

Cultivo de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum. consorciado com espécies florestais em Machadinho D'Oeste- Rondônia – características de solo¹

Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng.) K. Schum. intercropped with forest species in Machadinho D'Oeste, Rondônia – soil characteristics

Marília Locatelli², Eliomar Pereira da Silva Filho³, Abadio Hermes Vieira², Victor Ferreira de Souza⁴ e Rafael de Souza Macedo⁵

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi descrever as características físicas e químicas de um Latossolo Amarelo, textura argilosa, com plantio de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) associado em sistemas agroflorestais (castanha-do-brasil x cupuaçu, freijó-louro x cupuaçu e pupunha x cupuaçu), em Machadinho d'Oeste, Rondônia. Efetuou-se a coleta de amostras de solo, utilizando anel de Kopeck em diferentes profundidades, e analisaram-se a capacidade de campo e o ponto de murcha, calculando a disponibilidade de água para as culturas. Os resultados foram comparados com os dados de análise química e crescimento das espécies. Concluiu-se que a disponibilidade de água foi média, tendo a análise química demonstrado a capacidade de as espécies se desenvolverem em solos com pH ácido, baixos valores de saturação de bases, solo distrófico, baixa capacidade de troca de cátions e altíssimos valores de saturação de alumínio.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais, características de solo, crescimento de espécies e Rondônia.

ABSTRACT: This work aimed to describe the physical and chemical characteristics of a clayey Oxisol, with cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.) intercropped with agroforestry systems (Brazilian nut x cupuaçu; cordia wood x cupuaçu; peach palm x cupuaçu) in Machadinho d'Oeste, Rondônia. Soil samples were analyzed at different depths using the Kopech ring, with field capacity and wilting point being analyzed by calculating water availability. The results were compared to chemical analysis data and species growth. It was concluded that water availability was considered medium, with chemical analysis showing the capacity of the species to develop in soils with acid pH, low base saturation values, dystrophic soil, low cation exchange capacity and high aluminum saturation values.

Key words: Agroforestry systems, soil characteristics, species growth, Rondônia.

¹ Trabalho convidado.

Trabalho financiado com recursos da EMBRAPA e ASB programme (Alternatives for Slash-and-Burn Programme).

² Embrapa Rondônia, BR 364, km 5,5, Caixa Postal 406, 78900-970 Porto Velho, Rondônia, <marilia@cpafro.embrapa.br>; <abadio@cpafro.embrapa.br>. ³ Departamento de Geografia, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho-RO, <eliomar@ronet.com.br>. ⁴ Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, 36038-330 Juiz de Fora-MG, <victor@cnpgl.embrapa.br>. ⁵ Bolsista PBIC/CNPq - Embrapa Rondônia - Porto Velho, Rondônia.



O intenso fluxo migratório para Rondônia, principalmente os ocorridos nas décadas de 1970 e 80, tem ocasionado grandes desmatamentos, com posterior ocupação dessas áreas com pastagens e culturas perenes, esta última em menor intensidade. Este tipo de uso da terra geralmente causa a degradação dos solos. O uso desses solos em sistemas agroflorestais é uma forma de minimizar esse efeito.

Sistemas agroflorestais podem ser definidos como o conjunto de técnicas de uso do solo que implica a combinação de essências florestais com cultivos agrícolas, com produção animal, ou com ambos. A combinação pode ser simultânea ou escalonada no tempo e no espaço. Tem por objetivo otimizar a produção por unidade de superfície, respeitando sempre o princípio de rendimento sustentado (Combe & Budowski, 1979).

Essa forma de cultivo múltiplo satisfaz a três condições básicas: 1) existe pelo menos duas espécies de plantas que interagem biologicamente, 2) pelo menos uma das espécies de plantas é perene lenhosa e 3) pelo menos uma das espécies de plantas é manejada para forragem, produção anual ou perene (Somarriba, 1992).

A restauração da fertilidade do solo atribuída à agrofloresta melhora a base do recurso natural, beneficiando os agricultores. Além do rendimento incrementado do cultivo, os agricultores se beneficiam da redução da erosão do solo e da perda de nutrientes, pelo crescimento de um cultivo melhorado e pelo rápido estabelecimento de uma cobertura vegetal sobre o solo, como também da redução de pragas e doenças. A restauração da fertilidade do solo através da agrofloresta é definitivamente um fator importante para a agricultura sustentável.

O presente trabalho objetivou avaliar as condições químicas, físicas e hídricas de solo

de baixa fertilidade com cultivo de cupuaçu, em sistemas agroflorestais.

O experimento foi instalado em fevereiro de 1987, no campo experimental da Embrapa Rondônia, localizada em Machadinho d'Oeste, Estado de Rondônia, Brasil (9°30'S 62°10'W), cujo clima é definido como Am (Köppen) (Bastos & Diniz, 1982), com temperatura e precipitação anual média de 25,5 °C e 2.400 mm, respectivamente. O relevo da região é plano e a altitude é de 130 m s.n.m. O solo da área experimental pode ser classificado como Latossolo Amarelo, textura argilosa, cuja vegetação original era floresta equatorial primária.

As seguintes combinações de culturas estão sendo testadas em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições: 1) castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) x cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum.); 2) freijó-louro (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) x cupuaçu; 3) pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) x cupuaçu; 4) castanha-do-brasil solteira; 5) freijó-louro solteiro; e 6) pupunha solteira.

O preparo da área foi feito através de derubada e queimada da mata, rebaixamento/encoivamento e, em seguida, de nova queimada. No plantio todas as espécies receberam 100 g de superfosfato simples.

As características químicas do solo foram analisadas de acordo com a metodologia: pH em água 1:2,5 e Ca, Mg e Al extraídos por KCl 1N, enquanto P e K foram extraídos pelo extrator Mehlich 1 (HCl + H₂SO₄). Para determinação de matéria orgânica foi utilizado o dicromato de potássio 1 N como extrator. As determinações foram feitas pelo método de colorimetria para P (Murphy & Riley, 1962), por fotometria de chama (K) e uso de espectrofotômetro de absorção atômica para leitura de Ca e Mg (Embrapa, 1979).

Para esta pesquisa, durante o ano de 2003 foram escavadas trincheiras distantes 60 cm de cada árvore, nas seguintes espécies e tratamentos: tratamento 1 – castanha-do-brasil e cupuaçu; tratamento 2 – freijó-louro e cupuaçu; e tratamento 3 – pupunha e castanha-do-brasil. Nesse local foram retiradas amostras indeformadas, utilizando anel de Kopeck para análise de umidade do solo (1/3 e 15 atm), nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm.

Os valores de umidade do solo a um terço e 15 atm, capacidade de campo e ponto de murcha, respectivamente, foram determinados segundo a metodologia descrita em Embrapa (1979). Com estes dados calculou-se a classe

de disponibilidade de água no solo com base no U.S. *Bureau of Reclamation* (1953), que define as classes em: baixa disponibilidade - $< 0,69 \text{ mm cm}^{-1}$; média disponibilidade - $0,70 - 1,29 \text{ mm cm}^{-1}$; e alta disponibilidade - $> 1,30 \text{ mm cm}^{-1}$.

O valor médio relativo à porcentagem de umidade do solo, entre W e X de profundidade, foi em todos os casos considerado médio, segundo U.S. *Bureau of Reclamation* (1953), com diferenças entre os tratamentos: T₁ (castanha) $1,06 \text{ mm cm}^{-1}$; T₁ (cupuaçu) $1,09 \text{ mm cm}^{-1}$; T₂ (freijó-louro) $1,03 \text{ mm cm}^{-1}$; T₂ (cupuaçu) $0,97 \text{ mm cm}^{-1}$; T₃ (pupunha) $1,15 \text{ mm cm}^{-1}$; e T₃ (cupuaçu) $0,93 \text{ mm cm}^{-1}$ (Quadro 1).

- Quadro 1 -

Dados de densidade aparente, umidade do solo e água disponível em diferentes profundidades de um Latossolo Amarelo textura argilosa com plantio de cupuaçu associado à castanha-do-brasil, freijó-louro e pupunha. Machadinho d'Oeste, Rondônia, 2003 – Soil bulk density, soil humidity and available water data at different depths in a clayey Oxisol with *Theobroma grandiflorum* planted with Brazilian nut, cordia wood and peach palm. Machadinho d'Oeste. 2003

Tratamento	Profundidade (cm)	Densidade Aparente (g cm ³)	Umidade (% volume)			Água Disponível	
			(1/3 atm)	(15 atm)	(mm cm ⁻¹)	mm h ⁻¹ por profundidade	Valor acumulado
T ₁ castanha	0 – 20	0,94	36,2	26,9	0,93	18,6	18,6
	20 – 40	1,17	45,3	34,2	1,11	22,2	40,8
	40 – 60	1,10	44,2	32,8	1,14	22,8	63,6
T ₁ cupuaçu	0 – 20	1,04	41,1	30,0	1,11	22,2	22,2
	20 – 40	1,04	41,1	30,4	1,07	21,3	43,5
	40 – 60	1,14	44,1	33,2	1,09	21,9	65,4
T ₂ freijó-louro	0 – 20	0,97	38,4	27,3	1,11	22,3	22,3
	20 – 40	0,97	36,7	27,6	0,91	18,1	40,4
	40 – 60	1,05	41,5	30,8	1,07	21,4	61,7
T ₂ cupuaçu	0 – 20	0,94	37,5	27,1	1,04	20,7	20,7
	20 – 40	0,94	36,4	27,0	0,94	18,9	39,6
	40 – 60	0,92	35,9	26,6	0,93	18,6	58,3
T ₃ pupunha	0 – 20	1,06	42,0	29,8	1,22	24,5	24,5
	20 – 40	1,06	39,8	30,2	0,96	19,2	43,6
	40 – 60	1,12	45,5	32,9	1,26	25,1	68,8
T ₃ cupuaçu	0 – 20	1,07	40,0	30,7	0,93	18,7	18,7
	20 – 40	1,03	38,7	29,5	0,92	18,5	37,1
	40 – 60	0,91	35,7	26,2	0,95	19,0	56,1

O valor obtido para castanha-do-brasil difere do obtido por Locatelli et al. (2003), em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico na região de Porto Velho, Rondônia, onde foi encontrado $0,79 \text{ mm cm}^{-1}$ de disponibilidade de água. A capacidade dos solos de armazenar água disponível determina sua utilidade para o crescimento das plantas (Brady & Weil, 1999).

Quanto ao cupuaçu, verifica-se que os valores médios de disponibilidade de água diferem, conforme a classificação usada, entre os sistemas de plantio, apresentando valores menores quando a espécie está em plantio com pupunha (0,93). Este resultado se deve ao fato de que a pupunheira, com sistema radical superficial, poderia competir diretamente com o cupuaçuzeiro por água e nutrientes (Vandermeer, 1977). O sistema radical da pupunha pode se estender até 5 m de distância da árvore, concentrando 75% do volume radical na área de projeção da copa, atingindo 2 m de profundidade (Vandermeer, 1977).

A castanheira com sistema radical profundo, além da maior possibilidade de ciclar nutrientes, competiria menos por água e nutrientes com o cupuaçuzeiro. O freijó-louro, com sistema radical intermediário, competiria menos que a pupunheira e mais que a castanheira por água e nutrientes com o cupuaçuzeiro, o que pode ser comprovado pelos valores médios de disponibilidade de água encontrados neste estudo.

As características químicas do solo foram $\text{pH} = 3,3$ e $4,2$, $\text{Ca} + \text{Mg} = 8,4$ e $8,7 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$, $\text{K} = 1,2$ e $1,5 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$, $\text{Al} = 21,0$ e $7,3 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$ e $\text{P} = 3,4$ e $1,5 \text{ mg dm}^{-3}$, antes e depois da queima, respectivamente.

É oportuno ressaltar que o valor de saturação de bases (V%) é muito baixo, sendo o solo distrófico álico com baixa fertilidade natural. Comparando o valor de V deste solo

com as necessidades da pupunheira, pode-se verificar que ele é muito baixo, tendo em vista que a cultura necessita que tal valor seja elevado para 50% para plantio, visando a produção de palmito (Bovi, 1998). Os teores de fósforo são baixos, como na maioria dos solos de Rondônia. O teor de matéria orgânica diminui da superfície para as camadas mais profundas, sendo considerado médio em todos os pontos amostrados. Em estudo realizado por Locatelli (2003), constatou-se que em plantio de castanha-do-brasil em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plântico estes valores foram de $33,4 \text{ g kg}^{-1}$ a 0-20 cm, $22,7 \text{ g kg}^{-1}$ a 20-40 cm e $19,0 \text{ g kg}^{-1}$ a 40-60 cm de profundidade. Os valores de pH do solo podem ser considerados ácidos (Quadro 2).

Quanto ao crescimento e à produção das espécies ao longo do tempo, observou-se que o cupuaçu apresentou melhor desempenho em relação à produção de frutos quando associado à castanha-do-brasil, muito embora a densidade de indivíduos tenha sido maior nesta combinação (Gama, 2003). Neste tratamento houve maior produção de biomassa e ciclagem de nutrientes, conforme apresentado em Locatelli et al. (2001).

O crescimento da castanha-do-brasil tem sido igual nos dois tipos de tratamento, consorciado e monocultivo. Aos 16 anos de idade as árvores apresentaram 29,2 m e 42,3 cm de altura média e DAP (diâmetro a 1,30 m do solo), respectivamente. Para o freijó-louro o desempenho no plantio consorciado tem sido similar ao do plantio solteiro. Aos 16 anos após plantio, as árvores de freijó-louro apresentaram 23,4 cm de DAP.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que: 1) a disponibilidade de água no solo estudado foi considerada média, apesar de haver diferenças para as espécies estudadas

- Quadro 2 -

Dados de análise química do solo dos sistemas agroflorestais estudados. Machadinho d'Oeste, Rondônia, 2000⁽¹⁾ – Soil chemical analysis of the agroforestry systems studied. Machadinho d'Oeste, Rondônia, 2000⁽¹⁾

Tratamento	Profundidade	pH	P	K	Ca	Mg	Al + H	Al	MO	V
	(cm)	(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)	(mmolc dm ⁻³)					(g kg ⁻¹)	(%)
T ₁	0-15	4,3	3,9	0,70	4,8	0,7	73,0	14,5	26,3	8
	15-30	4,2	3,1	0,60	4,1	0,6	67,9	14,0	24,6	8
T ₂	0-15	4,0	3,0	0,90	2,1	0,7	83,1	18,3	28,3	4
	15-30	4,1	2,9	0,70	2,4	0,6	79,6	17,5	26,9	5
T ₃	0-15	4,4	2,6	0,83	7,5	0,9	63,1	25,7	26,8	12
	15-30	4,5	2,5	0,99	6,0	0,8	63,7	11,4	25,1	11

⁽¹⁾ T₁= castanha-do-brasil consorciada com cupuaçu; T₂= freijó-louro consorciado com cupuaçu; T₃= pupunha consorciada com cupuaçu – T₁= brazil nut planted with cupuaçu; T₂= cordia wood planted with cupuaçu; T₃= peach palm planted with cupuaçu.

(castanha-do-brasil- 1,06 mm cm⁻¹; freijó-louro- 1,09 mm cm⁻¹; pupunheira- 1,03 mm cm⁻¹; cupuaçu – 1,09, 0,97, 0,93 mm cm⁻¹, quando consorciado com castanha-do-brasil, freijó-louro e pupunha, respectivamente); 2) a análise química do solo estudado demonstra a capacidade de as espécies estudadas se desenvolverem em solos com pH ácido, baixos valores de saturação de bases, solo distrófico, baixa capacidade de troca de cátions e altíssimos valores de saturação de alumínio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, T. X.; DINIZ, T. D.; DE, A. S. *Avaliação do clima do estado de Rondônia para desenvolvimento agrícola*. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1982, 28 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim Técnico 44).
- BOVI, M. L. A. **Palmito pupunha**: informações básicas para cultivo. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1998. 50 p. (Boletim Técnico, 173)
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 12.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 881 p.
- COMBE, J.; BUDOWSKI, G. **Classificación de las técnicas agroflorestales**: una revisión de literatura. In: TALLER SISTEMAS AGROFLORESTALES EN AMERICA LATINA. Turrialba: G. de las Salas, 1979. p. 17-48.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979. 1 v. não paginado.
- GAMA, M. M. B. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho d'Oeste, Rondônia**. 2003. 112 f. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- LOCATELLI, M. et al. **Nutrientes e biomassa em sistemas agroflorestais com ênfase no cupuaçuzeiro, em solo de baixa fertilidade**. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF/RO. 2001. 20 p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1).
- LOCATELLI, M. et al. Características de solo sobre cultivo de castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Revista Primeira Versão**, v.3, n. 168, p. 8, 2003.
- SOMARRIBA, E. Revisiting the past: an essay of agroforestry definition. **Agrofor. Syst**, v. 19, p. 233-240, 1992.
- MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Anal. Chim. Acta**, v. 27, p. 31-36, 1962.
- U.S. BUREAU OF RECLAMATION. **Reclamation manual**, Irrigated land use, part 2: land classification. Denver: 1953. v. 5.
- VANDERMEER, J. Observations on the root systems of the pejibaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) in Costa Rica. **Turrialba**, v. 27, p. 239-242, 1977.

