



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Determinação de valores de referência nutricional em folhas de Dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) sob as condições edafoclimáticas da Amazônia brasileira**



*Cindy Hernández Guzmán<sup>1</sup>; Nairam Felix De Barros<sup>2</sup>; Júlio C. Lima Neves<sup>3</sup>.*

<sup>1</sup> Eng. Agrônoma, Doutoranda em Meteorologia Aplicada, UFV - MG, Viçosa. Fone: (31) 91263247, [cindyhdez@hotmail.com](mailto:cindyhdez@hotmail.com)

<sup>2</sup> Eng. Florestal, Prof. Titular, Depto de Solos, UFV, Viçosa – MG, [julio\\_n2003@yahoo.com.br](mailto:julio_n2003@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. De Solos, UFV, Viçosa – MG, [nfbarros@ufv.br](mailto:nfbarros@ufv.br)

**RESUMO** – No Brasil, não se estabeleceram teores críticos de nutrientes minerais para condições locais dos plantios de dendê, sendo utilizados valores de referência obtidos da literatura correspondentes a condições edafoclimáticas diferentes das brasileiras, resultando em adubações não adequadas. O objetivo foi estabelecer valores de referência para a interpretação de resultados de análises foliares de Dendê na Amazônia brasileira. Para isto, foi utilizado um banco de dados de análises foliares na folha indicadora (Folha 17) e produtividade da empresa Agropalma, situada no estado do Pará. Os dados contêm teores de macro e micronutrientes, produtividade de cachos de plantios de dendê de diferentes materiais genéticos; implantados em áreas que já foram de floresta ou de pastagens, diferentes classes de solo, idade e espaçamento de plantio. O banco possui ainda dados climáticos (temperaturas, pluviometria, radiação solar) e informações sobre doses de nutrientes aplicados e suas respectivas fontes. Os dados foram processados quanto ao grau de balanço (método Kenworthy - KW) e de equilíbrio (método DRIS e PRA). As populações de referência foram estabelecidas considerando a produtividade acima da média, conforme diferentes critérios de estratificação: não estratificadas, material genético, espaçamento de plantio, vegetação anterior, classe de solo e idade de plantio. Como resultado obteve-se que o magnésio apresentou a menor frequência de concordância (FDC) em todas as estratificações, o que indica que para este nutriente deve usar-se a norma específica. A comparação dos valores referenciais encontrados nessa pesquisa e as referências da literatura apresentaram diferenças notórias que podem vir a afetar a produção futura dos plantios de dendê, a qualidade nutricional desses solos e o uso inadequado de fertilizantes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia, produtividade, adubação.

### **Determination of nutritional reference values in leaves of oil palm (*Elaeis guineensis*, Jacq.) under edaphoclimatic conditions of the Brazilian Amazon.**

**ABSTRACT** - In Brazil nutritional reference contents for foliar diagnosis has not been established for oil palm (Dendê) in local conditions. The use of generic reference values obtained from literature in very different edaphoclimatic conditions compared with those of Brazil may lead to inappropriate fertilization. This research aimed to establish reference values (standards) for analyses interpretation of oil palm leaves in the Brazilian Amazon. There were use a set of foliar analysis results related to macro and micronutrients contents of indicator leaf 17 (sheet 17) and oil production from a database of the company Agropalma, located in Pará state. The data set included results of different genetic materials growing in areas previously covered with natural forest and pasture, soil types grown space and information regarding to applied nutrient dosage and sources. The bank also included climate data (temperature, precipitation, and solar radiation). The data was processed to obtain standards considering nutrient balance (Kenworthy method, DRIS and PRA). Reference populations were established considering those of high productivity (above the average) then were categorized under different stratification criteria, not or stratified according to: genetic material, planting population, previous

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

vegetation (forest or pasture), soil type and plantation age. Magnesium showed the largest variation when the general standards were used for diagnosing plant nutritional status, by both methods, indicating the need to use specific norms. The diagnostic methods (Kenworthy, DRIS and PRA) for macronutrients and micronutrients found in this work are very different from those reported in the literature for oil palm.

**KEY WORDS:** Brazilian Amazon, productivity, fertilization.

## **INTRODUÇÃO**

A planta de dendê é uma oleaginosa de grande importância econômica. Geralmente sua produção começa entre o terceiro e quarto ano após o plantio. No Brasil, o principal produtor é o estado de Pará, seguido pela Bahia e Amapá. De acordo com o IBGE (2011), a área plantada com dendê cresceu 26,7% entre os anos de 2000 e 2009, atingindo 103.913 hectares. Contudo, a produção nacional do óleo em 2007 atendeu apenas 50% do consumo nacional do setor alimentício. Um dos fatores que podem comprometer a obtenção de alta produtividade de dendê no Brasil é a nutrição mineral das plantas, visto que não se dispõem de métodos regionais para a recomendação de fertilizantes (RAMALHO FILHO et al., 2010). A produção do dendê ocorre ao longo de todo ano, o que requer amostragens frequentes de folhas para análise química e diagnose nutricional. Tais aspectos reforçam a necessidade de desenvolverem-se Normas específicas para a região do Pará, onde estão concentrados os plantios de dendê. Na região norte do Brasil ainda não foram desenvolvidos estudos para estabelecer os teores críticos dos vários nutrientes para o dendê. Os referenciais utilizados são provenientes de outros países. Considerando-se as diferenças das condições de solo e clima, das técnicas de manejo e material genético, dentre outros, entre a Amazônia Brasileira e os países origem das informações, é razoável assumir que os teores referenciais de nutrientes adotados não sejam adequados e que desvios na produção possam ocorrer por desajustes nutricionais.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo, estabelecer normas para interpretação de análises foliares de Dendê sob as condições da Amazônia brasileira pelos métodos Kenworthy e DRIS.

## **MATERIAIS E METODOS**

Foi utilizado um banco de dados contendo teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Cu, Zn, Fe, Mn, B e Cl) na folha padrão (folha 17) e produtividade de cachos em plantios de dendê na região de Tailândia, Pará. Os plantios eram constituídos por diferentes materiais genéticos (Avros, Lamé, Ekona e Ghana), implantados em áreas de floresta ou de pastagens.

### **Processo de amostragem**

As amostras de folhas foram secadas em estufas com circulação de ar forçada à temperatura de 65°C, moídas e submetidas à digestão nítrico-perclórica, para determinação dos macronutrientes, exceto N, e micronutrientes, exceto B. No extrato foram determinados os teores de P, por colorimetria, de K, por fotometria de chama, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn por espectrometria de absorção atômica, S por turbidimetria. O nitrogênio foi dosado utilizando o método de Kjeldahl, após digestão sulfúrica, e B por colorimetria após calcinação e solubilização das cinzas com ácido clorídrico.

### **Análises de dados**

Inicialmente, foram estabelecidas as populações de referência, consideradas aquelas com produtividade acima da média, conforme diferentes critérios de estratificação: **a)** não estratificadas, **b)**

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

estratificadas por material genético ou grupo de material genético, **c)** por espaçamento de plantio, **d)** por vegetação anterior: áreas de floresta ou de pastagem, **e)** por classe de solo e **f)** idade de plantio. Em seguida, em cada uma das populações, assim estratificadas, foram calculados os valores de referência (normas) para uso no método Kenworthy (KW): (a média e o coeficiente de variação dos teores de cada nutriente), e no método DRIS (a média e o desvio-padrão das relações entre teores de nutrientes, ou seja, das relações duais). Para a população de referência do critério **a**, ou seja, a não estratificada, as normas obtidas para KW e DRIS foram denominadas de “normas gerais”, e quando as populações foram estratificadas as normas foram denominadas “normas específicas” conforme o respectivo critério de estratificação.

Em continuação, tanto para KW como para DRIS, cada um dos conjuntos de normas específicas foi comparado com a norma geral, pelo teste t bilateral para médias e pelo teste F para variâncias, de modo a se avaliar o grau de universalidade das normas.

Para verificar a homogeneidade de variância entre as populações foi realizado o teste F unilateral ( $p < 0,05$ ) e para as comparações entre populações com variância homogênea, o teste t foi aplicado.

No cálculo dos índices balanceados de Kenworthy (índices IBKW), com base nos quais foi feita a avaliação do grau de balanço, foram utilizadas as seguintes equações:

$$P = 100 \frac{Y_i}{\bar{Y}} \quad (1)$$

$$I = CV \frac{Y_i - \bar{Y}}{\bar{Y}} \quad (2)$$

$$IBKW = P - I \quad (3)$$

A interpretação dos IBKW dos nutrientes foi feita conforme ROCHA(2008): Deficiente ( $IBKW < 50 \%$ ); Tendência a deficiente ( $50 \leq IBKW < 83 \%$ ); Suficiente ( $83 \leq IBKW < 117 \%$ ); Tendência a excessivo ( $117 \leq IBKW < 150 \%$ ) e Excessivo ( $150 \leq IBKW$ ).

Por sua vez, para o cálculo dos índices DRIS, inicialmente foram calculados, para cada relação dual, os valores das funções DRIS (equação 4), para cujo cálculo foram usadas as relações nas formas direta e inversa (Equação 5),

$$f(A/B) = \frac{[(A/B) - (a/b)]}{s} \quad (4)$$

$$IA = \frac{[f(A/B) - f(B/A) + f(A/C) - f(C/A) + \dots + f(A/N) - f(N/A)]}{n} \quad (5)$$

A interpretação dos índices DRIS (IA) de cada nutriente foi feita, pelo método das faixas de Beaufils, com base nas classes propostas por ROCHA (2008): desequilibrado por falta ( $IA < -1,33$ ); tendência a desequilibrado por falta ( $-1,33 \leq IA < -0,66$ ); equilibrado ( $-0,66 \leq IA < 0,66$ ); tendência a desequilibrado por excesso ( $0,66 \leq IA < 1,33$ ) e desequilibrado por excesso ( $1,33 \leq IA$ ).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

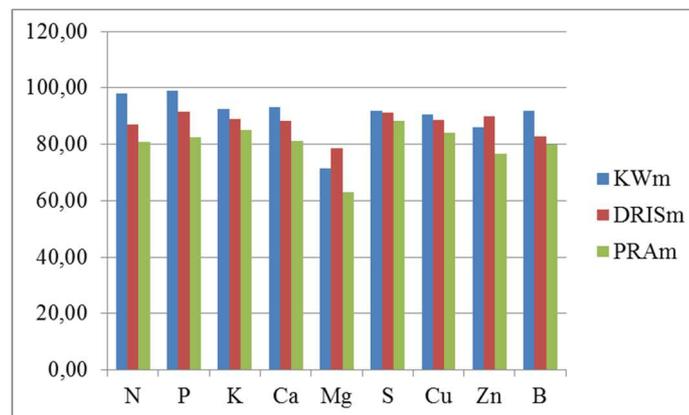
Em geral a variabilidade das normas foi menor para N, P, K e Ca e tendeu a ser maior para Mg, S e os micronutrientes. Teores mais variáveis podem ser resultantes de vários fatores, incluindo os procedimentos de amostragem e de análises e fatores relacionados ao manejo dos plantios. Neste sentido, observam-se variações maiores ou menores de acordo com material genético, idade do plantio, vegetação anterior e textura do solo, de nutriente para nutriente, sem que haja um padrão consistente.

Foram 110 relações duais entre os teores foliares de nutrientes, e houve diferença entre elas quanto à média e à variabilidade.

### Frequência de Diagnósticos Concordantes (FDC)

Tanto para média quanto para o desvio padrão, mostraram que em todos os casos de estratificação, a frequência de concordância das normas apresentou valores mais altos para o KW do que para o DRIS, o que indica que o grau de universalidade das relações duais dos nutrientes nas condições deste trabalho não é maior do que para os teores dos nutrientes tomados isoladamente.

Para todos os casos o Mg foi o nutriente que apresentou as médias de concordâncias mais baixas, sendo elas inferiores a 80 % para os três métodos. Por outra parte, observa-se que a menor variabilidade entre métodos foi observada para S, para o qual a escolha do método para diagnose é de menor importância.



**Figura 1.** Valores médios de Frequência de Diagnósticos Concordantes (FDC), em plantio de *Elaeis guineensis* entre conjuntos de normas específicas, conforme vários critérios de estratificação e de normas gerais, por nutriente, pelos métodos de Kenworthy, DRIS e Potencial de Resposta a Adubação PRA.

<sup>1</sup>Kenworthy (1961); <sup>2</sup>Beaufils (1973); <sup>3</sup>Beaufils (1973) considerando IENm propostopor Wadt (1996).

### Frequência de Normas Concordantes (FNC)

O Mg foi o nutriente que apresentou diferença altamente significativa na comparação das médias da norma geral com as específicas com apenas 7,69 % de concordância.

Por outro lado, Zn e B apresentaram as frequências concordantes mais altas, com 100 % de concordância para ambos nutrientes. Já no desvio padrão, o valor mais baixo obtido nas frequências concordantes foi de 46,15 %, para Zn, sendo o mais alto para o B com 100% de concordância.

Observando-se o valor o numérico das frequências das médias e do desvio padrão, o N apresentou maior concordância, e o Mg apresentou as concordâncias mais baixas (Tabela 1). Para os

macronutrientes, a sequência em ordem decrescente de concordância foi: N > Ca > K > P > S > Mg e N > S > Ca > K ~ P > Mg e micronutrientes B ~ Zn > Cu e B > Cu > Zn, respectivamente.

**Tabela 1.** Frequência de Normas Concordantes (FNC<sup>1/</sup>) entre normas gerais e específicas para os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn e B, pelo método KW<sup>2/</sup>, em plantios de dendê da empresa AGROPALMA no estado do Pará

Nutriente	KW		
	$\bar{Y}$	s	$\bar{Y} e s$
		%	
<b>N</b>	84,61	84,61	76,92
<b>P</b>	30,76	69,23	15,38
<b>K</b>	38,46	69,23	30,76
<b>Ca</b>	76,92	76,92	61,53
<b>Mg</b>	7,69	61,53	0
<b>S</b>	15,38	84,61	15,38
<b>Cu</b>	76,92	53,84	46,15
<b>Zn</b>	100	46,15	46,15
<b>B</b>	100	100	100

<sup>1/</sup>Corresponderá frequência de diferenças não significativas ( $p \geq 0,05$ ) entre normas;

<sup>2/</sup>Kenworthy (1961).

### Faixa de Teores Adequados pelo método Kenworthy

As faixas normais dos macronutrientes para todas as lavouras são mais estreitas do que as faixas dos micronutrientes. Isso reflete a importância dos elementos nas altas produções, pois quando o nutriente é importante na fisiologia e na expressão desta nas altas produções, ele tende a variar muito pouco. A calibração das faixas normais paracada nutriente é de grande utilidade já que auxilia na interpretação dos resultados de análises de solos e nos planos de adubação.

Dentre os macronutrientes o N foi o que apresentou as faixas mais amplas especialmente para o material genético Avros. Para o P e Ca, o material Ghana foi o que apresentou a faixa normal mais ampla. No caso do K a faixa normal mais ampla foi apresentada pelos plantios com densidade de 160 plantas/ha. O Mg apresentou sua maior faixa na textura franca e para o S quem teve a maior amplitude na faixa foram os plantios com idades entre 3 e 9 anos.

Na tabela 2 apresentam-se as faixas normais encontradas na literatura com vistas à avaliação do estado nutricional e a faixa normal genérica, com base no grau de balanço obtido neste trabalho pelo método de Kenworthy. As referências da literatura, variam para o mesmo nutriente, seus valores em até 5 g kg<sup>-1</sup> para os macronutrientes e em até 10 mg kg<sup>-1</sup> para os micronutrientes. Essa variação indica a necessidade de valores de referência regionalizados.

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

**Tabela 2.** Faixas normais dos teores foliares dos nutrientes na folha 17 do dendezeiro, consideradas ótimos no Brasil, encontradas na literatura versus a faixa normal determinada para as condições da Amazônia, na região de Tailândia, Pará, especificamente, para balanço nutricional pelo método Kenworthy (KW), por nutriente, com base em seis classes diagnósticas para lavouras de dendê

ELEMENTO		Genérica	Referencia 1	Referencia 2
		Valores Normais		
N		19,62 - 28,81	25,00	26,00 - 29,00
P		1,25 - 1,88	1,50	1,60 - 1,90
K	g kg <sup>-1</sup>	7,98 - 12,10	10,00	11,00 - 13,00
Ca		6,26 - 7,91	6,00	5,00 - 7,00
Mg		1,76 - 2,90	2,40	3,00 - 4,50
S		1,19 - 1,86	*	2,50 - 4,00
Cu		4,20 - 7,50	4,00 - 15,00	5,00 - 8,00
Zn	mg kg <sup>-1</sup>	12,40 - 20,60	9,00 - 39,00	12,00 - 18,00
B		9,60 - 17,30	10,00 - 25,00	15,00 - 25,00

Referência 1: Fonte Bachy (1964). Referência 2: Rodrigues (1993).

As análises das informações contidas nessa tabela ganham ainda mais relevância devido ao resultado encontrado neste trabalho, pelo menos para o método Kenworthy, em comparação com os valores encontrados na literatura. As faixas de valores deste trabalho são mais estreitas do que as da referência 2, indicando uma maior precisão na interpretação dos resultados de análises foliares e eventuais recomendações de adubação. Os teores dos macronutrientes da referência 1 são ligeiramente superiores aos valores centrais da faixa de teores quantificados nessa pesquisa.

Diferença mais acentuada é verificada para as faixas dos teores dos micronutrientes. A grande amplitude normalmente é observada nos teores dos micronutrientes em razão da alta variabilidade das normas Kenworthy. Por isso, em algumas situações alguns micronutrientes são excluídos dos cálculos das normas, sobretudo no método DRIS, já que evita alterações nos diagnósticos, sobre todo na combinação de dois nutrientes quando um nutriente de muita alta variabilidade afeta os diagnósticos dos outros.

## CONCLUSÕES

O magnésio apresentou a menor frequência de concordância (FDC) em todos os conjuntos de normas (material genético, textura, idade, densidade de planta e cultura anterior) quando comparadas com a norma geral, o que indicaria parcialmente que para o caso do magnésio deve ser usado a norma específica.

O material genético Ghana, apresentou dos macro e micronutrientes dos métodos utilizados (KW, DRIS e PRA) as médias mais baixas de FDC.

A comparação da faixa normal genérica encontrada no presente trabalho e as referências encontradas na literatura apresentaram diferenças notórias que afetariam tanto a produção da empresa como a investimento feita pela mesma.

## BIBLIOGRAFIA

BACHY, A. Foliar diagnosis of the oil palm. Critical level of Young trees. Oléagineux 19, (4): 253-256. 1964



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

BEAUFILS, E.R. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). A general scheme of experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg, University of Natal, 1973. 132p. (Soil Science Bulletin, 1)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção Agrícola Municipal. Lavouras temporárias e permanentes. 2011 Disponível em: [www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=10](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=10). Acessado em 14 de março de 2013.

KENWORTHY, A. L. Interpreting the balance of nutrient-elements in leaves of fruit trees. In: REUTHER, w. Plant analysis and fertilizers problems. Washington. American Institute of Biological Science, 1961. P. 28-43.

RAMALHO FILHO, A. Zoneamento agroecológico, produção e manejo da cultura de palma de óleo na Amazônia / editores: Antônio Ramalho Filho et al. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.

ROCHA, J. B. O. Diagnose nutricional de plantios jovens de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo e Sul da Bahia. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2008. 56p. (Dissertação de Mestrado).

RODRIGUES, M. do R. L. Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) à aplicação de fertilizantes nas condições do médio Amazonas. 1993. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 81p.

WADT, P.G.S. Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto. 1996. 123p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, MG.