

PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO SOB AS CULTURAS DO CACAU (*Theobroma cacao* L.), DA PUPUNHA (*Bactris gaesipaes* H. B. K.) E DO AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) EM CULTIVO TRADICIONAL¹

Sebastião Geraldo AUGUSTO²

Paulo Fernando da Silva MARTINS³

Alba Valéria de Mendonça GÓES⁴

RESUMO: O conhecimento sobre as relações entre as propriedades físicas do solo sob cultivo é de grande importância, já que o desenvolvimento das plantas depende dessas propriedades ao mesmo tempo em que as influenciam. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar as propriedades físicas do solo em agrossistemas de cacau (*Theobroma cacao* L.), pupunha (*Bactris gaesipaes* H. B. K.) e açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) sob cultivo tradicional. O estudo foi realizado em Latossolo Amarelo álico, textura franco arenosa, série Mosqueada, da Estação de Recursos Genéticos do Cacau, pertencente a CEPLAC. Os resultados obtidos permitem concluir que, dentre as variáveis estudadas, apenas areia fina e silte, grau de flocculação e densidade de partículas não se modificaram significativamente com a profundidade do solo. A ocorrência de poros menores que 0,05 mm (microporos) e 0,03 mm não sofreu influência das culturas. O cultivo do cacau favoreceu o aumento da densidade do solo quando comparado ao cultivo do açaizeiro, acarretando efeitos sobre a distribuição dos poros maiores. Conseqüentemente, sob açaizeiro a capacidade da água se movimentar foi maior que no cacau.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Física do Solo, Latossolo Amarelo, Cacau, Pupunha, Açaizeiro.

SOIL PHYSICAL PROPERTIES OF A SOIL PLANTED WITH COCOA, PUPUNHA AND AÇAÍ.

ABSTRACT: Not much is known about the physical properties of the soil under cacao, pupunha and açaí crops. The objective of this work was to characterize the physical properties of the soil in the cacao, pupunha and açaí cropped areas. The research was carried out in a sandy loam Yellow Latosol *Mosqueada serie* of the Genetic Experimental Research Center of Cacao which belongs to CEPLAC. The results showed that fine sand, silt, flocculation degree and density of the particles were not significantly changed as a function of soil depth. The soil pores smaller than 0,05 and 0,03 mm (micropores) were not affected by the plants. Cocoa trees increased bulk density of the soil in a greater extent than the açaí trees and modified the largest pores size. In consequence, the water movement capacity was higher under açaí than in cocoa areas.

INDEX TERMS: Soil Physic, Yellow Latosol, Cacao, Pupunha and Açaí Crops.

¹ Aprovado para publicação em 17.08.2005

² Engenheiro Agrônomo, Dr., Técnico da CEPLAC.

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Adjunto da UFRA.

⁴ Engenheira Agrônoma, MS em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas pela FCAP em 2000.

1 INTRODUÇÃO

As propriedades físicas do solo, além de exercerem influência no desenvolvimento das culturas, apresentam grande variabilidade espacial. O estudo dessas propriedades, tais como textura, porosidade e condutibilidade hidráulica, pode ajudar a entender as relações solo – planta tanto no que diz respeito ao movimento de água e gases no solo quanto à disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Na região ainda são reduzidas as informações sobre esse assunto no tocante as culturas do cacau, da pupunha e do açaí.

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar e comparar as propriedades físicas do solo em agrossistemas de cacau, pupunha e açaí sob cultivo tradicional. O estudo foi realizado em uma área da Estação de Recursos Genéticos do Cacau José Haroldo (ERJOH), pertencente à comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizada no km 17 da BR-316, Marituba-Pará, em solo classificado como Latossolo Amarelo álico, textura média; série Mosqueada (NEVES; BARBOSA, 1983).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no ano de 2000, utilizando-se de parte da área do projeto denominado Sistema de produção de cacau, açaí, pupunha e palmito, em alamedas de glirecídea (*Gliricidia sepium* Jacq.): Análise da Facticidade Agro-econômica e Financeira, o qual, por sua vez, foi iniciado no ano de 1992. No projeto original as glirecídeas foram plantadas em alamedas

apenas para servir de sombra provisória e para incorporação de matéria orgânica durante a sua fase de implantação (três primeiros anos).

O experimento foi instalado sob o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo aplicados três tratamentos, totalizando doze parcelas experimentais. Cada tratamento correspondeu ao plantio das culturas de cacau, (*Theobroma cacao* L.), pupunha (*Bactris gaesipaes* H. B. K.) e açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), com as seguintes características: açaizeiro em cultivo tradicional, espaçamento de 3,0 m x 1,5 m, total de 195 plantas, área de 877,5 m² e sombreamento provisório com glirecídea (*Gliricidia sepium* Jacq.); pupunheira em cultivo tradicional, espaçamento de 3,0 m x 1,5 m, total de 195 plantas, área de 877,5 m² e sombreamento provisório com glirecídea; cacaueiro em cultivo tradicional, sombreamento provisório com banana (*Musa* spp.) e sombreamento permanente com eritrina (*Erythrina paepigiana* Walp.), espaçamento de 3 m x 3 m, total de 104 plantas e área de 936 m², conforme Sistema de Produção de Cacau na Amazônia Brasileira (GARCIA et al., 1985). As três culturas receberam somente uma fertilização com 5 kg de adubo orgânico (cama de galinha) por planta, aplicado em novembro de 1996.

Foram coletadas amostras deformadas e amostras indeformadas, na parte central de cada parcela experimental, durante o mês de janeiro de 2000, nas profundidades de

0 a 10, 10 a 20, 20 a 30 e 30 a 40 cm totalizando 48 unidades de amostras (3 tratamentos x 4 blocos x 4 profundidades). As amostras deformadas foram utilizadas na análise granulométrica e na determinação da densidade de partículas. A análise granulométrica foi efetuada pelo método internacional da pipeta modificado e a determinação da densidade de partículas pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA.CNPS, 1997). As amostras indeformadas foram colhidas em duplicata utilizando-se um trado tipo Uhland e anéis em aço inox de volume de 100 cm³ servindo para a determinação da densidade do solo, das classes de poros por tamanho e da condutividade hidráulica do solo saturado. As classes de poros foram: maior que 0,15mm, maior que 0,05mm e maior que 0,03mm de diâmetro, tendo sido determinadas através do volume de água retida nas amostras indeformadas, utilizando-se o método da coluna pendente, em funis de Buchner, respectivamente as tensões de 2, 6 e 10 kPa, segundo a lei de ascensão capilar (BAKER; VENEMAN; BOUMA, 1974); poros menores que 0,03 mm e menores que 0,05mm que foram determinadas por diferença entre porosidade total (calculada através das densidades) e a percentagem de poros maiores correspondentes. Considerou-se como limite entre macro e microporosidade o tamanho de 0,05mm de diâmetro (KIEHL, 1979; ROWELL, 1994). A condutividade hidráulica do solo saturado foi feita pelo método do permeâmetro de carga constante utilizando a Equação de Darcy (REICHARDT, 1987)

Foi efetuada análise univariada (software SAS, versão 6.12, SAS Institute, 1997), considerando o delineamento em blocos ao acaso em fatorial com quatro repetições, sendo que no caso das variáveis que apresentaram interações tratamento (cultura) *versus* profundidade foi efetuada análise de regressão segundo o modelo $Y = \hat{a} + \hat{b}P + \hat{c}P^2 + \hat{d}P^3 + \hat{e}P^4$ (em que Y é a variável do solo e P a profundidade). Também foi elaborada uma matriz de correlação parcial entre as variáveis estudadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferenças encontradas no solo sob as diferentes culturas estão relacionadas à profundidade e ao efeito das culturas.

3.1 EFEITO DAS CULTURAS

As plantas, além de serem influenciadas pelas variáveis do solo, também as influenciam (KIEHL, 1979). A influência das plantas se faz indiretamente controlando o efeito do clima e diretamente através da ciclagem da água e de nutrientes (DADALTO, 1983) ou, ainda, por meio do sistema radicular (HILLEL, 1970).

A Tabela 1 contém os valores médios das variáveis do solo sob as três culturas estudadas. Verifica-se que não houve diferença nas variáveis areia fina, argila grau de floculação, densidade de partículas, poros menores que 0,05 mm e poros menores 0,03 mm. Dentre as variáveis em que houve diferença foi considerado um grupo em que ocorre interação dos efeitos da cultura e da

profundidade do solo. São elas as variáveis condutividade hidráulica, poros maiores que 0,15 mm e poros maiores que 0,03 mm; e um outro grupo com o qual não ocorreu interação: areia grossa, silte e densidade do solo.

Levando-se em conta as variáveis do grupo que apresentou diferença decorrente das culturas, mas que não sofreu interação, verificaram-se as seguintes diferenças entre as culturas: o teor de areia grossa esteve mais elevado na cultura da pupunha que não diferiu da do cacau, mas foi superior a do açaí; o teor de silte esteve mais elevado nas culturas do cacau e do açaí que na da pupunha; a densidade do solo esteve mais elevada na cultura do cacau que na do açaí, mas foi idêntica a da cultura da pupunha.

As diferenças encontradas nas variáveis areia grossa e silte não podem ser atribuídas às diferenças entre tratamentos, já que a concentração dessas partículas normalmente não se alteram em solos que não sofreram mobilização, como é o caso deste, podendo essas diferenças decorrerem da variação espacial do solo na área. Contudo, as diferenças de densidade, provavelmente, estão ligadas à abundância do sistema radicular das culturas. Dados apresentados por Góes (2000), referentes à mesma área estudada, indicam que o sistema radicular efetivo (raízes menores que 1 mm de diâmetro) do açaizeiro é mais abundante que o da pupunheira que, por sua vez, é maior que a do cacau.

Tabela 1 – Valores médios* das variáveis físicas do solo sob as três culturas estudadas até 40 cm de profundidade (médias de 16 repetições)

Variáveis	Culturas		
	Cacaueiro	Pupunheira	Açaizeiro
Areia grossa (g/kg)	453,8 ^{ab}	466,9 ^a	445,0 ^b
Areia fina (g/kg)	276,2 ^a	278,8 ^a	279,4 ^a
Silte (g/kg)	118,8 ^a	92,5 ^b	128,1 ^a
Argila (g/kg)	151,2 ^a	161,8 ^a	147,5 ^a
Grau de flocculação (%)	85 ^a	84 ^a	80 ^a
Densidade de partículas (g.cm ⁻³)	2,60 ^a	2,60 ^a	2,60 ^a
Densidade do solo (g.cm ⁻³)	1,54 ^a	1,52 ^{ab}	1,49 ^b
Condutividade hidráulica (cm.h ⁻¹)	1,97 ^b	4,32 ^a	14,88 ^a
Poros > 0,15 mm (%)	1,4 ^b	1,9 ^a	2,0 ^a
Poros > 0,05 mm (%)	4,4 ^b	5,2 ^b	6,9 ^a
Poros > 0,03 mm (%)	7,3 ^b	7,8 ^b	10,0 ^a
Poros < 0,05 mm (%)	33,9 ^a	33,1 ^a	32,8 ^a
Poros < 0,03 mm (%)	31,0 ^a	30,5 ^a	29,7 ^a

* Os valores com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto às diferenças encontradas entre as variáveis que sofreram interação entre cultura e profundidade, verifica-se que sob o açaizeiro a condutividade hidráulica e a ocorrência de poros maiores que 0,05 mm e maiores que 0,03 mm foram mais elevados que sob pupunheira. Sob esta cultura estas variáveis apresentaram valores idênticos ao encontrados sob cacau. Já a ocorrência de poros maiores que 0,15 mm foi maior sob açaizeiro, mas idêntica a encontrada sob pupunheira (Tabela 1). Assim, verifica-se que sob açaizeiro a densidade do solo esteve menor, enquanto a condutividade maior e a ocorrência classes de tamanho de poros citadas, também maiores que sob cacau, o que indica uma relação coerente entre os valores dessas variáveis.

Por outro lado, existe um limite de tamanho de poros de aeração – ou macroporos ($> 0,05$ mm), abaixo do qual há restrições ao desenvolvimento normal das raízes das plantas. Este limite é considerado por diversos autores como sendo 10% ou $0,10 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ (KIEHL, 1979; ROWELL, 1994). Verifica-se, com base nos dados constantes da Tabela 1, que os valores médios da variável macroporos está, nas três culturas, bem abaixo do limite mencionado. Isto significa que o tipo de solo utilizado possui baixa macroporosidade, apesar da sua textura franco arenosa (720 g/kg de areia total e 165 g/kg de argila, Tabela 1). A macroporosidade reduzida pode estar relacionada à ocorrência de encharcamento constatada por Mendez (2000).

Em que pese o fato de haver condições desfavoráveis decorrentes da elevada

quantidade de areia grossa, especialmente sob pupunheira, o que certamente influencia a densidade do solo e a movimentação da água, verifica-se um efeito diferenciado das culturas, especialmente do açaizeiro, possibilitando condições um pouco menos desfavoráveis que a encontrada na pupunheira e, especialmente, no cacau.

3.2 EFEITO DA PROFUNDIDADE

A influência da profundidade sobre as variáveis do solo é uma consequência natural dos efeitos da biosfera, mais intensos próximo à superfície, e da sobreposição do material do solo que tende a ter a densidade aumentada com a profundidade (Reichard, 1987).

A Tabela 2 apresenta o resultado da comparação entre as profundidades estudadas nos casos em que não houve interação cultura versus profundidade. Verificam-se as seguintes diferenças entre as profundidades: na camada de 0 a 10 cm ocorre um maior teor de areia grossa e um menor de argila, sendo que há diferença entre todas as camadas para as duas variáveis citadas, a exceção da profundidade de 30 a 40 cm que não diferiu de suas vizinhas; o valor da densidade do solo cresceu progressivamente com a profundidade, sendo que a maior diferença ocorreu entre as profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm; a ocorrência de poros ($< 0,05$ mm e $< 0,03$ mm) diminuiu com a profundidade; na camada mais superficial (0 a 10 cm) os poros menores que 0,05 mm ocorreram em maior intensidade.

Tabela 2 – Valores médios* das variáveis físicas do solo quanto à profundidade em que não houve interação cultura versus profundidade (médias de 12 repetições).

Profundidade (cm)	Variáveis				
	Areia grossa	Argila total	Densidade do solo	Poros < 0,05 mm	Poros < 0,03 mm
	(g/kg)	(g/kg)	(g.cm ⁻³)	(%)	(%)
00 - 10	536,7 ^a	92,5 ^d	1,35 ^c	35,47 ^a	31,28 ^a
10 - 20	448,3 ^b	140,8 ^c	1,53 ^b	33,49 ^{ab}	30,69 ^{ab}
20 - 30	425,0 ^c	183,3 ^b	1,59 ^{ab}	32,50 ^b	30,08 ^{ab}
30 - 40	410,8 ^{cd}	197,5 ^{ab}	1,60 ^a	32,21 ^b	29,58 ^{ab}

*As médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelo fato de ter havido interações entre tratamentos e profundidade do solo, é recomendável avaliar aquelas variáveis que sofreram interação através da curva de regressão (QUEIROZ, 1998). A Tabela 3 apresenta as equações de regressão estatisticamente significantes, obtidas entre

as variáveis físicas do solo afetadas e a profundidade, nas culturas do cacau e da pupunha. Isto significa que os comportamentos das mesmas são diferentes entre si para cada profundidade. Na cultura do açaí não ocorreu regressão que fosse significativamente diferente.

Tabela 3 – Equações de regressão entre variáveis físicas do solo e profundidade (P) nas culturas do cacau e da pupunha.

Variável física do solo	Cultura	
	Cacau	Pupunha
Condutividade hidráulica do solo saturado (cm.h ⁻¹)		$Y = 38,387 - 5,871 P + 0,316 P^2$
Poros > 0,15 mm (%)	$Y = 4,814 - 0,643 P$	
Poros > 0,05 mm (%)	$Y = 12,899 - 1,320 P$	$Y = 22,476 - 2,880 P + 0,152 P^2 - 3,369 \cdot 10^{-3} P^3$
Poros > 0,03 mm (%)		$Y = 30,956 - 4,060 P + 0,227 P^2$

As regressões se referem à condutividade hidráulica do solo saturado, que foi significativamente diferente apenas na cultura da pupunha, e aos tamanhos de poros maiores que 0,15 mm, maiores que 0,05 mm e maiores que 0,03 mm. A primeira classe de poros citada (poros muito grandes) foi diferente apenas na cultura do cacau, enquanto a última (poros relativamente menores) na cultura de pupunha; já a classe de poros de tamanho superior a 0,05 mm foi diferente em ambas as culturas. Verifica-se, portanto, que a pupunheira provoca, em função da profundidade, um comportamento diferente as demais quanto à condutividade hidráulica do solo saturado, enquanto ambas as plantas tiveram um efeito diferenciado sobre as classes de poros maiores.

3.3 RELAÇÕES ENTRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS

A Tabela 4 contém a matriz de correlação parcial entre as variáveis estudadas. Ela permite uma avaliação global das relações entre as variáveis físicas do solo entre si, envolve 64 correlações, sendo que as variáveis que mais se correlacionaram com as demais foram a areia grossa (Areg, com 9 correlações),

poros maiores que 0,03 mm (T100, com 9 correlações), poros maiores que 0,05 mm (T60, com 8 correlações) e argila (Arg, com 8 correlações). Estas se correlacionaram entre si e, também, com a densidade de solo (Ds) e a condutividade hidráulica (Ko). As ocorrências de poros menores que 0,03 mm (Tm100) e de poros menores que 0,05 mm (Tm60) também se correlacionaram com o teor de argila total e a densidade de solo, além do que a primeira variável se correlacionou com o grau de flocculação e a segunda com a condutividade hidráulica e com a ocorrência de poros maiores que 0,15 mm.

Verifica-se a existência de correlação negativa de areia grossa com a densidade do solo e positiva com a condutividade hidráulica e os diversos tamanhos de poros. Também há correlação negativa da densidade do solo com a condutividade do solo e com os diversos tamanhos de poros e mais a correlação negativa entre areia grossa e silte (Tabela 4). Estas correlações reforçam a hipótese de que há um efeito diferenciado das culturas sobre as relações massa/volume do solo, embora também estejam ligadas à variação relativa das quantidades de areia grossa e silte já apontadas (Tabela 1).

Tabela 4 – Matriz de correlação parcial entre as variáveis físicas do solo, considerando as profundidades e culturas estudadas, indicando os coeficientes r^2 (na banda inferior, em itálico) e os respectivos valores de probabilidade p (na banda superior, com os significantes em negrito).

	Areg	Aref	Sil	Arg	Gg	Dp	Ds	Ko	T20	T60	T100	Tm100	Tm60
Areg	1	0,087	0,006	1E-15	0,113	0,553	3E-15	1E-06	3E-12	4E-12	6E-09	0,021	1E-04
Aref	-0,223	1	0,079	0,935	0,964	0,650	0,361	0,853	0,811	0,863	0,846	0,052	0,239
Sil	-0,352	-0,229	1	0,297	0,160	0,413	0,081	0,187	0,008	0,041	0,031	0,330	0,686
Arg	-0,820	<i>0,011</i>	-0,137	1	0,376	0,990	5E-11	1E-05	9E-08	4E-09	1E-06	0,013	5E-04
Gf	-0,207	0,006	0,184	0,116	1	0,965	0,050	5E-04	9E-04	1E-04	1E-05	0,013	0,880
Dp	0,078	-0,060	-0,108	0,002	0,006	1	0,744	0,996	0,669	0,955	0,757	0,979	0,605
Ds	-0,814	0,120	0,227	0,727	0,254	-0,043	1	8E-15	4E-14	1E-15	1E-11	0,028	1E-05
Ko	0,578	-0,024	-0,173	-0,532	-0,437	-0,001	-0,806	1	1E-10	1E-13	6E-12	0,920	0,012
T20	0,755	-0,031	-0,338	-0,626	-0,416	0,056	-0,794	0,716	1	7E-25	5E-17	0,986	0,026
T60	0,753	-0,023	-0,264	-0,672	-0,475	0,007	-0,819	0,783	0,918	1	2E-29	0,318	0,067
T100	0,666	0,026	-0,278	-0,584	-0,531	0,041	-0,744	0,749	0,840	0,943	1	0,073	0,007
Tm100	0,298	-0,253	0,128	-0,318	0,318	-0,003	-0,283	0,013	0,002	-0,131	-0,234	1	9E-10
Tm60	0,471	-0,154	-0,053	-0,437	-0,020	0,068	-0,530	0,323	0,287	0,238	0,342	0,692	1

Areg = Areia fina

Aref = Areia fina

Sil = Silte

Arg = Argila

Gf = Grau de floculação

Dp = Densidade de partículas

Ds = Densidade do solo ou global

Ko = condutividade hidráulica

T20 = poros > 0,15 mm

T60 = poros > 0,05 mm

T100 = poros > 0,03 mm

Tm100 = poros < 0,03 mm

Tm60 = poros < 0,05 mm

4 CONCLUSÃO

As avaliações efetuadas, considerando as condições do experimento utilizado, permitem concluir que:

- a) das variáveis estudadas apenas areia fina, silte, grau de floculação e densidade de partículas não se modificaram significativamente com a profundidade do solo;
- b) as variáveis densidade do solo, condutividade hidráulica, poros maiores que 0,15 mm, poros maiores que 0,05 mm e poros maiores que 0,03 mm foram influenciadas pelas culturas estudadas, mas não se detectou efeitos sobre o grau de floculação, a densidade de partículas, os poros menores que 0,05 mm (microporos) e os poros menores que 0,03 mm.
- c) houve comportamento diferenciado da cultura do cacau, em função da profundidade, afetando os poros maiores que 0,15 mm e maiores que 0,05 mm (macroporos) e da cultura da pupunha afetando a condutividade hidráulica do solo saturado, os poros maiores que 0,05 mm (macroporos) e maiores que 0,03 mm;
- d) independentemente das culturas e profundidades, as variáveis areia fina e densidade de partículas não se correlacionaram com as demais variáveis do solo estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER, F. G.; VENEMAN, P. L. M.; BOUMA, J. Limitations of the instantaneous profile method for measurement of unsaturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, v. 38, p. 886-887, 1974.

DADALTO, G.G. *Alterações em características físicas e químicas do solo cultivado com pastagem em área de caatinga hipoxerófila no município de São Sebastião Laranjeira, Bahia*. 1983. 74p. Dissertação (Mestrado) – UFV, Viçosa (MG), 1983.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análise de solos*. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

GARCIA, J. de J. da S.; MORAIS, F. I. de O.; ALMEIDA, L. C. de; DIAS, J. C. *Sistema de produção do cacau na Amazônia brasileira*. Belém: CEPLAC/DEPEA, 1985. 118p.

GÓES, A. V. de M. *Relações entre propriedades físicas do solo e sistema radicular das culturas do cacau, pupunha e açaí*. 2000. 67p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2000.

HILLEL, D. *Solo e água- fenômenos e princípios físicos*. Porto Alegre: UFRGS. Departamento de Solos, 1970. 230p.

KIEHL, E.J. *Manual de edafologia- Relações solo – planta*. São Paulo: Agronômica Ceres, 624p. 1979.

MENDEZ, J. G. R. *Variabilidade das propriedades morfológicas e físico-hídricas de um solo da Estação de Recursos Genéticos do cacau (José Haroldo). Marituba-Pará*. 2000. 99p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 2000.

NEVES, A. D. de S.; BARBOSA, R. C. M. *Levantamento detalhado dos solos do campo de introdução de Theobroma na Amazônia*. Ilhéus: CEPLAC, 1983. 30 p. (Boletim Técnico, n.1).

QUEIROZ, W. T. de. *Técnicas de amostragem em inventário florestal nos trópicos*. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1998. 140p.

REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1987. 188p.

ROWELL, D. L. *Soil science: methods and applications*. Essex: Longman, 1994. p. 62-63.