



2. Adubação na cultura da palma de óleo

***Rui Alberto Gomes Junior
Ismael de Jesus Matos Viégas
Eder José Azevedo Ramos
Paulo Cesar Teixeira***

2. Adubação na cultura da palma de óleo

Rui Alberto Gomes Junior
Ismael de Jesus Matos Viégas
Eder José Azevedo Ramos
Paulo Cesar Teixeira

O conhecimento do estado nutricional do dendezeiro é de fundamental importância para se recomendar uma adubação mais adequada. Mesmo implantando a cultura com material genético de alto potencial e adotar as demais práticas de manejo conforme preconizado, o sucesso da plantação pode ser comprometido se os conhecimentos sobre a interação nutrição e adubação deixar a desejar. Os nutrientes essenciais têm se mostrado importantes para o dendezeiro, entretanto, com base nos resultados de pesquisa e observações ao nível de campo, alguns têm chamado mais atenção, como: N, P, K, Mg e B. Deve ser dada atenção especial ao Mg e B em cultivares de híbridos interespecíficos, pois têm se mostrado mais sensíveis a deficiência de Mg e B que cultivares de *Elaeis guineensis*.

Durante o período improdutivo a nutrição tem papel de promover o desenvolvimento das plantas e conferir potencial produtivo para a plantação. A demanda nutricional do dendezeiro vai aumentando gradativamente até que a cultura atinge o pico de produção, no sétimo ano. Do sétimo ao décimo sétimo ano da cultura é o período de maior demanda nutricional devido à alta exportação de nutrientes. A partir do décimo oitavo ano, a demanda nutricional vai reduzindo gradativamente até o final do ciclo.

2.1 Efeitos da deficiência nutricional

A deficiência de nitrogênio (Figura 22C) é comum em solos arenosos, argilosos, pobres em matéria orgânica, ou ainda, solos mal drenados devido à compactação. A adubação nitrogenada deficiente é uma das causas da deficiência. A severa competição com gramíneas é outro fator negativo. Estudos realizados na Denpasa-Benevides e na Crai-Tailândia demonstraram que a produção de cachos não é incrementada significativamente pela adubação nitrogenada, apesar da grande extração desse nutriente pelos cachos. Isso é explicado pelos restos vegetais que ficam na área, após o preparo da mesma e pela participação da *Pueraria phaseoloides* em fornecer o N, através da produção e posterior decomposição da massa verde, levando à mineralização da matéria orgânica e também pela participação dessa leguminosa em fixar o N atmosférico. Apesar desses resultados obtidos em duas áreas distintas, as empresas vêm adotando a prática da adubação nitrogenada em plantios de dendezeiros com cobertura de solo com *Pueraria phaseoloides*.

A deficiência de fósforo (P) é causada pelo baixo teor de P no solo, pela fixação de P pelo solo e pela remoção das camadas superficiais de solo por erosão. Os sintomas visuais de deficiência de P são o desenvolvimento reduzido, menor número de cachos, baixa produção e o estipe cônico (Figura 22D). Resultados experimentais demonstraram a resposta na produtividade em função da dosagem de P.

A deficiência de potássio (K) é comum em solos pobres, solos arenosos, muito ácidos, com excesso de Ca ou de Mg (devido à competição entre os nutrientes), a remoção de K pelos cachos e a aplicação inadequada de K. Os sintomas de deficiência de K são folhas com manchas alaranjadas (Figura 22E) e descoloração difusa dos folíolos (Figura 22F). Resultados experimentais demonstraram resposta significativa da adubação com K sobre a produção de cachos.

A deficiência de Magnésio (Mg) ocorre em situações com baixo teor de Mg trocável no solo ($<0,2 \text{ cmol}_c/\text{kg}$), comum em solos de textura arenosa e solos ácidos. A deficiência de Mg é induzida pelo desbalanço de K e Ca. Os sintomas de deficiência de Mg são o “efeito da sombra”, onde ocorrem faixas longitudinais cloróticas (Figura 22G) e a clorose e necrose das folhas. Em geral a adubação magnesiana não têm aumentado a produtividade de dendezeiros, pesquisa conduzida em plantação comercial localizada no município de Tailândia a aplicação de Mg promoveu aumentos na produtividade de plantas no décimo primeiro e décimo segundo anos.

A deficiência de Boro (B) é causada pelo baixo teor de B no solo ($<0,3$ a $0,5 \text{ mg/kg}$), baixo teor de matéria orgânica, aplicação de doses elevadas de N, P, K e Ca, assim como, aplicação inadequada de B. Os sintomas visuais de deficiência de B são: Folha enrugada, plissada ou “wrinkled Leaf” (Figura 22I); “folha cega” ou “blind leaf”; “folha encurtada” ou “hooked leaf”; e listras brancas translúcidas ao longo dos folíolos. A deficiência de B causa danos nítidos ao desenvolvimento e produção das plantas.

A deficiência de enxofre (S) (Figura 22H) é comum em solos ácidos pobres em matéria orgânica. A utilização de fertilizantes minerais sem S reduz a disponibilidade deste nutriente, como por exemplo, a substituição do sulfato de amônia por uréia. Os sintomas visuais de deficiência de S são o amarelecimento das folhas novas e necrose dos ápices dos folíolos.

A deficiência de cobre (Cu) é decorrente da baixa disponibilidade comum em solos ricos em matéria orgânica e o desbalanço nutricional. A deficiência de cobre tem sido observada em viveiros de dendezeiros como consequência de altas doses de NPK, portanto uma deficiência induzida. O sintoma visual de deficiência de Cu é o secamento dos folíolos do ápice para a base.

2.2 Monitoramento nutricional e recomendação de adubação

O monitoramento nutricional é baseado em três métodos: análise química do solo, diagnose visual e análise foliar.

2.2.1 Monitoramento nutricional pela diagnose visual

A diagnose visual é baseada na identificação de sintomas visuais típicos de deficiência nutricional (Figura 22). É um método auxiliar, pois os sintomas manifestam-se tardiamente, e as plantas já estão comprometidas. A diagnose visual não serve como base para recomendação de adubação, mas sim como alerta em situações críticas. Uma vez constatada a análise visual, deve ser feita a amostragem de solo e ou folha e aplicação de uma dosagem mediana dos nutrientes faltantes para amenizar o problema. Após os resultados da recomendação baseada em análise de folha ou solo, deve ser feita a adubação complementar ao que foi aplicado.

2.2.2 Monitoramento nutricional e recomendação pela análise de solo

A análise química do solo é a base da adubação no estabelecimento da cultura, pois o solo deve fornecer os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas. A análise foliar é o instrumento de diagnose do estado nutricional e da fertilidade do solo (subsídio para recomendações de adubação).

A análise de solo deve ser feita segundo amostragem das camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm. Em áreas nunca cultivadas, homogêneas, para cada 50 ha coletar 15 a 20 amostras de solo, misturá-las e formar uma amostra composta. Em área já cultivada, a cada 10 ha, retirar 15 a 20 amostras simples para formar uma amostra composta. As subamostras devem ser casualizadas em uma área homogênea. As amostras devem colocadas em sacos, com aproximadamente 1 Kg, identificadas e enviadas para laboratório de solos credenciado. A recomendação da adubação segundo a análise de solo está na Tabela 1.

Tabela 1. Recomendação de adubação em função de análise do solo. CL: com leguminosa. SL: sem leguminosa. * extrator Mehlich.

Idade (ano de plantio)	Bórax	N		P ₂ O ₅			K ₂ O		
		Cobertura Vegetal		P no solo (mg.dm ⁻³)*			K no solo (mg.dm ⁻³)*		
		CL	SL	0 - 10	11 - 20	> 20	0- 40	41 - 90	> 90
Recomendação de adubação (g. planta ⁻¹)									
N0	25	70	70	180	100	50	90	60	30
N1	50	0	90	270	190	100	180	120	60
N2	75	0	115	360	280	190	360	240	120
N3	100	0	135	450	350	250	600	360	220

Fonte: Viégas e Botelho (2007).

A análise de solo é também utilizada para avaliar a necessidade de correção do solo. A calagem deve ser realizada 20 dias antes do plantio. A recomendação da quantidade de calcário é calculada de acordo com o critério de saturação por bases, em quantidades suficientes para elevar o valor inicial a 45 %. Para o cálculo da necessidade de calcário (NC), utiliza-se a fórmula:

$$\text{N.C. (t / ha)} = \frac{T (V2 - V1)}{\text{PRNT}}$$

onde:

N.C. = Necessidade de calcário (t ha⁻¹), com PRNT corrigido para 100%;

T = capacidade de troca de cátions; $T = S + (H + Al^{+3})$;

$S = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$

V1 = valor da saturação por bases do solo antes da correção, $V1 = 100 S/T$

V2 = valor da saturação por bases desejada de 45 %

PRNT = Poder relativo de neutralização total do calcário

2.2.3 Monitoramento nutricional e recomendação pela análise foliar

Para o monitoramento nutricional segundo a análise foliar. São utilizadas as folhas 9 ou 17 (Figura 23A). A folha 9 é utilizada até o terceiro ano da cultura. A folha 17 é utilizada do quarto ano em diante. A época de amostragem deve ser durante o período menos chuvoso, entre 7 e 11 h da manhã, com intervalo mínimo de um mês após a última adubação. São amostradas 25 plantas a cada 50 a 100 ha, em quadras homogêneas, com mesma idade, material genético e manejo. São coletados dois folíolos centrais por planta, empacotados em saco plástico. Esta amostra é identificada e enviada para laboratório.

A recomendação de adubação segundo análise foliar permite avaliar a demanda dos nutrientes, assim como o balanço nutricional, permitindo nutrição equilibrada. Recomendação de adubação segundo análise foliar:

- N: 450 g/planta quando o N foliar for menor que 25 g/Kg.
- P: 300 g/pl se N foliar estiver entre 25 e 26 g/kg (a relação foliar deve ficar em torno de 16). Se a relação N/P for maior ou igual a 17, aplicar 50% a mais. Se N/P for menor que 15 aplicar metade da dose.
- K: 250 g/pl se K foliar > 10 g/kg; 500 g/pl se K foliar de 9,9 a 9 g/kg; 750 g/pl se K foliar de 8,9 a 8 g/kg; 1000 a 2000 g/pl quando $K < 8$ g/kg.
- Mg: 30 g/pl se Mg foliar > 2,4 g/kg; 60 g/pl se Mg foliar de 2,3 a 2 g/kg; 80 g/pl se Mg foliar de 1,9 a 1,8 g/kg; 100 a 150 g/pl Mg < 1,8 g/kg.

- B: 8 g/pl se B foliar > 20 mg/kg (plantas não apresentarem nenhuma sintomatologia de deficiência); 10 a 13 g/pl se B foliar de 19,9 a 12 mg/kg, e as (ou algumas) plantas apresentarem sintomatologia típica de deficiência; 14 a 20 g/pl se B foliar <12 mg/kg se as plantas (ou) a maioria apresentarem sintomatologia típica e acentuada de deficiência.
- Cu: 6 a 8 g/pl se cobre = 10 mg/kg; 10 a 12 g/pl se cobre foliar de 9,9 a 4 mg/kg; 15g/pl se Cu <4 mg/kg.
- Zn: 6 g/pl se Zn = 16 mg/kg; 10 g/pl se Zn foliar de 15,9 a 8 mg/kg; 12 a 15 g/pl se Zn < 8 mg/kg.

2.2.4 Recomendação de adubação com base na exportação de nutrientes pela cultura

A terceira alternativa de recomendação nutricional é baseada na extração de nutrientes (Tabela 2) e eficiência da adubação (Tabela 3). Este processo é baseado na quantidade de nutrientes extraídos com a colheita, onde o valor deve ser ajustado de acordo com a expectativa de produção. A eficiência da adubação representa a proporção do nutriente aplicado na adubação que é aproveitado pela planta na produção de cachos. A eficiência de adubação é um valor aproximado, pois muitos fatores reduzem a eficiência, por exemplo: a aplicação de adubos nitrogenados em períodos secos; a aplicação em períodos extremamente chuvosos; o manejo inadequado da cobertura vegetal; a aplicação do adubo em número baixo de parcelamentos; a aplicação do adubo em local e distribuição inadequada.

Tabela 2. Extração total em Kg/ha de macronutrientes em função da idade (Tailândia, PA).

Idade (anos)	N	P	K	Ca	Mg	S
2	18,62	1,33	27,64	9,24	3,71	0,82
3	61,06	3,94	93,80	26,62	10,56	4,58
4	152,27	13,23	203,82	79,22	40,78	11,08
5	224,38	16,43	311,81	118,97	49,87	18,40
6	344,98	27,45	460,67	171,61	57,92	36,14
7	475,07	42,56	711,58	228,62	95,83	43,85
8	586,07	58,71	606,96	286,52	103,06	52,79

Fonte:Viégas (1993)

Tabela 3. Recomendação de adubação do dendezeiro com base na exportação de nutrientes em 25 t de cachos frescos por hectare por ano

Fonte	Especificação	N	P	K	Mg
Viégas (1993)	Exportação de nutrientes (Kg/ha)	100	17	175	25
	Exportação de nutrientes corrigidos ¹ (Kg/ha)	250	85	350	50
	Recomendação de aplicação de fertilizantes ²	536 ³ (3,7) ⁴	433 (3,0)	700 (4,8)	500 (3,4)
Veiga (2001)	Exportação de nutrientes (Kg/ha)	91	22	90	14
	Exportação de nutrientes corrigidos ¹ (Kg/ha)	227	110	180	28
	Recomendação de aplicação de fertilizantes ²	504 ³ (3,5) ⁴	560 (3,9)	360 (2,5)	280 (1,9)

¹Eficiência dos fertilizantes: uréia 40%; SFT 20%; KCl e SO₄Mg 50%.

²Uréia com 45% de N; SFT com 45% de P₂O₅; KCl com 60% de K₂O e SO₄Mg com 10% de Mg.

³Valores de recomendação dos fertilizantes em kg/ha

⁴Valores de recomendação de fertilizantes em kg/planta

2.2.5 Tecnologia de aplicação de adubos

Antes de iniciar a adubação deve ser feito o coroamento da área, caso necessário, para garantir boa eficiência. Além disso, a adubação deve ser praticada em períodos com chuvas regulares, ou seja, no início e no final da estação chuvosa. Chuvas excessivas provocam maiores perdas de adubo, devido à lixiviação e escoamento superficial. Em contrapartida, aplicação em períodos secos diminui a absorção pelas plantas e aumenta a volatilização.

A aplicação dos adubos deve ser baseada na distribuição do sistema radicular. Dessa forma, nos primeiros anos da cultura é interessante abrir trincheiras rasas (até 20 cm) para mensurar a distribuição do sistema radicular. A aplicação de adubos deve ser feita no terço externo do raio das raízes. Outra técnica, menos precisa e mais rápida que a anterior é a aplicação do adubo no terço externo da projeção da copa (Figuras 23B e 23C). Esta técnica não deve ser utilizada nas primeiras aplicações de adubo após o plantio (Figura 23D), pois neste período a projeção da copa é superior à distribuição das raízes. Para maior rendimento da mão de obra é recomendado que o adubo seja distribuído em sacos nas cabeceiras das linhas (Figura 23E). Em plantios adultos pode ser feita a adubação mecanizada (Figuras 23F e 23G), neste caso o adubo é distribuído na área total, sendo concentrado nas linhas de plantio. Nesta operação deve ter o cuidado de distribuir uniformemente o adubo no local indicado, pois a concentração inadequada reduz a eficiência.

O parcelamento dos adubos é feito para maximizar a eficiência econômica. A falta de parcelamento reduz a eficiência da adubação, em contrapartida o excesso de parcelamento aumenta o custo de aplicação. A primeira adubação deve ser feita entre 30

e 60 dias após o plantio. Os adubos fosfatados podem ser aplicados em uma única vez, no início do período chuvoso. Os adubos nitrogenados devem ser aplicados em quatro parcelamentos. Os dois primeiros parcelamentos devem ser feitos no início do período chuvoso, com 60% da adubação anual. Em geral, o primeiro parcelamento no estado do Pará é feito entre meados de janeiro e meados de fevereiro, enquanto o segundo parcelamento é feito entre meados de fevereiro e meados de março. O terceiro e quarto parcelamento deve ser feito no final do período chuvoso, com 40% da adubação do ano. O terceiro parcelamento é feito geralmente no mês de maio e o quarto parcelamento no mês de junho no estado do Pará. A adubação potássica e magnésiana é parcelada similar a nitrogenada, com a diferença que 40% do adubo é aplicado nos dois primeiros parcelamentos e 60% no terceiro e quarto parcelamentos. A aplicação de adubos formulados (N-P-K + Mg) deve seguir o critério de parcelamento da adubação nitrogenada.

O rendimento da adubação manual depende da quantidade de adubo por palmeira. Quando são aplicados 100 g de adubo por planta, o rendimento varia de 2300 a 2500 plantas por dia homem (dh). Quando são aplicados 250 g de adubo por planta, o rendimento varia de 1300 a 1500 plantas por dh. Quando são aplicados 500 g de adubo por planta, o rendimento varia de 1000 a 1200 plantas por dh. Quando são aplicados 1000 g de adubo por planta, o rendimento varia de 750 a 850 plantas por dh. O rendimento da adubação mecanizada com trator traçado de 75 cv e adubadeira com capacidade de 1800 Kg é de 45 ha/dia.

Em situações em que não é viável a análise de solo ou análise foliar, a aplicação de adubo é feita de maneira expedita. A recomendação dada pelo técnico da Marborges S.A. no curso foi utilizando a fórmula NPK 17-17-17 + 2,5 Mg e Bórax nas seguintes dosagens: no ano 0 aplicar 2 Kg da fórmula e 30 g de bórax por planta; no ano 1 aplicar 3 Kg da fórmula e 50 g de bórax; no ano 2 aplicar 4 Kg da fórmula e 100 g de bórax; no ano 3 aplicar 5 Kg da fórmula e 100 g de bórax; no ano 4 aplicar 5 Kg da fórmula e 100 g de bórax. Esta fórmula foi recomendada pela disponibilidade fácil no mercado, apesar de não atender o balançamento ideal. Além disso, a utilização de adubo formulado facilita a operacionalidade da adubação, em relação a utilização de vários tipos de adubos, um para cada ou poucos nutrientes. Caso tenha possibilidade de obter outras formulações, adquirir a que contém a proporção de nutrientes mais ajustada de acordo com as recomendações calculadas a partir de análises de solo e/ou foliar. Por exemplo, a quantidade de adubo aplicado no ano 0 com base na recomendação segundo análise de solo (Tabela 1), considerando um solo com $P = 6$ e $K_2O = 31$ e cobertura vegetal de puerária é de: 25 g de B/planta, 70 g de N/planta, 180 g de P_2O_5 /planta e 90 g de K_2O /planta. Dessa forma a proporção de nutrientes é de 70 N – 180 P – 90 K_2O + 25 B, equivalendo proporcionalmente a NPK 7 – 18 – 9 + 2,5 B. A aplicação de 1 Kg desta fórmula por planta corresponderá a recomendação segundo a análise de solo realizada. Além disso, deve ser considerado o preço dos fertilizantes no momento da compra.

2.3 Adubação com subprodutos da agroindústria

A agroindústria da palma de óleo produz grande quantidade de subprodutos, incluindo cachos vazios (engaço), fibra do mesocarpo, endocarpo, torta de palmiste e efluentes. Estes subprodutos têm elevado potencial como adubo orgânico, devido ao teor de nutrientes (Tabela 4). Estes produtos podem ser decompostos ou levados diretamente para a plantação. Em plantios jovens, deve haver cuidado para não aplicar o adubo orgânico não decomposto próximo da planta. Devido ao longo período de liberação dos nutrientes, a redução da adubação mineral deve ser feita gradativamente. De maneira geral devem ser contabilizados de um a dois anos de aplicação contínua de adubo orgânico não decomposto para poder subtrair a adubação química.

Na empresa Marborges S/A, o transporte de cachos vazios da indústria até a estrada leste oeste da cabeceira da parcela é feito com contêiner (Figura 23H). Os caminhões com contêiner móvel utilizados no carregamento de cachos servem para este propósito. A aplicação de cachos vazios e fibras é feita com carroça, onde com a distribuição sendo feita entre plantas na linha de plantio, evitando colocar na entrelinha de carregamento (Figuras 24A e 24B). Em plantios em produção, não deve ser aplicado na coroa da planta, pois atrapalha a colheita. Esta aplicação pode ser feita em montes (adubo orgânico não decomposto) ou distribuída (adubo orgânico decomposto). A torta de palmiste pode ser aplicada com a mesma adubadeira de adubo químico, sendo necessário trocar os pratos de distribuição (Figura 24C).

O efluente é transportado e aplicado com trator e tanque de efluente. O efluente chega ao campo em alta temperatura, por isso a regulação da distribuição não deve atingir as plantas, sendo concentrada na entrelinha (Figura 24D).

Tabela 4. Teores de macronutrientes em subprodutos da agroindústria

Nutrientes	Efluente (g.m ⁻³)	Cachos vazios (Kg do nutriente.t cacho ⁻¹)		Fibras do mesocarpo (Kg.t ⁻¹)	
		MS ¹	MF ²	MS	MF
N	28,0	9,8	3,3	12,1	7,3
P	13,5	1,1	0,4	1,9	1,1
K	1.157,0	16,4	5,6	4,7	2,8
Ca	365,0	8,4	2,9	7,6	4,6
Mg	335,0	2,6	0,9	1,8	1,1
S	166,0	1,1	0,4	1,1	0,7