

Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de macro e micronutrientes em folíolos de dendezeiro em sistema agroflorestal¹

Ronaldo Ribeiro de Moraes², Paulo César Teixeira², Wanderlei Antônio Alves de Lima²
Raimundo Nonato Carvalho da Rocha², Débora Cristina Castellani³, Andresa Cristina da Silva³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estabelecer a relação das leituras obtidas por meio do clorofilômetro portátil com os teores de macro e micronutrientes nas folhas de dendezeiro. O estudo foi realizado em plantios de dendezeiro consorciados em três propriedades localizadas no município de Tomé-Açu, região nordeste do Estado do Pará. No plantio foram coletados folíolos da folha 9 com bom aspecto fitossanitário. Foram feitas leituras com o clorofilômetro portátil (CCM-200) na porção central dos folíolos, excluindo-se a base e o ápice e posteriormente realizadas as análises dos teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). Os resultados mostraram que as leituras obtidas com o SPAD-502 correlacionaram-se significativamente ($p \leq 0,01$) com os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre e zinco. Portanto, o estudo verificou que as leituras efetuadas com o SPAD-502 estimam, de maneira eficaz, os teores de alguns nutrientes foliares de folíolos de dendezeiro, podendo ser utilizadas em substituição ou complementação das análises químicas e visuais tradicionais.

Palavras-chave: *Elaeis guineensis*, diagnose nutricional, diagnose precoce, calibração.

ABSTRACT: The objective of this study was to establish the relationship of the readings taken with the chlorophyll meter with the levels of macro and micronutrients in leaves of oil palm. The study was conducted in plantations of oil palm intercropped in three properties located in the city of Tome-Açu, northeastern Pará state. Leaflets of plant leaf 9 were collected when seedlings were planted, being selected leaves from plants apparently healthy. Readings were made with portable chlorophyll meter (CCM-200) in the central portion of the leaflets, excluding the base and apex. Subsequently the analysis was performed on the levels of macro (N, P, K, Ca, Mg and S) and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn and Zn). Readings obtained with the SPAD-502 correlated significantly ($p \leq 0.01$) with levels of nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, copper and zinc. Therefore, the study found that readings taken with the SPAD-502 effectively estimated the levels of some leaf nutrients for oil palm leaflets, and therefore can be used to replace or supplement the traditional visual and chemical analysis.

Keywords: *Elaeis guineensis*, nutritional diagnosis, early diagnosis, calibration.

Introdução

Dentre as espécies com alto potencial para a produção de biodiesel, destaca-se o dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.), cultura que apresenta a maior produtividade entre as oleaginosas, é uma cultura perene que, quando plenamente estabelecida, protege o solo contra erosão, apresenta baixo custo de produção de óleo, produz durante todo o ano com possibilidade de exploração a longo prazo. Além da grande capacidade na produção de óleo, nas condições da Amazônia, esta oleaginosa

¹ Apoio Financeiro NATURA/FINEP

² Embrapa Amazônia Ocidental. Rodovia AM 010, km 29, CP 319, 69010-960 Manaus, AM. Tel.+55 92 3303-7862, Fax.+55 92 3303-7820. Autor correspondente: ronaldo.morais@cpaa.embrapa.br

³ NATURA Inovação, rod. anhanguera s/n, Cajamar 07750000, SP- Osasco

apresenta grande potencial no acúmulo de carbono (LAMADE; BOUILLET, 2005; RODRIGUES et al., 2000; SURESH; NAGAMANI, 2006).

O dendezeiro como planta perene arbórea apresenta grande potencial para absorver gás carbônico, perdendo somente para o eucalipto e, pode contribuir com a redução de emissão de carbono para a atmosfera através da fixação deste elemento na biomassa, possibilitando a sua utilização em áreas desflorestadas, contribuindo, desta forma, para a conservação de energia e recursos naturais. Estima-se que um hectare de dendezeiro, aos quinze anos, tenha seqüestrado 35,87 t de carbono ou 90 t de matéria seca, além de permitir a co-geração de energia, em função do potencial energético dos resíduos da extração do óleo, representados por: 1271,5 kg de cachos vazios, 710,5 kg de fibra e 222,5 kg de casca, para cada tonelada de óleo produzida (SOUZA, 2008).

A associação do dendezeiro com outras culturas tem sido praticada com sucesso em outras regiões do mundo. Kolade (1986) observou um efeito positivo em experiências com dendezeiro e outras culturas perenes, como o cacau. O dendê pode ser favorecido pelas culturas perenes, como foi observado por Sparnaaj (1970) na África ocidental, onde a produção de dendezeiro aumentou em 8%, quando associado com café. De modo semelhante, Egbe e Adenikinju (1990) encontraram efeito positivo da associação do dendezeiro sobre a produção de cacau, indicando a boa compatibilidade do dendezeiro com frutíferas que suportam certo grau de sombreamento.

Mora *et al.* (1986) demonstraram a viabilidade econômica dos cultivos intercalados com dendê em solos da Venezuela. A análise de rentabilidade dos diversos sistemas de cultivo adotados mostrou que a associação dendê x banana x mandioca gerou, não somente, os maiores ingressos brutos, cobrindo 87% dos custos totais de implantação já no primeiro ano, como também promoveram um melhor desenvolvimento do dendezeiro.

Um dos equipamentos muito utilizados em várias culturas para avaliação da diagnose nutricional dos teores de nitrogênio e clorofila nas folhas é o medidor de clorofila Minolta SPAD-502 (ARGENTA et al., 2001). O equipamento vem sendo utilizado para a diagnose nutricional de nitrogênio em várias culturas, como milho (ARGENTA et al., 2001, 2004; ZOTARELLI et al., 2003; ROCHA et al., 2005; GODOY et al., 2007), cafeeiro (GODOY et al., 2008; REIS et al., 2006), feijoeiro (SILVEIRA et al., 2003), trigo (SENA JÚNIOR et al., 2008), algodoeiro (NEVES et al., 2005), batata (GIL et al., 2002), pimentão (GODOY et al., 2003), tomateiro (GUIMARÃES et al., 1999), mamoeiro (NETTO et al., 2002), capim-aruaana (JÚNIOR; MONTEIRO, 2006) e plantas ornamentais (DEMOTES-MAINARD et al., 2008). O medidor de clorofila apresenta várias vantagens, por ser portátil pode ser levado ao campo propiciando rápido diagnóstico do estado nutricional em relação ao conteúdo de N, agrega vantagem na sua simplicidade de uso, além de fazer uma avaliação não-destrutiva do tecido foliar (ARGENTA et al., 2001). Adicionalmente, com a utilização do equipamento, há a redução de gastos e de tempo, já que não é preciso realizar todas as análises químicas, possibilitando o manejo mais eficiente da adubação nitrogenada, sincronizando a aplicação do nitrogênio com a época de demanda do nutriente pela planta. O processo de funcionamento do

equipamento consiste num feixe de luz que passa através da amostra da folha e atinge um receptor (fotodiodo de silicone) que converte a luz transmitida em sinais elétricos analógicos. Por meio do conversor A/D, esses sinais são amplificados e convertidos em sinais digitais (MINOLTA, 1989), sendo usados por um microprocessador para calcular os valores SPAD (“*Soil plant analysis development*”).

O objetivo deste trabalho foi estabelecer a relação do índice SPAD obtido com clorofilômetro com os teores de macro e micronutrientes em folhas de plantas dendezeiro, proporcionando subsídios para diagnose precoce e recomendação complementar de adubação.

Metodologia

O projeto está sendo conduzido em três propriedades localizadas no município de Tomé-Açú, região nordeste do Estado do Pará. Em cada uma destas propriedades, foram instalados três tipos de sistemas agroflorestais (SAFs), todos contendo plantas de dendê como espécie principal, sendo cada um deles composto de 2 ha, sendo o sistema agroflorestal biodiverso com modo de preparo de área manual e trituração por máquina e o consorciado com plantas adubadeiras.

As mudas, provenientes da Empresa Agropalma S.A, foram plantadas em fevereiro e março de 2008. Foram utilizadas mudas com 15 meses de idade nas três unidades demonstrativas.

Para avaliação da correlação entre o índice SPAD e os teores de nutrientes foliares foram efetuadas leituras com o clorofilômetro portátil (CCM-200) em folíolos centrais da folha número 9. Após as leituras com o clorofilômetro, os folíolos foram destacados, eliminando-se as regiões apicais e basais, assim como, a nervura central e as extremidades laterais do limbo foliar. As amostras foram limpas com água destilada, colocadas em sacos de papel e enviadas ao Laboratório de Análises de Solos e Plantas (LASP) da Embrapa Amazônia Ocidental, para a realização das análises dos teores de macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn), segundo metodologia de Malavolta et al. (1997).

Em cada unidade demonstrativa foram feitas avaliação em dez plantas por tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de correlação de Pearson. Fez-se análise de regressão entre a leitura do clorofilômetro e os teores de macro e micronutrientes foliares.

Resultados e Discussão

Em relação aos macronutrientes, os resultados das leituras com o SPAD-502 correlacionaram-se positivamente com os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio para os folíolos de dendezeiro (Tabela 1). As correlações entre as leituras SPAD com os teores de potássio e enxofre não foram significativas.

Previtali (2007), estudando a diagnose nutricional foliar por meio do índice SPAD em *Bactris gasipaes*, encontrou correlações positivas com os teores de nitrogênio e magnésio, dados importantes na avaliação da desordem nutricional da palmeira, visto que grande porção de fitomassa está em suas folhas, que representa grande reserva potencial de nutrientes utilizáveis.

Para os micronutrientes, apenas para cobre e zinco houve correlação significativa ($p \leq 0,01$).

A equação $\hat{Y} = -0,0029x^2 + 0,6335x - 4,6$ ($R^2 = 0,95$) foi a que melhor se ajustou para transformar as leituras SPAD em teores de nitrogênio nos folíolos de dendezeiro (Figura 1). Ao contrário da análise foliar de N em laboratório, que exige a compra sistemática de produtos químicos, o clorofilômetro tem baixo custo de manutenção, eliminando a necessidade de envio de amostras para laboratório, podendo o produtor realizar quantas amostragens desejar, sem implicar em destruição das folhas (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Em relação ao fósforo, foi ajustada a equação $\hat{Y} = -0,0001x^2 + 0,0244x + 0,5627$ ($R^2 = 0,93$) e para cálcio e magnésio as equações $\hat{Y} = -0,0334x + 11,57$ ($R^2 = 0,89$) e $\hat{Y} = -0,0063x + 3,6268$ ($R^2 = 0,87$), respectivamente (Figura 1).

Para os micronutrientes foram ajustadas as equações $\hat{Y} = -0,0006x^2 + 0,1374x + 1,0128$ ($R^2 = 0,95$) e $\hat{Y} = -0,0015x^2 + 0,3165x - 0,6368$ ($R^2 = 0,89$) para estimar os valores de cobre e zinco, respectivamente (Figura 2).

Conclusões

- As leituras efetuadas com o SPAD-502 estimaram com alta significância os teores dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio e dos micronutrientes cobre e zinco nos folíolos de dendezeiro nos sistemas agroflorestais.
- De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, o leitor SPAD 502 mostrou ser um equipamento que pode ser utilizado para tomada de decisões no acompanhamento do estado nutricional das plantas em substituição ou complementação das análises químicas e visuais tradicionais.

Tabela 1. Resultado da correlação de Pearson entre os valores de SPAD com os teores de macro e micronutrientes nos folíolos de plantas de dendezeiro em sistemas alternativos de produção no município de Tomé-Açu-PA.

	Macronutrientes (g kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
SPAD	0,69*	0,43*	0,06 ^{ns}	-0,39*	-0,27*	0,09 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,44*	-0,14 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,40*

* Significância (p ≤ 0,01)

^{ns} Não significativo

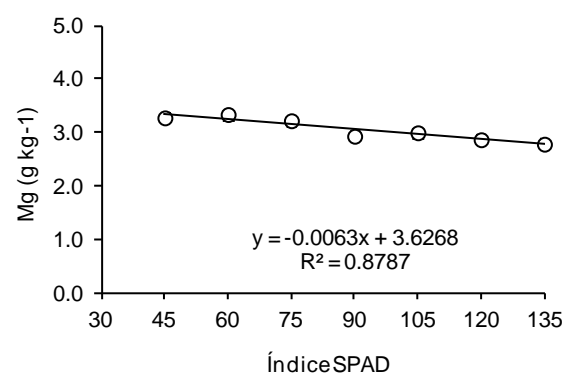
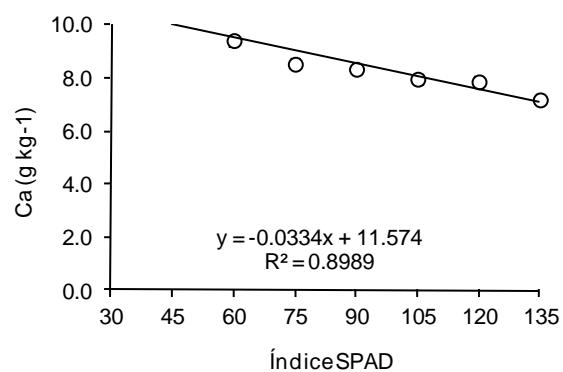
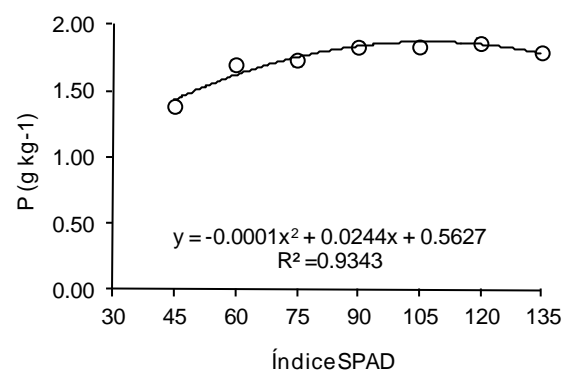
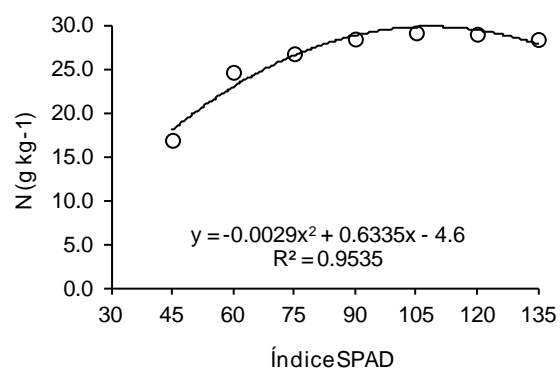


FIGURA 1. Relação entre as leituras SPAD e os teores de macronutrientes em folíolos de plantas jovens de dendezeiro.

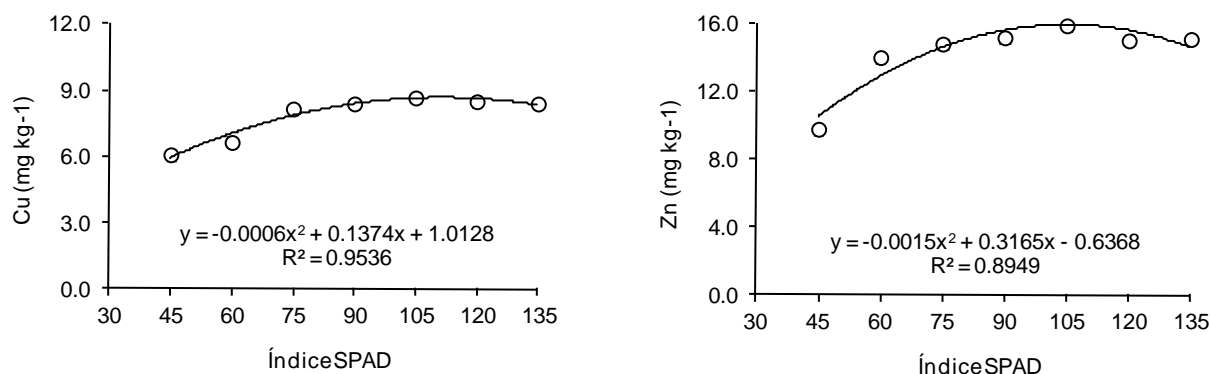


FIGURA 2. Relação entre as leituras SPAD e os teores de micronutrientes em folíolos de plantas jovens de dendezeiro.

Referências

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 13, n. 2, p.158-167, 2001.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, F. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. **Ciência Rural**, v.34, n.5, p.1379-1387, 2004.

DEMOTES-MAINARD, S.; BOUMAZA, R.; MEYER, S.; CEROVIC, Z. G. Indicators of nitrogen status for ornamental woody plants based on optical measurements of leaf epidermal polyphenol and chlorophyll contents. **Scientia Horticulturae**, v. 115, p. 377-385, 2008.

EGBE, N. E. AND ADENIKINJU, S.A., 1990. Effects of intercropping on potential yield of Cocoa in south-western Nigeria. **Café 'Cacao Thé'**, 34 (4): 281 - 284.

GIL, P.T.; FONTES, P.C.R.; CECON, P.R.; FERREIRA, F.A. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 611-615, 2002.

GODOY, L.J.G.; SANTOS, T.S.; VILLAS BÔAS, R.L.; JÚNIOR, J.B.L. Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 217-226, 2008.

GODOY, L.J.G.; SOUTO, L.S.; FERNANDES, D.M.; VILLAS BÔAS, R.L. Uso do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada para milho em sucessão a pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Ciência Rural**, v.37, n.1, p.38-44, 2007.

GODOY, L.J.G.; VILLAS BÔAS, R.L.; BÜLL, L.T. Utilização da medida do clorofilômetro no manejo da adubação nitrogenada em plantas de pimentão. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 1049-1056, 2003.

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ V., V.H.; MONNERAT, P.H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, v.58, n.1, p.209-216, 1999.

JÚNIOR, J.L.; MONTEIRO, F.A. Diagnose nutricional de nitrogênio no capim-aruaana em condições controladas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 30, p. 829-837, 2006.

KOLADE, J.A. Influence of different densities of cocoa and oil palm on yield performances of cocoa. *Turrialba V. 36, N. 3, P.345-353. 1986.*

LAMADE, E.; BOUILLET, J.P. Carbon storage and global change: the role of oil palm. **Oléagineux**, v.12, n.2, p.154-160. 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MINOLTA CAMERA Co., Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 1989. 22p.

MORA, O.G.; COLIN, J.; BERRIOS, C.; OCHOA A. Cultivos intercalados con palma africana en El Sur Del Lago de Maracaibo Estado Zulia. *Coco Y Palma, Caracas, N. 36/37, P. 8-12, 1986.*

NETTO, A.T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J.G.; YAMANISHI, O.K. Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. **Braz. J. Plant Physiol.**, v. 14, n. 3, p. 203-210, 2002.

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G.; MARTINS, F.A.D.; PÁDUA, T.R.P.; PINHO, P.J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.40, n.5, p.517-521, 2005.

PREVITALI, R. V. Z. **Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes kunth*) em substrato compactado**. Dissertação de Mestrado, Instituto Agrônomo-IAC. 2007. 87 pp.

REIS, A.R.; FURLANI JUNIOR, E.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v.65, n.1, p.163-171, 2006.

ROCHA, R.N.C., GALVÃO, J.C.C., TEXEIRA, P.C., MIRANDA, G.V., AGNES, E.L., PEREIRA, P.R.G., LEITE, U.T. Relação do índice SPAD determinado pelo clorofilômetro com teor de nitrogênio na folha e rendimento de grãos em três genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.161-171, 2005.

RODRIGUES, M.R.L.; SANTOS, J.A.; BARCELOS, E. **Carbono e nitrogênio na biomassa aérea de cultivo de dendê em Latossolo Amarelo na Amazônia Ocidental**. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 2000. Embrapa, Manaus, 2000. p. 82-84.

SENA JÚNIOR, D.G.; PINTO, F.A.C.; QUEIROZ, D.M.; SANTOS, N.T.; KHOURY JÚNIO, J.K. Discriminação entre estágios nutricionais na cultura do trigo com técnicas de visão artificial e medidor portátil de clorofila. **Eng. Agríc.**, v.28, n.1, p.187-195, 2008.

SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; DIDONET, A.D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 38, n. 9, p.1083-1087,. 2003

SOUZA, J. DENDÊ – potencial para produção de energia renovável. Disponível em <<<http://www.ceplac.gov.br/radar/artigos/artigo9.htm>>>. Acesso em 19 de janeiro de 2008.

SPARNAAJ, L.D., Mixed cropping in oil palm cultivation. J. Western African Inst. Oil palm res. V. 217, P. 244-264. 1970

SURESH, K.; NAGAMANI, C. Variations in photosynthetic rate and associated parameters with age of oil palm leaves under irrigation. **Photosynthetica**. v.44, n.2., p.309-311. 2006.