

ESPÉCIES ADUBADEIRAS COMO FONTE DE NUTRIENTES PARA O CULTIVO DE DENDÊ (*ELAEIS GUINEENSIS*) EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, TOMÉ AÇU (PA).

Débora C. Castellani¹; Andresa C. Silva¹; Carlos Capela¹; Wanderlei A.A. Lima², Paulo C. Teixeira², Osvaldo Kato³, Steel Vasconcelos³; Claudio Sugaya⁴, Ernesto Suzuki⁴, Jailson Takamatsu⁴.

RESUMO: A sustentabilidade dos sistemas agroflorestais é influenciada pelas práticas de manejo dos solos e das culturas. A adubação verde é uma prática conservacionista que, entre outros benefícios, melhora a fertilidade do solo e sua produtividade. Este trabalho tem como objetivo estudar as espécies adubadeiras utilizadas como fonte de nutrientes para o cultivo de dendê (*Elaeis guineensis*) em sistemas agroflorestais, em Tomé Açu (PA). As amostras de plantas foram obtidas em Agosto de 2010, sendo provenientes de três unidades demonstrativas. O estágio de desenvolvimento das plantas foi descrito em função da idade e fase reprodutiva. As amostras foram submetidas à secagem para a determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes. Como fonte de nutrientes para os SAFs destacam-se as espécies: Margaridão - *Tithonia diversifolia* (K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, B, Al e Cl), puerária - *Pueraria phaseoloides* (N, Mg, S, Mn, Cu, B), pinhão roxo - *Jatropha gossypifolia* (K, Ca, Mg, Fe, B e Si), feijão-de-porco - *Canavalia ensiformis* (N, Ca, S) e mandioca - *Manihot esculenta* (N, P, Mg e Zn). As análises foliares de cacau (*Theobroma cacao*) e açaí (*Euterpe edulis*) apresentaram altos teores de manganês (325 ppm e 310 ppm, respectivamente). Os resultados obtidos estão relacionados às fases de desenvolvimento das espécies estudadas. A incorporação das espécies adubadeiras tem se mostrado uma boa alternativa para o cultivo orgânico de dendê, contribuindo para a redução de insumos externos e para a conservação do solo.

Palavras-chaves: sistema biodiverso, adubação verde, conservação do solo, agrofloresta e espécies adubadeiras.

ABSTRACT: The sustainability of agroforestry systems is influenced by soil and crop management practices. Green manure is a conservation practice that, among other benefits, improves soil fertility and productivity. This work aims to study fertilizer species used as a source of nutrients for the cultivation of oil palm (*Elaeis guineensis*) in agroforestry systems in Tome Açu, Pará state. Fertilizer plant samples were obtained from three demonstration units in August of 2010. Plants' development stages were described as a function of age and reproductive stage. Plant samples were dried to determine the amount of macronutrients and micronutrients. The best results were obtained for the following fertilizer species: *Tithonia diversifolia* (K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, B, Al and Cl), *Pueraria phaseoloides* (N, Mg, S, Mn, Cu, B), *Jatropha gossypifolia* (K, Ca, Mg, Fe, B and Si), *Canavalia ensiformis* (N, Ca, S) and *Manihot esculenta* (N, P, Mg and Zn). In addition, the leaves of *Theobroma cacao* and *Euterpe edulis* showed high levels of manganese (325 ppm and 310 ppm, respectively). These results are related to the development phases of the species. The incorporation of fertilizer species has proved to be a good alternative to the organic cultivation of oil palm, contributing to the reduction of external inputs and soil conservation.

Keywords: soil conservation, biodiverse system, green manure, agroforestry and fertilizer species

¹ Natura Inovação e Tecnologia de Produtos Ltda - Cajamar (SP) - deboracastellani@natura.net

² Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus (AM) - wlima@embrapa.br

³ Embrapa Amazônia Oriental, Belém (PA) - okato@embrapa.br

⁴ Agrofloresteiros - Cooperativa Agrícola Mista de Tomé Açu, Tomé Açu (PA) - atea@camta.com.br

Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAFs) fundamentam-se na substituição ecofisiológica das espécies vegetais ao longo do tempo e espaço, buscando formar arranjos com estrutura, composição e funcionamento parecidos à floresta, com dinâmica que leva à regeneração das funções ambientais, um aumento da complexidade do ambiente e a manutenção da rede de interações do agroecossistema (MAY e TROVATTO, 2008; SCHROTH et al., 2004). Estes arranjos produtivos permitem a recuperação de áreas degradadas, a produção de cultivos diversificados e a geração de serviços ambientais, que se constituem em importantes sistemas de fixação de C na biomassa vegetal e no solo (BOLFE et al., 2009). Os SAFs são adotados principalmente por agricultores dos trópicos e a sua sustentabilidade é influenciada pelas práticas de manejo dos solos e das culturas. A adubação verde é uma prática conservacionista que, entre outros benefícios, protege o solo da erosão, produz matéria orgânica, fixa N atmosférico, auxilia no controle de nematoides no solo, promove a ciclagem de nutrientes, melhora a fertilidade do solo e sua produtividade (BERGO et al., 2006; FINHOLDT et al., 2009). Este trabalho tem como objetivo estudar as espécies adubadeiras utilizadas como fonte de nutrientes para o cultivo de dendê (*Elaeis guineensis*) em sistemas agroflorestais, em Tomé Açu (PA).

Material e Métodos

No desenho dos sistemas de produção de SAF Dendê, desenvolvido pela área de Bioagricultura da Natura Inovação, foram considerados a integração de fruteiras oleaginosas, espécies adubadeiras e madeiras. As Unidades Demonstrativas (UDs) de SAF Dendê foram instaladas em três propriedades rurais de cooperados da CAMTA (Cooperativas Agrícola Mista de Tomé-Açu), no ano de 2008, perfazendo um total de 18 hectares. Além da CAMTA, para as pesquisas de campo tem-se a parceria com a Embrapa Amazônia Oriental (CPATU), Embrapa Amazônia Ocidental (CPAA) e a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). As UD's estão localizadas no distrito de Quatro Bocas, município de Tomé-Açu (PA). De acordo com Baena (1999), o município de Tomé-Açu apresenta topografia plana, Latossolo Amarelo, clima Am, segundo a classificação de Köppen, temperatura média anual de 27,9° C, e precipitação total anual em torno de 2.500 mm, com distribuição irregular durante os meses, definindo duas estações, uma bastante chuvosa, de novembro a junho, e outra menos chuvosa, de julho a outubro, quando ocorrem totais mensais inferiores a 50 mm (BAENA, 1999). A diversificação de espécies é uma estratégia adotada, no desenho e arranjo dos SAFs estudados, na busca da eficiência econômica, ambiental e social.

Na adubação verde foram utilizadas espécies de rápido crescimento e alta capacidade de regeneração, incluindo culturas anuais, semi-perenes e perenes (Tabela 1). Quanto ao manejo de espécies espontâneas foram estudados os nutrientes de quatro espécies com expressiva ocorrência: 1) brachiaria (*Brachiaria decumbens*), jurubeba (*Solanum* sp), quicuí (*Brachiaria humidicola*) e pinhão roxo (*Jatropha gossypifolia*). A mandioca (*Manihot esculenta*) também foi utilizada como espécie adubadeira embora seja importante como cultura alimentar. O cacau (*Theobroma cacao*) e o açaí

(*Euterpe oleracea*) foram analisados devido ao potencial para contribuição na ciclagem de nutrientes considerando a presença destas espécies em altas densidades no sistema (480 e 104 por hectare respectivamente). A Tabela 2 apresenta a diversidade de espécies que compõem os sistemas agroflorestais com dendê. As folhas das espécies adubadeiras foram coletadas ao acaso, nas três unidades demonstrativas, formando uma amostra composta que foi submetida a secagem em temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras foram enviadas para o laboratório Unithal, em Campinas (SP), para a determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes.

Resultado e discussão

O dendê é uma palmeira de origem africana, muito bem adaptada à região amazônica. O sistema de monocultura da palma dendê é considerado um dos principais vetores de destruição das florestas tropicais, da emissão de gases efeito estufa e perda de biodiversidade. A produção de dendê em sistemas agroflorestais visa gerar benefícios sociais, econômicos e ambientais contribuindo para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. O aporte de biomassa ao solo via podas periódicas é o principal manejo da matéria orgânica nos sistemas agroflorestais. Todo o material podado gera um adubo orgânico que libera nutrientes por meio da sua decomposição (processos de mineralização e humificação), sendo as leguminosas um dos componentes chaves. As Tabelas 3 e 4 apresentam os resultados obtidos da análise foliar de espécies denominadas adubadeiras, dentro dos sistemas SAFs Dendê, em Tomé Açu (PA).

Os resultados obtidos permitiram identificar a contribuição das espécies adubadeiras no aporte e ciclagem de nutrientes, entretanto esses valores estão relacionados às fases de desenvolvimento das espécies estudadas. Como fonte de nutrientes para os SAFs destacam-se as espécies: Margaridão - *Tithonia diversifolia* (K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, B, Al e Cl), puerária - *Pueraria phaseoloides* (N, Mg, S, Mn, Cu, B), pinhão roxo - *Jatropha gossypifolia* (K, Ca, Mg, Fe, B e Si), feijão-de- porco - *Canavalia ensiformis* (N, Ca, S) e mandioca - *Manihot esculenta* (N, P, Mg e Zn).

O ingá apresentou valores médios provavelmente em função do estágio jovem de desenvolvimento. Além dos nutrientes contidos no componente arbóreo como o ingá é importante ressaltar os efeitos positivos do componente arbóreo como a acumulação de biomassa, de matéria orgânica, a ciclagem (pela poda ou pela serapilheira) dos nutrientes, o melhoramento do microclima, a fixação biológica no caso de leguminosas, além de um sistema radicular profundo que pode bombear os nutrientes lixiviados do sub-solo de volta ao agroecossistema (SCHROTH et al. 2004).

Um dos padrões básicos das florestas tropicais é a manutenção dos nutrientes em sua biomassa. Nos SAFs esse processo também ocorre, por isso esses agroecossistemas normalmente são considerados mais eficientes na ciclagem de nutrientes do que outros sistemas produtivos (PAVÓN et al., 2010).

A incorporação das espécies adubadeiras tem se mostrado uma boa alternativa para o cultivo orgânico de dendê, contribuindo para a redução de insumos externos e para a conservação do solo. Contudo, o preço e o custo da produção e a adequação dentro do sistema agrícola são fatores essenciais levados em consideração pelos agricultores para a adoção dessa prática.

Conclusão

A incorporação das espécies adubadeiras tem se mostrado uma boa alternativa para o cultivo orgânico de dendê, contribuindo para a redução de insumos externos, além dos benefícios socioambientais onde se inclui a recuperação de áreas degradadas e a manutenção de serviços ambientais. A diversificação dos sistemas por meio da introdução de espécies adubadeiras, oleaginosas e madeireiras pode contribuir para o aumento de renda dos agricultores, redução de riscos fitossanitários e fortalecimento das funções ecológicas favoráveis que devem garantir a sustentabilidade destes agroecossistemas.

Agradecimentos

A FINEP pelo apoio financeiro, a todos os pesquisadores envolvidos no projeto e aos agricultores da CAMTA.

Tabela 1 –Espécies adubadeiras utilizadas nos sistemas agroflorestais com Dendê (*Elaeis guineensis*), em Tomé-Açu (PA).

Espécies Adubadeiras	Nome científico	Família Botânica	Porte	UD
Banana*	<i>Musa sp</i>	Musaceae	herbácea	1,2,3
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i>	Poaceae	herbácea	1,2,3
Capim napier	<i>Pennisetum purpureum</i>	Poaceae	herbácea	1
Crotalária	<i>Crotalaria spectabilis</i>	Leguminosae	herbácea	1,2,3
Desmodium*	<i>Desmodium sp</i>	Leguminosae	herbácea	1,2,3
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	Leguminosae	liana	1,2,3
Feijão-guandu	<i>Cajanus cajan</i>	Leguminosae	arbustiva	1,2,3
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	Leguminosae	arbórea	1,2,3
Ingá	<i>Inga edulis</i>	Leguminosae	arbórea	1,2,3
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	arbustiva	1,2,3
Margaridão	<i>Tithonia diversifolia</i>	Asteraceae	herbácea	1,2,3
Puerária	<i>Pueraria phaseoloides</i>	Leguminosae	liana	1,2,3

*Não foram realizadas as análises de nutrientes

Tabela 2 – Espécies introduzidas no desenho dos sistemas agroflorestais com Dendê (*Elaeis guineensis*), nas três unidades demonstrativas, em Tomé-Açu (PA).

Espécies	Nome científico	Família Botânica	Usos	Porte
Dendê	<i>Elaeis guineensis</i>	Arecaceae	O	Arbórea
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i>	Arecaceae	A, O	Arbórea
Bacaba	<i>Oenocarpus distichus</i>	Arecaceae	A, O	Arbórea
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>	Malvaceae	A, O	Arbórea
Cedro	<i>Cedrela</i> sp	Meliaceae	M	Arbórea
Guanandi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Clusiaceae	M, O	Arbórea
Ipê	<i>Tabebuia</i> sp	Bignoniaceae	M	Arbórea
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	A	Arbustiva
Maracujá	<i>Passiflora edulis</i>	Passifloriaceae	A, O	Liana
Neen	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	M, O	Arbórea
Pimenta	<i>Piper nigrum</i>	Piperaceae	A	Liana
Pracaxi	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Leguminosae	O	Arbórea
Taperebá	<i>Spondias lutea</i>	Anacardiaceae	A	Arbórea
Taxi branco	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Leguminosae	M	Arbórea
Ucuúba	<i>Virola surinamensis</i>	Myristicaceae	M, O	Arbórea
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	A	Arbórea

Legenda: A – alimentícia; O – oleaginosas; M – madeira.

Tabela 3 – Análise foliar de espécies adubadeiras utilizadas como fonte de nutrientes no cultivo de Dendê (*Elaeis guineensis*) em SAFs, Tomé Açú (PA).

Nutrientes	Calopogônio*	Crotalaria*	Feijão-de-porco*	Feijão-Guandu*	Gliricídia	Ingá**	Margaridão	Napier verde	Puerária
Macronutrientes									
Nitrogênio (%)	3,02	3,40	3,81	3,51	3,28	3,29	3,28	1,78	3,95
Fósforo (%)	0,10	0,28	0,14	0,23	0,19	0,11	0,20	0,14	0,16
Potássio (%)	0,97	1,03	1,36	0,71	1,39	0,58	1,98	1,90	0,87
Cálcio (%)	1,41	1,60	2,17	0,93	0,69	1,89	2,60	0,55	1,11
Magnésio (%)	0,22	0,29	0,31	0,28	0,24	0,22	0,65	0,18	0,41
Enxofre (%)	0,20	0,25	0,23	0,19	0,20	0,19	0,23	0,13	0,23
Micronutrientes									
Ferro (ppm)	162,0	680,0	145,0	820,0	750,0	145,0	1250,0	120,00	170,0
Manganês (ppm)	63,0	32,0	85,0	60,0	15,0	110,0	170,0	92,00	245,0
Cobre (ppm)	8,0	13,0	7,0	12,0	8,0	11,0	10,0	10,00	12,0
Zinco (ppm)	30,0	32,0	20,0	28,0	14,0	17,0	110,0	50,00	32,0
Sódio (ppm)	82,0	45,0	42,0	65,0	80,0	100,0	60,0	70,00	80,0
Boro (ppm)	38,7	38,0	29,80	30,0	27,80	24,6	84,0	6,00	40,0
Cobalto (ppm)	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	3,0	5,0	2,00	3,0
Molibdênio (ppm)	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,00	1,0
Alumínio (ppm)	55,0	135,0	72,0	170,0	174,0	36,0	220,0	37,00	68,0
Cloro (%)	0,27	0,62	0,45	0,18	0,62	0,18	0,62	0,62	0,35
Níquel (ppm)	1,0	-	-	-	-	1,0	1,0	-	1,0
Silício (ppm)	275,0	190,0	175,0	160,0	145,0	245	230,0	170,00	200,0

* Planta adulta com flor e semente

** Planta jovem

Análises realizadas no laboratório agrônomo UNITHAL – Campinas – SP.

¹ Ca, Mg, K, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, CO, Mo, Al e Ni foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica.

² P, S, B e Si determinados por colorimetria.

³ Nitrogênio: método do ácido salicílico (Kjeldahl) e Cloro: método de Mohr.

Tabela 4 – Análise foliar de espécies adubadeiras utilizadas como fonte de nutrientes no cultivo de Dendê (*Elaeis guineensis*) em SAFs, Tomé açu (PA).

Nutrientes	Vegetação espontânea				Culturas alimentares		
	Brachiaria	Jurubeba	Pinhão roxo	Quicuiu	Açaí	Cacau	Mandioca
Macronutrientes							
Nitrogênio (%)	1,90	3,15	3,05	1,68	2,76	1,62	3,84
Fósforo (%)	0,12	0,13	0,18	0,10	0,20	0,12	0,23
Potássio (%)	1,17	1,99	2,25	1,43	0,83	0,78	1,58
Cálcio (%)	0,52	1,63	2,16	0,50	0,62	1,38	1,33
Magnésio (%)	0,46	0,39	0,65	0,23	0,22	0,93	0,55
Enxofre (%)	0,13	0,22	0,19	0,17	0,38	0,26	0,23
Micronutrientes							
Ferro (ppm)	150,0	230,0	245,0	134,0	198,0	230,0	185,0
Manganês (ppm)	135,0	48,0	100,0	87,0	310,0	325,0	185,0
Cobre (ppm)	8,0	30,0	7,0	9,0	9,0	8,0	8,0
Zinco (ppm)	35,0	56,0	28,0	332,0	30,0	50,0	90,0
Sódio (ppm)	46,0	160,0	295,0	1600	110,0	220,0	78,0
Boro (ppm)	6,0	30,4	32,0	6,4	20,2	30,5	29,1
Cobalto (ppm)	2,0	2,0	4,0	3,0	1,0	2,0	3,0
Molibdênio (ppm)	3,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0
Alumínio (ppm)	52,0	80,0	58,0	54,0	58,0	46,0	72,0
Cloro (%)	0,70	0,45	0,27	0,96	< 0,1	< 0,1	0,45
Níquel (ppm)	1,0	-	1,0	1,0	5,0	4,0	1,0
Silício (ppm)	155,0	240	285,0	230,0	105,0	140,0	185,0

* Planta adulta com flor e semente

Análises realizadas no laboratório agrônomo UNITHAI – Campinas – SP.

¹Ca, Mg, K, Fe, Mn, Cu, Zn, Na, CO, Mo, Al e Ni foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica.

² P, S, B e Si determinados por colorimetria.

³ Nitrogênio: método do ácido salicílico (Kjeldahl) e Cloro: método de Mohr.

Referências Bibliográficas

BAENA, A.R.C.; FALESI, I.C. **Avaliação do potencial químico e físico dos solos sob diversos sistemas de uso da terra na colônia agrícola de Tomé-Açu, estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 23 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa Nº 18).

BOLFE, E. L.; FERREIRA, M. C.; BATISTELLA, M. Avaliação da correlação entre índices de vegetação e biomassa epígea de sistemas agroflorestais. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil. **Anais...** INPE, 2009, p. 2603-2610.

BERGO, C. L., PACHECO, E. P., MENDONÇA, H. A. de; MARINHO, J. T. de S. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amazônica**, v. 36, n.1, 2006: 19 – 24.

FINHOLDT, R. S.; ASSIS, A. M.; BISINOTTO, F. F.; AQUINO JÚNIOR, V. M.; SILVA, L. O. **Avaliação da biomassa e cobertura do solo de adubos verdes**. FAZU em Revista, Uberaba, n. 6, p. 11-52, 2009.

MAY, P. H; TROVATTO, C. M. M. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008. 196 p.

PAVÓN, J. del C.; MADERO, E.; AMÉZQUITA, E. Susceptibilidad del suelo a la degradación en parcelas con manejo agroflorestal Quesungual en Nicaragua. **Acta Agronomica**. Bogotá - Colômbia v. 59. n.1, 2010. p. 46-55.

SCHROTH, G.; LEHMANN, J.; RODRIGUES, M. R. L.; BARROS, E.; MACEDO, J.L.V. Plant-soil interactions in multistratry agroforestry in the humid tropics. **Agroforestry Systems**, v. 53, 2004, p. 85 -102.