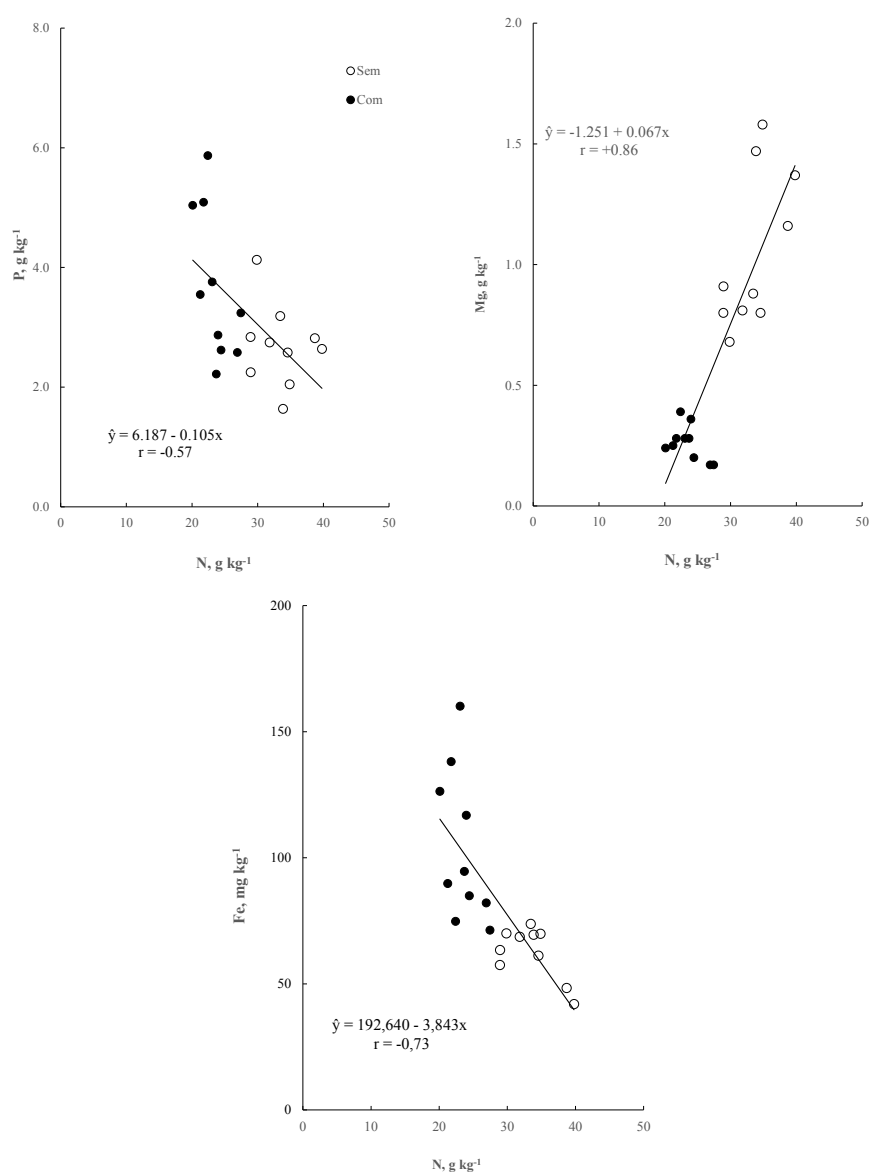
\*significativo a 5% de probabilidade, <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F.

## CONCLUSÕES

Em solos com a mesma fertilidade na Amazônia, o teor de argila e de matéria

orgânica (MO) são os componentes mais importantes para utilização da recomendação de fertilizantes de corretivos para o cultivo do guaranazeiro.

Independentemente do local de coleta das folhas (terço médio superior e terço médio inferior), o Mg e Mn são os nutrientes que mostram mais rapidamente os sintomas visuais de deficiência nutricional nas plantas de guaranazeiro.



**Figura 2.** Correlação dos teores de N com os de P, Mg e Fe contidos nos folíolos dos guaranazeiros (Série 200) nas duas áreas amostradas. \*signficativo a 5% de probabilidadeativo pelo teste F.

## AGRADECIMENTOS

Ao laboratório de Solos e Nutrição Mineral de Plantas da Embrapa Amazônia Ocidental (CPAA) pelas realização análises laboratoriais.

## REFERÊNCIAS

ARRUDA, M.R.; MOREIRA, A.; TEIXEIRA, W.G.; SOUZA, W.M.; ATROCH, A.L.; NASCIMENTO FILHO, F.J. Produtividade, fertilidade do solo e estado nutricional de clones de guaranazeiro cultivados com fontes orgânicas de nutrientes. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.55, n.4, p.311-317, 2012.

ARRUDA, M.R.; PEREIRA, J.C.R.; MOREIRA, A. **Contribuição para a identificação visual de deficiência de magnésio e manganês no guaranazeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2015. 4p.

ARRUDA, M.R.; PEREIRA, J.C.R.; MOREIRA, A.; NASCIMENTO FILHO, F.J.; ATROCH, A.L. **Método para coleta de folhas para determinação do estado nutricional do guaranazeiro (*Paullinia cupana* var *sorbilis* (Mart.) Ducke)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007. 2p.

ARRUDA, M.R.; TEIXEIRA, W.G.; ATROCH, A.L.; MAIA, W. **Caracterização de deficiência de manganês no guranazeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010. 6p.

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**, Campinas, v.21, p.607-616, n.5, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.

MALAVOLTA, E. Fertilidade dos solos da Amazônia. In: VIEIRA, L.S.; SANTOS, P.C.T.C. (Ed.). **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. p.374-416.

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

MOREIRA, A.; COSTA, D.G. Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1013-1019, 2004.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Potential of Brazilian Amazon soils for food and fiber production. **Dynamics Soil, Dynamics Plant**, London, v.2, n.1, p.82-88, 2008.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Athens, v.40, n.17/18, p.2912-2925, 2009.



MOREIRA, A.; GONÇALVES, J.R.P. Available phosphorus and potassium status of soils of Amazonas State. **Better Crops**, Peachtree Corners, v.90, n.1, p.30-32, 2006.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

PEREIRA, J.C.R. **Cultura do guaranazeiro no Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40p.

PLÁCIDO JUNIOR, C.G.; MOREIRA, A.; MORAES, L.A.C. Spacing and plant density in the yield components, nutritional status, and soil fertility of guarana varieties grown in humid tropical Amazon. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Athens, v.46, n.12, p.1551-1565, 2015.

SOUZA, A.G.C.; SOUSA, N.R.; SILVA, S.E.L.; NUNES, C.D.M.; CANTO, A.C.; CRUZ, L.A.A. **Fruteiras da Amazônia**. Brasília: Embrapa, 1996. 204p.

VALE JÚNIOR, J.F.; SOUZA, M.I.L.; NASCIMENTO, P.P.R.R.; CRUZ, D.L.S. Solos da Amazônia: etnopedologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.5, p.158-165, 2011.