

# Avaliação do Estado Nutricional do Dendzeiro: Análise Foliar (Reformulada)

Foto: M<sup>te</sup> do Rosário L. Rodrigues

## Introdução

A definição de doses adequadas de nutrientes deve ser fundamentada, primordialmente, no conhecimento das exigências da cultura e na identificação da capacidade dos solos em fornecer esses nutrientes às plantas. Os métodos para determinação das deficiências nutricionais do dendzeiro são: diagnose visual, análise química do

solo, ensaios de adubação e análise foliar. Individualmente, esses métodos não podem ser aplicados para a definição de um programa de adubação; devem ser utilizados, preferencialmente, em conjunto, fornecendo elementos para uma fertilização mais equilibrada.

A diagnose visual das deficiências nutricionais no dendzeiro é utilizada freqüentemente como meio auxiliar, associando-se as anormalidades apresentadas pelas plantas às deficiências prováveis, que muitas vezes só se manifestam com sintomas visíveis muito tardiamente. Por outro lado, a análise química do solo, determinando os elementos assimiláveis pelo dendzeiro, proporciona um grande auxílio quando se pretende estabelecer os princípios gerais de uma política de adubação na fase inicial de implantação da cultura. É empregada, portanto, como uma prática que muito tem contribuído para o conhecimento do solo como um meio de desenvolvimento para as plantas. Entretanto, chama-se a atenção para o fato de que a ocorrência de nutrientes nos solos, em quantidades consideradas suficientes, não indica que a planta está utilizando tais elementos, pois vários fatores podem afetar a absorção, como disponibilidade de água, aeração, temperatura do solo, interações entre os elementos, presença de microrganismos, etc., além daqueles inerentes à própria planta.

Nos últimos anos, tem-se intensificado o uso da análise foliar como instrumento de diagnose do estado nutricional das plantas, fornecendo subsídios para as recomendações de adubação, principalmente de culturas perenes. Entretanto, chama-se a atenção para as necessidades de pesquisas visando conhecer as reais exigências nutricionais da planta, levando em consideração os fatores envolvidos como material genético e condições edafoclimáticas, bem como sua resposta à aplicação de fertilizantes nos diferentes sistemas de cultivos praticados, possibilitando, assim, o uso dessa técnica como instrumento de diagnose do estado nutricional da planta e para fins de recomendação de adubação da cultura.

Vários trabalhos de pesquisa realizados com plantas oleaginosas, como o amendoim (Ollagnier e Prevot, 1956), o coqueiro (Fremond et al., 1966) e o dendzeiro (Ochs e Olivin, 1977), demonstraram que o diagnóstico foliar foi o método mais adequado para avaliar o estado nutricional e determinar as necessidades de nutrientes para essas culturas. Além disso, a análise foliar, ao avaliar o estoque de nutrientes existente em um determinado estágio de crescimento da planta, dá uma indicação do estoque de nutrientes disponíveis no solo, pois os níveis de nutrientes nas plantas refletem o suprimento pelo solo.

Diante do exposto, verifica-se que o controle da nutrição mineral, que associa a técnica de diagnóstico foliar aos resultados da experimentação agrônômica, é o mais

Manaus, AM  
Dezembro, 2006

## Autores

**Maria do Rosário Lobato Rodrigues**  
Engenheira Agrônoma,  
D.Sc. em Fertilidade de Solos  
e nutrição de plantas,  
pesquisadora da Embrapa Amazônia  
Ocidental, Manaus-AM,  
rosario.lobato@cpaa.embrapa.br

**Phelipe Amblard**  
Cirad - Centre et Recherches  
et Montpellier  
Avenue Agropolis, 34398  
Montpellier - Cedex 5 - France

**Edson Barcelos**  
Engenheiro Agrônomo,  
Ph.D. em Melhoramento  
Genético Vegetal,  
pesquisador da Embrapa Amazônia  
Ocidental, Manaus-AM,  
edson.barcelos@cpaa.embrapa.br

**Jeferson Luiz V. de Macedo**  
Engenheiro Agrônomo,  
M.Sc. em Sistemas Agrofloretais,  
pesquisador da Embrapa Amazônia  
Ocidental, Manaus-AM,  
jeferson.macedo@cpaa.embrapa.br

**Raimundo Nonato V. da Cunha**  
Engenheiro Agrônomo,  
D.Sc. em Melhoramento Genético  
Vegetal, pesquisador da Embrapa  
Amazônia Ocidental, Manaus-AM,  
raimundo.cunha@cpaa.embrapa.br

**Adauto Maurício Tavares**  
Engenheiro Agrônomo,  
M.Sc. em Entomologia,  
pesquisador da Embrapa Amazônia  
Ocidental, Manaus-AM,  
adauto.tavares@cpaa.embrapa.br

apropriado para a cultura do dendê. Porém, as curvas de resposta aos elementos, e mesmo os níveis críticos, não têm um caráter universal. Convém, portanto, interpretar os resultados das análises foliares tendo em conta as condições do meio, particularmente as características edafoclimáticas, a idade das plantas e seu potencial produtivo, bem como a viabilidade econômica do uso dos fertilizantes.

Nas condições ambientais do Campo Experimental do Rio Urubu - Ceru, pertencente à Embrapa Amazônia Ocidental, a adequação do programa de nutrição mineral e adubação do dendezeiro é feita anualmente utilizando-se a técnica de diagnóstico foliar complementada com as informações obtidas dos ensaios de adubação e manejo do solo. Assim, a diagnose foliar, caracterizando a situação nutricional de diferentes unidades de plantios (blocos ou quadras, ou mesmo grupos de quadras), permite explorar criteriosamente os resultados da experimentação e definir as adubações mais adequadas técnica e economicamente.

Entretanto, chama-se a atenção para os vários fatores envolvidos na realização da diagnose foliar. A demanda de informações técnicas, no tocante a obtenção de amostras foliares para análise química, tem levado os produtores a obterem resultados que, na maioria das vezes, não oferecem quaisquer subsídios para o uso correto dessa técnica. Este documento foi escrito com base numa extensa revisão de literatura, nos resultados das pesquisas realizadas no Campo Experimental do Rio Urubu - Ceru e na experiência e convivência dos autores com a cultura do dendê. Nele procura-se fornecer as diretrizes básicas para a realização adequada da análise foliar, visando à avaliação do estado nutricional do dendezeiro, com ênfase para o sistema de recomendação de fertilizantes para essa cultura com base no diagnóstico foliar.

## Avaliação do Estado Nutricional do Dendezeiro

### Sintomas de deficiências

A diagnose visual é uma técnica simples, de caráter empírico, baseada no fato de que plantas com deficiência acentuada ou excesso de um dado elemento apresentam sintomas visíveis e característicos dos distúrbios provocados pelo elemento em questão (Malavolta et al., 1997). Deve-se, entretanto, chamar a atenção para dois aspectos:

- Antes de aparecerem sintomas visíveis e típicos de deficiências de um elemento, o crescimento e a produção já poderão estar comprometidos;

portanto, esta técnica não se aplica na detecção da fome ou toxidez oculta.

- A distinção visual das deficiências exige pessoal qualificado e deve ser utilizada, preferencialmente, como um meio auxiliar de avaliação do estado nutricional do dendezeiro.

Por outro lado, a inspeção do dendezal, quando bem efetuada, permite detectar e interpretar os sintomas de deficiências e o efeito dos nutrientes aplicados. Na Tabela 1 são descritos os principais sintomas e causas de deficiências nutricionais no dendezeiro já observados no Brasil.

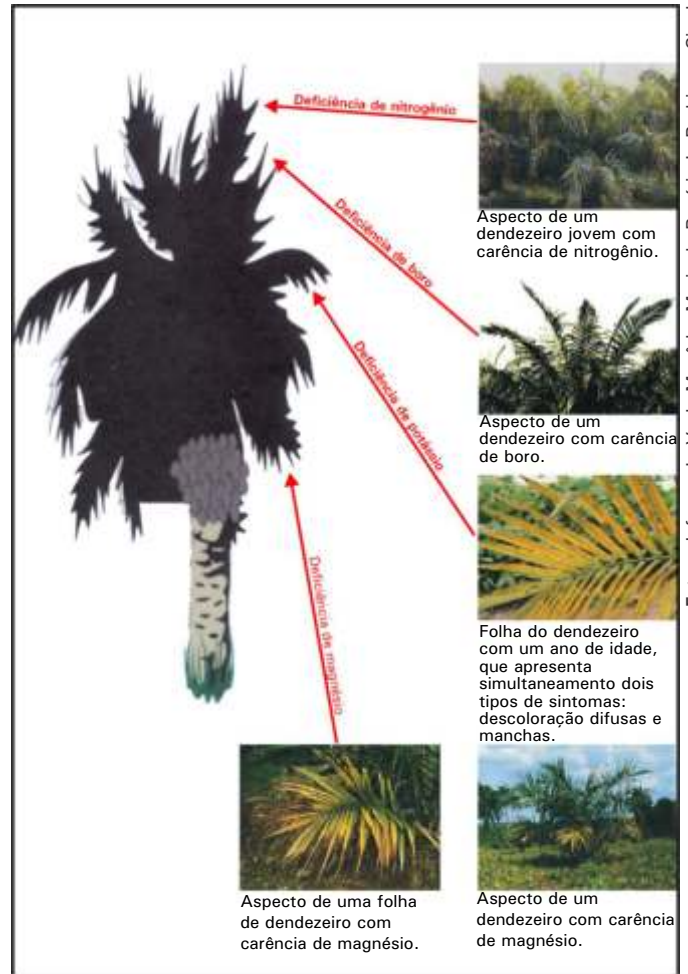
**Tabela 1.** Sintomas e causas de deficiências nutricionais no dendezeiro.

Elemento	Sintomas	Causas
Nitrogênio (N)	Descoloração dos folíolos na seqüência: verde, verde-pálido, verde-Amarelado; em seguida, amarelados e secos. Essa descoloração afeta primeiro as folhas mais novas, progredindo para as mais velhas à medida que a deficiência se acentua. As plantas com deficiência severa de N tem o raquis e as nervuras centrais dos folíolos de cor amarelada e a folha tende a se encurvar. Se os sintomas são agudos e persistentes, observa-se uma redução generalizada no desenvolvimento vegetativo do dendezeiro.	Solos arenosos pobres em húmus ou precariamente drenados, ou, ainda, solos mal drenados, decorrentes de compactação ou quando a alternância das estações secas e úmidas gera um forte movimento do nível do lençol freático, ocasionando asfixia periódica das raízes
Fósforo (P)	Não apresenta sintomas visuais típicos, mas observa-se uma redução do crescimento e da produção. Estipe em formato de pirâmide e secamento prematuro das folhas mais velhas podem estar associadas com a deficiência de fósforo. Áreas deficientes em P também podem ser identificadas pela Predominância de gramíneas sobre as leguminosas que têm dificuldade em se estabelecer como plantas de cobertura e, em alguns casos, pela presença de uma cor púrpura nas gramíneas.	Baixa disponibilidade de P devido sua baixa concentração disponível no solo, fixação pelo solo e/ou aplicação inadequada; pH baixo.
Potássio (K)	Os sintomas foliares de deficiência de potássio mais comuns são: manchas alaranjadas confluentes e descoloração difusa verde-amarelada para amarelo-pálido que aparecem nos folíolos das folhas baixas e intermediárias. Normalmente, quando os teores foliares em K são inferiores a 6 g.kg <sup>-1</sup> ocorre necrose marginal ao longo dos folíolos, começando pelo ápice; as manchas alaranjadas podem tornar-se	Concentrações muito baixas de K trocável (< 0,15 cmol..Kg <sup>-1</sup> ). Solos arenosos, muito ácidos e/ou turfosos. Estresse hídrico muito forte. Excesso de cálcio proveniente da calagem e/ou da fonte de adubo fosfatado, assim como um excesso de magnésio pode induzir ou acentuar uma deficiência em K.

continua...

Tabela 1. Continuação.

Elemento	Sintomas	Causas
Potássio (K)	necróticas e ser o sítio de uma invasão patogênica secundária, secando posteriormente. Ocasionalmente, plantas isoladas podem ser encontradas com esses sintomas, tendo ao redor outras que não os apresentam neste caso os sintomas são mais um efeito genético do que uma deficiência de K.	
Magnésio (Mg)	A deficiência se manifesta como uma clorose das folhas velhas que exibem uma coloração amarelo-laranja claro. Os primeiros sintomas aparecem como manchas de cor verde oliva ou ocre nas pontas dos folíolos velhos mais expostos à luz solar; à medida que se agrava a deficiência, a cor muda para amarelo brilhante ou amarelo profundo e, eventualmente, as folhas afetadas secam. As manchas cloróticas podem ser afetadas mais tarde por invasões de microrganismos, principalmente fungos como <i>Pestalotiopsis griseola</i> . Os sintomas de deficiência de Mg são sempre mais pronunciados em folíolos expostos à luz solar; nas partes protegidas não há clorose, isto é, o folíolo ou parte de sua superfície que está na sombra permanece verde. Este é um sintoma característico de diagnose visual, conhecido como "efeito sombra". No entanto, muitas plantas parecem ser geneticamente predispostas à deficiência de Mg.	Solos contendo baixos teores de Mg (<0,2 cmol.kg <sup>-1</sup> ). Solos de textura leve e solos ácidos, onde a camada superficial tem sido erodida. A deficiência de Mg pode ser induzida ou acentuada por uma forte adubação potássica.
Boro (B)	A maioria dos sintomas morfológicos de deficiência de B apresentam anormalidades no desenvolvimento das folhas mais novas, denominadas de: "folha curta", "folha de gancho", "folha espinha de peixe", "folha de baioneta", "banda branca do folíolo". Folhas deficientes em B, além de mal formadas e enrugadas, são também quebradiças e de cor verde escuro. O primeiro sintoma de deficiência de B é o encurtamento das folhas jovens, dando às plantas um aspecto de patamar, "copa plana". Sintomas que se assemelham à deficiência de B podem ser induzidos por uma bactéria do gênero <i>Erwinia</i> (bud-rot) ou mesmo por anomalias genéticas (little leaf).	Baixo teor no solo (<0,3 a 0,5 mg.kg <sup>-1</sup> de B extraído por água quente). As deficiências de B podem ser acentuadas por uma aplicação de doses elevadas de N, P, K, Ca e/ou quando as condições edafoclimáticas são muito favoráveis a um desenvolvimento rápido e a uma elevada produção.
Cobre (Cu)	Os sintomas de deficiência de Cu iniciam com o aparecimento de manchas cloróticas nas primeiras folhas abertas; à medida que avança a deficiência, as folhas novas começam a ficar curtas, os folíolos afetados amarelecem do ápice até o centro e, posteriormente, necrosam e secam. Nos viveiros e plantações jovens da Amazônia, os sintomas essenciais são: o aparecimento nas folhas novas de pequenas manchas cloróticas de forma retangular, que em seguida podem reunir-se formando acumulações paralelas às nervuras, de contorno irregular. Pode-se observar também o desenvolvimento de pequenas necroses na extremidade dessas folhas, dando ao viveiro um aspecto geral bronzeado; a emissão foliar é mais lenta e as folhas mais curtas; ocorre uma redução no crescimento que pode acompanhar-se de perdas consideráveis de produção. (Pacheco et al., 1986).	A deficiência de Cu tem sido observada sobre certos tipos de solos bem particulares e ricos em matéria orgânica (turfas). Também tem-se observado em experimentos de adubação. No Brasil, a ocorrência de deficiência em Cu está associada às doses mais elevadas dos nutrientes NPK (Pacheco et al., 1986; Rodrigues, 1993).



Fotos: Jefferson L. V. de Macêdo; Maria do Rosário L. Rodrigues; Cirad

Fig. 1. Diagnose visual das principais deficiências nutricionais do dendezeiro em função do local de aparecimento na planta.

### Diagnóstico foliar do dendezeiro

A folha é a região da planta mais utilizada para a avaliação nutricional, pois é o órgão que contém a maior porcentagem dos nutrientes e que melhor reflete o estado nutricional da planta, principalmente aqueles elementos que afetam diretamente a fotossíntese. Assim, a análise foliar baseia-se na premissa de que a folha é o principal sítio do metabolismo, que mudanças no suprimento de nutrientes são refletidas na sua composição de nutrientes, havendo, ainda, uma relação entre a concentração dos nutrientes nas folhas e as produções obtidas (Smith, 1962; Malavolta et al., 1997).

O Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (IRHO), atualmente incorporado ao Centre de Coopération Internationale em Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), desde 1950 vem desenvolvendo vários estudos que visam empregar a análise foliar, complementada com ensaios de adubação e de manejo do solo, como ferramenta básica dos programas de adubação para a cultura do dendê.

## **Amostragem das folhas para análise química**

Para se explorar corretamente os resultados da análise foliar são necessários certos cuidados na coleta da amostra a ser analisada. Sem dúvida, a amostragem é a fase onde ocorrem os erros que mais dificultam a interpretação dos resultados da análise foliar, podendo ocasionar tomadas de decisões distantes da realidade. Com base nos estudos realizados por Bachy (1963, 1964, 1965); Ochs e Olivin (1975); Martin (1977); Knetch et al. (1977), aliados à experiência dos autores, a seguir serão descritos os critérios que devem ser observados na realização do diagnóstico foliar do dendzeiro.

### **Definição das quadras homogêneas**

Quando se estabelece o cultivo no local definitivo é necessário elaborar um croqui de campo, onde se deve determinar as quadras que apresentam condições similares, isto é, as unidades homogêneas (mesmo tipo de solo, classe textural, fertilidade etc). No caso de um plantio de dendê, a definição das quadras para realizar a amostragem foliar ocorrerá, também, em função da variedade (origem do material genético) e da idade das plantas (mesmo estágio de desenvolvimento). Para auxiliar na interpretação dos resultados das análises, outras características como histórico da área, topografia, tipo de cobertura, manejo, etc., também devem ser consideradas.

### **Época para amostragem foliar**

Como os teores dos nutrientes no tecido foliar variam durante o ano, principalmente sob o efeito das chuvas e da insolação, é indispensável que a amostragem seja realizada sempre na mesma época, para que os resultados sejam comparáveis de um ano para o outro. Em regiões de clima chuvoso, a época ideal para a coleta das amostras deve coincidir com o final da estação seca ou no período menos chuvoso, pois nessa época os teores dos nutrientes nas folhas são mais estáveis. No Estado do Amazonas, as amostragens devem ser feitas entre os meses de outubro-novembro.

Recomenda-se efetuar a amostragem no mínimo 3 a 4 meses após a adubação. Além disso, para evitar riscos de lixiviação dos elementos minerais nas folhas (principalmente K), é necessário esperar 36 horas após uma chuva acima de 20 mm para se efetuar a coleta das amostras. Como também ocorrem variações na composição mineral da folha no transcorrer de um dia, o ideal é que toda a amostragem seja feita no intervalo entre às 6h30 a 10h30. Entretanto, em dias nublados este horário pode ser ampliado/prolongado para o período da tarde.

### **Número de plantas a serem amostradas**

Nos primeiros anos após o plantio, recomenda-se amostrar 25 plantas por unidade homogênea para cada 50 ha. Se os resultados mostrarem semelhança entre duas unidades vizinhas de 50 ha, manter o mesmo número de plantas amostradas para cada 100 ha.

Geralmente em uma plantação de dendê, uma vez identificadas as unidades homogêneas, escolhe-se em cada uma delas 25 plantas, entre as mais representativas da situação média dessa unidade. O ideal seria que elas estivessem dispersas sobre a área a ser amostrada (1 planta/2 hectares); infelizmente esta técnica é de difícil aplicação prática, pois, além de ser um caminhar excessivo e difícil, não permite ver sobre o terreno o conjunto das árvores amostradas. Neste caso, recomenda-se selecionar duas linhas contíguas no sentido Norte-Sul entre duas pistas de colheita (carreadores), normalmente 2 linhas de 26 ou 33 plantas, situadas cerca de 1/4 e 3/4 do comprimento Leste- Oeste da quadra a ser amostrada. As amostras devem ser retiradas de 12 ou 15 plantas alternadas na mesma linha, coletando-se, simultaneamente, as mesmas plantas da outra linha (12 + 12 = 24 plantas/quadra ou 15 + 15 = 30 plantas/quadra). Eliminam-se sempre as plantas do início e do final da linha (bordadura).

As linhas e as plantas selecionadas para a amostragem devem ser bem marcadas (postes de identificação no início das linhas e etiquetas de alumínio marcando as plantas) e suas localizações mencionadas sobre o mapa da quadra, pois é sobre essas linhas e essas plantas que se realizarão anualmente as amostragens foliares.

### **Escolha da folha para amostragem**

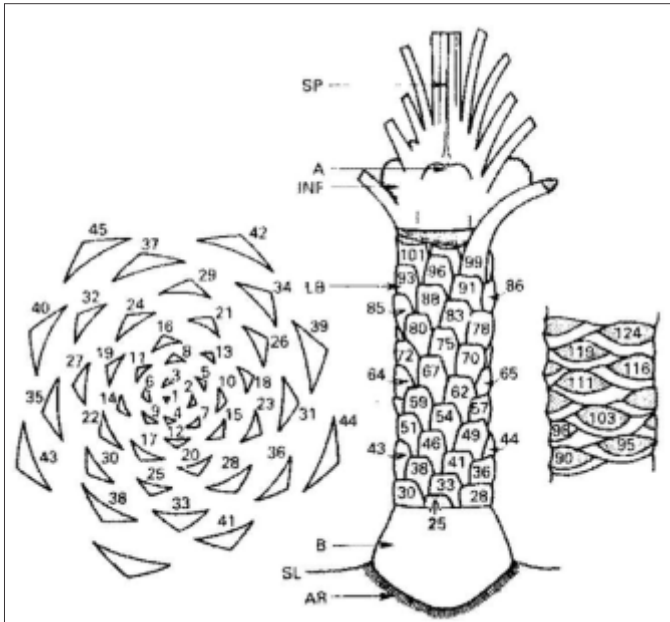
Para que se possa comparar os resultados das análises obtidas entre amostras coletadas em diferentes épocas ou anos, é necessário que a amostragem seja feita em folhas com a mesma idade. A folha escolhida não deve ser nem muito nova nem muito velha, pois, nesses estágios, há translocação de nutrientes, o que pode afetar os resultados.

Na fase jovem do dendê (até o segundo ou terceiro ano após o plantio) a amostragem é feita na folha nº 9. A partir do terceiro ou quarto ano de plantio, a amostragem é feita sobre a folha 17, devido à posição e estágio fisiológico da folha, sendo considerada como a que melhor expressa o estado fisiológico ideal do dendzeiro.

### **Filotaxia do dendzeiro**

Em comparação a outras culturas, a filotaxia do dendzeiro facilita bastante a identificação correta

das folhas. A Figura 2 mostra a representação esquemática da disposição das folhas do dendê em um plano horizontal. As folhas estão situadas cerca de  $135^\circ$  umas das outras sobre uma mesma curva, chamada espiral. Existem 8 espirais e o número de posição das folhas de uma mesma espiral varia de 8 em 8, isto é, as bases das folhas 1, 9, 17, 25, 33, estão sobre uma mesma espiral.



Adaptado de Henry (1955).

**Fig. 2.** Diagrama da filotaxia do dendezeiro. A representação diagramática do estipe mostra a porção superior do ápice (A) rodeado pelas folhas, com a flecha (SP) acima e as folhas maduras com inflorescência (INF) dispostas lateralmente. As bases das folhas estão numeradas em ordem cronológica de formação a partir da base. Na base do bulbo do dendezeiro (B), no nível do solo (SL), ocorrem raízes adventícias (AR).

Essa espiral pode girar à esquerda ou à direita para um observador colocado diante de uma planta e olhando para a folha nº 1. Denomina-se folha nº 1 a folha mais próxima da flecha, na qual mais de 2/3 dos folíolos da parte superior estão completamente separados ou abertos. As folhas nºs 4 e 6 envolvem sempre a folha nº 1; uma de um lado e a outra do outro. A folha nº 9 sempre está abaixo da folha nº 1, mas ligeiramente deslocada para o lado da folha nº 4. Se a folha nº 4 estiver à esquerda do observador, o sentido da espiral é em direção à esquerda; se a folha nº 4 estiver à direita o sentido da espiral é à direita. Portanto, para se efetuar a amostragem é necessário definir, para cada planta de dendê, qual é o sentido da espiral. Em seguida, determina-se o estágio de qualquer folha e encontra-se a folha 9 ou 17.

### Coleta dos folíolos e identificação da amostra

Antes da amostragem é necessário verificar o aspecto sanitário da folha que se vai coletar os

folíolos; se ela apresentar anomalia como aquelas verificadas na ocorrência de deficiência de boro, ataques de pragas, doenças, etc., deve ser trocada por outra folha com estágio de desenvolvimento similar e posição na planta (por exemplo, folha 18) ou, então, coletam-se os folíolos da folha 17 da planta seguinte sobre a mesma linha.

Identificada a folha a ser amostrada, coletam-se dois pares de folíolos de cada lado do ráquis, na parte central da folha, evitando-se aqueles danificados por insetos ou necrosados. Os pares de folíolos devem ser formados por folíolos de posição alternada, isto é, um folíolo da fila superior e outro da fila inferior. Cada amostra contendo em torno de 100 folíolos (4 por planta) deve apresentar uma etiqueta contendo informações sobre o local da coleta, origem do material vegetal, data do plantio e da coleta, quadra, número de plantas amostradas e o número da folha coletada. Essa etiqueta deve acompanhar a amostra em todas as suas etapas de manipulação (coleta, limpeza, secagem, trituração, etc.).

### Preparo e acondicionamento das amostras

Uma vez obtidas as amostras no campo, deve-se eliminar as extremidades dos folíolos (1/3 da parte superior e 1/3 da parte inferior), conservando-se a parte central, em torno de 15 a 20 cm. Após a limpeza de ambas faces dos segmentos individuais de cada folíolo com algodão umedecido em água destilada, elimina-se também a nervura central e os bordos do limbo ( $\pm 2$  mm). Após o procedimento descrito, obtêm-se dois lados do folíolo (A' e A''), os quais não devem ser misturados. Cada lado irá compor uma amostra: uma será enviada ao laboratório para análise e a outra será guardada para evitar que se tenha que fazer nova coleta, em caso de extravio da primeira amostra, ou da necessidade de se confirmar os resultados.

A secagem deve ser efetuada tão logo seja possível, não devendo exceder a 48 horas após a coleta no campo. Quando não houver possibilidade de secar a amostra, o tempo entre a coleta e a entrada no laboratório não deverá ser superior a dois dias. A secagem deve ser feita em uma estufa de circulação de ar forçado à temperatura de  $70^\circ\text{C}$  a  $80^\circ\text{C}$ , durante 48 horas. Deve-se evitar que a temperatura exceda  $105^\circ\text{C}$ , pois haverá perda de nitrogênio. Após a secagem, as amostras, com as etiquetas, devem ser embaladas em sacos de papel e seladas. Na parte externa dos sacos deve-se afixar uma outra etiqueta com as mesmas informações da etiqueta que acompanha as amostras. As amostras já ensacadas devem ser acondicionadas em caixas de papelão, lacradas, identificadas e enviadas ao laboratório para análise.

As determinações normalmente solicitadas ao laboratório são: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cloro, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro e manganês.

Atualmente, expressa-se a concentração ou teor dos macronutrientes em termos de peso do elemento (em grama) por unidade de peso da folha (em quilogramas). Para transformar teores percentuais (%) em  $\text{g.kg}^{-1}$ , basta multiplicar o primeiro por 10 ( $\text{g.kg}^{-1} = \% \times 10$ ). No caso dos micronutrientes, estes são expressos em miligramas por quilogramas ( $\text{mg.kg}^{-1}$  equivale a ppm).

### Fatores envolvidos na interpretação dos resultados

Nos últimos anos, tem-se intensificado o uso da análise foliar como instrumento de diagnose do estado nutricional das plantas e como ferramenta para as recomendações de adubação, principalmente de culturas perenes. Entretanto, chama-se a atenção para as necessidades de pesquisas, visando principalmente:

- Definir as reais exigências nutricionais da planta, levando em consideração os fatores envolvidos como material genético e condições edafoclimáticas.
- Conhecer a resposta da planta à aplicação de fertilizantes nos diferentes sistemas de cultivos praticados.
- Enfim, estabelecer os fatores de variação dos teores foliares, os níveis críticos e a interação entre os elementos, possibilitando, assim, o uso dessa técnica como instrumento de diagnose do estado nutricional da planta e aumento na eficiência das adubações.

### Fatores de variação dos teores foliares

Vários fatores influenciam direta e/ou indiretamente os teores dos nutrientes nas folhas do dendezeiro e, conseqüentemente, na interpretação dos resultados da análise foliar. Entre eles, destacam-se:

- **A origem e o potencial genético do material vegetal** - A nutrição mineral do dendezeiro pode variar em função da origem genética do material vegetal. Estudos evidenciaram a existência de variação no conteúdo foliar de N, P, K e Mg em função da categoria do material vegetal plantado (Hasselo e Brzesowsky, 1965; Poon et al., 1970; Tan e Rajaratnam, 1978). A maior ou menor demanda por nutrientes depende, portanto, das características genéticas do material vegetal, que podem ser potencializadas pela seleção x melhoramento.
- **A posição e a idade das folhas** - A amostragem realizada sobre uma folha de referência, isto é, constituída de folhas coletadas em uma mesma posição em todas as plantas, minimiza as fontes de variação e aumenta a representatividade da amostra, sendo que os resultados obtidos devem ser comparados aos níveis críticos de folhas também da mesma posição e estágio fisiológico. A concentração foliar de nitrogênio, fósforo e potássio diminuem com a idade da folha, enquanto o cálcio foliar aumenta com a idade da folha; para o magnésio foliar, não há uma tendência bem definida (Hartley, 1988). Os estudos dos teores dos elementos minerais em função da posição das folhas, portanto, em função do envelhecimento do tecido vegetal, mostram gradientes muito similares, de uma situação a outra, para os vários elementos (Prevot e Peyre de Montbreton, 1958).
- **A idade das plantas** - É indispensável que as plantas selecionadas para constituir uma amostra sejam todas da mesma idade. Entre as várias razões que justificam a necessidade desse cuidado, destaca-se o fato de que as plantas que ainda não iniciaram sua produção apresentam um comportamento diferente daquelas que já estão produzindo, pois, nestas, há exportação de nutrientes para os frutos e, conseqüentemente, para fora da plantação. O potássio é um dos nutrientes mais demandados pelos frutos; observa-se uma tendência de diminuição dos teores foliares de potássio em função da idade das plantas. No caso do nitrogênio, as pesquisas têm evidenciado que os teores foliares desse elemento podem variar naturalmente de 30 a 23  $\text{g.kg}^{-1}$  em função da idade. Para o cálcio verificou-se um comportamento inverso ao potássio e ao nitrogênio, isto é, houve um aumento nos teores foliares desse elemento em função do envelhecimento das plantas. O fósforo, o magnésio e o cloro não mostraram um padrão de variação bem definido em função da idade das plantas (Bachy, 1965; Knecht et al., 1977; Hartley, 1988).
- **As condições ambientais** - As condições edafoclimáticas constituem um dos principais fatores de variação nos estudos da relação teores de nutrientes nas folhas x crescimento/produção. As informações sobre o solo, principalmente no que se refere à disponibilidade de água e nutrientes, são de suma importância para consolidar a interpretação da análise foliar. A composição mineral das folhas oscila sensivelmente no decorrer do ano, dependendo das condições climáticas, sendo que a pluviometria desempenha papel preponderante sobre essa variação e, em menor grau, a insolação. Vale ressaltar que a água é o principal veículo de transporte dos nutrientes no processo de absorção e translocação. Os teores foliares de potássio e

nitrogênio, por exemplo, são fortemente influenciados pelo regime hídrico (Ruer, 1966; Quencez e Taffin, 1981; Ollagnier et al., 1987; Rodrigues et al., 1998).

- **Os aspectos fitossanitários** - A presença de pragas e doenças, bem como o histórico da aplicação dos tratamentos deve ser levado em consideração na interpretação dos resultados da análise foliar, pois influenciam a composição mineral das folhas e podem ter efeito na absorção, transporte, redistribuição e metabolismo dos nutrientes. Algumas substâncias usadas nos tratamentos fitossanitários possuem em suas composições elementos que são nutrientes, tais como fósforo, cobre e cloro. Por outro lado, plantas afetadas por pragas e doenças podem exteriorizar sintomatologias que se assemelham a algumas deficiências nutricionais. Bactérias do gênero *Erwinia*, por exemplo, podem induzir no dendezeiro sintomas que se assemelham à deficiência de boro.
- **Os tratos culturais** - O estado nutricional do dendezeiro pode ser influenciado pelo manejo dado à cultura. As culturas intercalares, por exemplo, podem enriquecer o solo em nutrientes ou empobrecê-lo pela remoção deles. As leguminosas, normalmente utilizadas nas plantações de dendê, quando bem instaladas e manejadas, enriquecem o solo em nitrogênio, contribuindo para que teores foliares no dendezeiro atinjam valores adequados mesmo na ausência da aplicação de fertilizante (Rodrigues et al., 1998). Por outro lado, é comum observar-se teores de nitrogênio e fósforo significativamente inferiores nas folhas do dendezeiro quando na cobertura do solo predominam gramíneas (Gray e Hew, 1968).
- **Os aspectos nutricionais** - Dentre os vários fatores envolvidos na interpretação dos resultados da análise foliar, destacam-se como de primordial importância o nível crítico, as interações e os sintomas de deficiência, por constituírem a base de utilização da análise foliar para determinação da necessidade de adubação do dendezeiro. Assim, o conhecimento da concentração dos nutrientes nos diversos órgãos da planta em sucessivos estádios de desenvolvimento é condição essencial para ajudar no entendimento de problemas nutricionais e nas recomendações de adubação.

## Nível Crítico dos Elementos

O método de diagnose foliar baseia-se no fato, demonstrado experimentalmente, de que dentro de limites há uma relação direta e positiva entre teor foliar, crescimento e produção. Portanto, é de se esperar que um aumento na concentração de determinado elemento ou elementos na folha corresponda a um aumento de produção.

Os vários estudos desenvolvidos sobre a nutrição mineral do dendezeiro permitiram o estabelecimento dos níveis críticos, que se revelaram válidos na grande maioria dos casos (Tabela 2). Considera-se como nível crítico de um dado elemento o valor abaixo do qual a probabilidade de resposta ao uso de fertilizantes é alta. Entretanto, em áreas onde as condições ambientais estimulam altas produções, pode-se facilmente encontrar níveis críticos mais baixos. Dentro desse contexto, é importante ressaltar que o emprego rigoroso da diagnose foliar implica na definição de níveis críticos, considerando as condições locais, incluindo a viabilidade econômica do uso dos fertilizantes.

**Tabela 2.** Níveis críticos dos macronutrientes definidos para a folha 9 (Prevot e Ollagnier 1956) e folha 17 (Bachy, 1964).

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
Folha N 9 (1)	27.0	16.0	12.5	5.0	2.3
Folha N 17 (2)	25.0	15.0	10.0	6.0	2.4

Os níveis críticos dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn no dendê ainda não estão bem definidos. Entretanto, na folha 17 é comum se encontrar as seguintes faixas de concentrações ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ): B, de 10 a 25; Cu, de 4 a 15; Fe, de 60 a 350; Mn, de 80 a 1.000; Mo, de 0,5 a 5; e Zn, de 9 a 39.

No Brasil, resultados sobre concentrações de nutrientes em folhas de dendezeiros têm sido obtidos por meio da realização de experimentos de nutrição e adubação. As variações nos teores alcançados por Chepote et al. (1988); Viégas (1989); Rodrigues (1993) são apresentados na Tabela 3. Em geral, as concentrações não apresentaram uma variação muito marcante.

## Interação entre os Elementos Minerais

Os nutrientes não podem atuar de forma isolada. Somente quando todos os nutrientes estão em balanço ou harmonia completa com as necessidades fisiológicas da planta se pode ter um eficiente uso de cada um dos componentes simples. Em teoria, pode-se haver interações entre todos os nutrientes, originárias de sinergismos ou de antagonismos de absorção, de equilíbrios iônicos ou estruturais, mas, na prática, consideram-se interessantes apenas as interações dos macronutrientes N, P, K e Mg. As interações mais freqüentemente encontradas são entre N e P, N e K, K e Mg, e K e B, apesar de que outras interações podem ser muito mais significativas sob condições específicas, por exemplo: em solos deficientes em P não se tem resposta à aplicação de N e K, a menos que a deficiência de P seja corrigida (Rodrigues et al., 1998).

**Tabela 3.** Variações nos teores foliares dos nutrientes em dendezeiros no Brasil e faixa de concentração considerada ótima.

Elemento	Local			Faixa Ótima <sup>4</sup>
	Bahia <sup>1</sup>	Pará <sup>2</sup>	Amazonas <sup>3</sup>	
N (g.kg <sup>-1</sup> )	22,6-26,3	28,8 - 27,5	22,2 - 27,0	26,0 - 29,0
P (g.kg <sup>-1</sup> )	1,40 - 1,90	1,20 - 1,60	1,31 - 1,76	1,60 - 1,90
K (g.kg <sup>-1</sup> )	10,1 - 14,9	6,80 - 16,7	5,25 - 13,46	11,0 - 13,0
Ca (g.kg <sup>-1</sup> )	11,6 - 16,4	5,20 - 11,9	7,28 - 10,8	5,0 - 7,0
Mg (g.kg <sup>-1</sup> )	2,30 - 3,20	2,10 - 2,80	2,01 - 3,69	3,0 - 4,5
S (g.kg <sup>-1</sup> )	-	1,60 - 2,10	1,65 - 2,06	2,5 - 4,0
Cl (g.kg <sup>-1</sup> )	-	3,30 - 6,50	3,43 - 7,53	5,0 - 7,0
B (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	17,2 - 25,3	15,7 - 26,7	15,0 - 25,0
Cu (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	-	3,4 - 7,0	5,0 - 8,0
Zn (mg.kg <sup>-1</sup> )	-	-	8,4 - 12,9	12,0 - 18,0

Fontes: 1 - Chepote *et al* (1988); 2 - Viégas (1989); 3 - Rodrigues (1993); 4 - Uexkull e Fairhurst (1991).

Um exemplo de interação positiva (sinergismo) é a que ocorre entre o nitrogênio (N) e o fósforo (P). O sinergismo de absorção e assimilação do nitrogênio e do fósforo no dendezeiro pode ser explicado pela relação N-P, proposta por Ollagnier e Ochs (1981), onde o nível ótimo de fósforo varia em função do teor de nitrogênio, com uma relação linear:

$P(\%) = 0,0487 N(\%) + 0,039$ . De modo simplificado, porém considerando o nível crítico adotado para cada um desses elementos, pode-se fazer os seguintes comentários:

- Uma relação N/P em torno de 16 indica que a nutrição fosfórica e nitrogenada está balanceada (o equilíbrio entre os dois nutrientes é bom), entretanto, cada aporte de adubo nitrogenado deve ser acompanhado de adubo fosfatado para não gerar desequilíbrio.
- Se  $N/P > 16$ , existe um "déficit" em fósforo em relação ao nitrogênio, portanto não se recomenda fazer a adubação nitrogenada sem previamente fornecer o fósforo.
- Se  $N/P < 16$ , indica que a planta está relativamente bem nutrida em fósforo em comparação a uma nutrição nitrogenada deficiente, daí a necessidade, neste caso, de um aporte de nitrogênio.

Atenção especial deve ser dada às mudanças do equilíbrio iônico, pois é comum no dendezeiro a ocorrência de relações antagônicas entre os cátions potássio, magnésio e cálcio. O potássio é um dos elementos mais exportados pela produção dos cachos. Nas condições de solos tropicais com baixos níveis de base, é um dos elementos exigidos em maior quantidade na fase adulta do dendezeiro. Observa-se que a correção da deficiência em potássio é acompanhada de uma diminuição dos teores em cálcio e, sobretudo, em magnésio, antagônicos do potássio. Nesse sentido, é interessante considerar os

estudos sobre a variabilidade e outros aspectos da soma dos cátions K + Ca + Mg, desenvolvidos por Prevot e Ollagnier (1954); e Knecht *et al.* (1975), onde demonstraram que essa soma é relativamente constante e em torno de 2, sendo a distribuição das porcentagens ótimas correspondentes aos teores para cada elemento na matéria seca da folha 17 de, aproximadamente, 58% de K (11,5 g.kg<sup>-1</sup> m.s); 30% de Ca (6,0 g.kg<sup>-1</sup> m.s); 12% (2,4 g.kg<sup>-1</sup> m.s).

Diante do exposto, verifica-se que a interpretação dos resultados da análise foliar, visando à adequação das recomendações de adubação, deve ser baseada não somente sobre o nível absoluto dos elementos (aspecto quantitativo da nutrição), mas também sobre a relação entre os elementos: sinergismos e antagonismos (aspectos qualitativos da nutrição), pois a dose ótima de um elemento sempre depende da dose aplicada de outro elemento.

## Adubação do Dendezeiro para as Condições da Amazônia Ocidental

Para se obter uma eficiência máxima no uso de fertilizantes é necessário uma melhor apreciação do equilíbrio nutricional e dos principais componentes destes, em um complexo clima-solo-planta conhecido. Os fatores essenciais do balanço dos elementos minerais são, de uma parte, o consumo pelas plantas e as perdas por lixiviação, erosão e volatilização, e, de outra parte, o fornecimento pelo solo e pela adubação.

Em uma plantação de dendê o nível de produção depende de três grupos principais de fatores:

- O potencial genético da palmeira.
- O solo e o clima.
- O nível de técnicas para estabelecimento da plantação e sua manutenção e, em particular, pelo emprego criterioso dos adubos. O potencial dos novos híbridos e variedades não poderia se exteriorizar senão sobre solos de fertilidade elevada e pelo emprego de boas técnicas culturais; os adubos aparecem como um dos meios mais eficientes de aumentar os rendimentos (Paterson, 1970).

## Curvas de Resposta

Considerando-se que as curvas de resposta aos adubos e mesmo os níveis críticos não têm um caráter universal, convém, portanto, interpretar os resultados das análises foliares tendo em conta as condições do meio, particularmente as hídricas e as características do solo, a idade das plantas e seu potencial produtivo, bem como a viabilidade



econômica do uso dos fertilizantes. Dentro desse enfoque, a Embrapa Amazônia Ocidental realizou estudos preliminares buscando conhecer o comportamento e as principais exigências nutricionais do dendezeiro nas condições edafoclimáticas da região. Os resultados obtidos nessas pesquisas permitiram identificar respostas do dendezeiro à aplicação de fertilizantes e formular recomendações de adubação para as condições da Amazônia Ocidental.

Na Amazônia, o dendezeiro é cultivado predominantemente em Latossolos e Argissolos de textura média a muito argilosa, geralmente distróficos e/ou álicos, com soma de bases diminuindo acentuadamente em profundidade. Devido à pobreza química do solo, têm-se verificado uma relação estreita entre o crescimento e a produção e o conteúdo de P nos solos, bem como uma sensibilidade à deficiência em K e Mg.

Com relação ao potássio, observou-se um declínio dos teores desse elemento, que se acentuou com a entrada da planta em produção, e efeito depressivo causado pelo cálcio contido na fonte de fósforo (principalmente os fosfatos naturais), fazendo com que as plantas expressassem sintomas típicos de deficiência em K (Tabela 1), relacionados aos níveis de K em  $\text{g.kg}^{-1}$  na matéria seca da folha 17. O potássio é o nutriente exportado em maior quantidade pela colheita dos cachos. Assim, a partir do terceiro ano de plantio, atenção especial deve ser dada ao equilíbrio dos cátions Ca - K - Mg.

Outro aspecto importante é a existência de uma estreita relação N-P, onde a adequação das doses desses nutrientes a serem aplicadas deve buscar sempre um ajuste que promova um melhor equilíbrio dessa relação. A fixação e a pobreza natural em P desses solos obriga a se recorrer a doses inicialmente superiores às necessidades do dendezeiro; entretanto, a saturação progressiva do poder fixador desses solos poderá permitir a redução ou até mesmo a suspensão temporária das aplicações no longo prazo. O fósforo foi o nutriente que mais influenciou o desenvolvimento e a produtividade do dendezeiro.

Comportamento semelhante apresenta o nitrogênio. Na fase jovem, por exemplo, o nitrogênio desempenha papel de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento do dendezeiro. Entretanto, na fase adulta, não se tem observado resposta significativa à adubação nitrogenada. Tal fato se deve, muito provavelmente: a) ao desenvolvimento/ estabelecimento do sistema radicular, que a partir do quinto ano já estará ocupando a região das entrelinhas, explorando um volume maior de solo; b) ao manejo dado à cultura -

formação de leiras com o resíduo vegetal remanescente do preparo de área, utilização de uma leguminosa fixadora de N para cobertura do solo, deposição das folhas podadas que, juntamente com a biomassa das plantas de cobertura, constituem uma importante fonte de matéria orgânica para o sistema; c) e aos mecanismos de aproveitamento do nitrogênio inerentes à planta. As pesquisas realizadas em função do desenvolvimento das plantas, análises foliares e dos mecanismos de suficiência em nitrogênio do dendezeiro (Rodrigues et al., 1998; Schroth et al., 2000) explicam parte das hipóteses levantadas, mostrando que na fase adulta, nas condições da Amazônia Ocidental, as aplicações do adubo nitrogenado possam ser paralisadas.

Nos plantios de dendê, a *Pueraria phaseoloides* é a leguminosa mais utilizada como cobertura do solo. Para permitir um estabelecimento mais rápido e vigoroso da leguminosa e evitar possível competição com o dendê, recomenda-se que seja feita uma adubação fosfatada no plantio em torno de  $150 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e, nos anos subsequentes, nas entrelinhas de dendê, de  $86 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Cuidados também devem ser tomados na utilização contínua das fórmulas NPK, pois interações negativas podem ocorrer e ocasionar a diminuição na disponibilidade de micronutrientes, como é o caso do B, Cu e Zn, tornando-se fator limitante à produção. A deficiência de boro no campo, por exemplo, tem se exteriorizado quando o crescimento da planta é melhorado pela aplicação de uma adubação mineral; existe uma relação entre a necessidade de boro pelo dendezeiro e o seu crescimento. Quando o dendê é cultivado em solos pobres em boro e este não é fornecido pela adubação, observa-se com frequência anormalidades no desenvolvimento da planta, com possíveis prejuízos para a sua produção. Por sua vez, a adubação fosfatada, indispensável nas condições dos solos da Amazônia, deprime os teores foliares de cobre e zinco, afetando principalmente a nutrição em cobre.

## Adubação no Campo

O programa de nutrição mineral e adubação do dendezeiro proposto pela Embrapa Amazônia Ocidental foi estabelecido anualmente utilizando a técnica do diagnóstico foliar complementada com as informações obtidas de 3 experimentos de adubação e 2 de manejo do solo. A Tabela 4 foi elaborada considerando-se uma plantação de dendê em área de floresta desmatada, com densidade de 143 plantas por hectare.

**Tabela 4.** Recomendação de adubação<sup>1</sup> para o dendezeiro jovem no Estado do Amazonas.

Idade	N	P	K	Mg	B	Cu	Z
1º ano <sup>2</sup>	180	150	150	21	2	1,5	1,5
2º ano <sup>3</sup>	225	250	200	32	4	3	3
3º ano	270	300	400	43	7	6	6

1) As fontes, modo, local e época de aplicação dos fertilizantes estão indicadas no item 5.3. O fósforo deve ser aplicado na cova, parte no fundo e parte misturado à terra de enchimento das covas. Os demais adubos são distribuídos ao redor das plantas, sob a projeção da copa; 2) As doses de N são parceladas em 3 vezes (janeiro/fevereiro (plântio), maio e novembro) e as de K em 2 vezes (maio e novembro); 3) A partir do 2º ano os adubos são parcelados em 2 vezes (maio e novembro), principalmente N e K.

A recomendação de adubação a partir do 4º ano deve ser realizada considerando-se:

- N = 405 g/planta, se na análise foliar  $N < 25 \text{ g.kg}^{-1}$ .
- P = 300 g/planta; se na análise foliar N está entre 25 e 26 g.kg<sup>-1</sup>, a relação N/P deve ficar em torno de 16; se N/P17, aplicar 50% a mais; se N/P15, aplicar metade da dose.
- K = 250 g/planta, se na análise foliar  $K > 10 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $K = 500 \text{ g.kg}^{-1}$  se  $10 > K > 9 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $K = 750 \text{ g/planta}$  se  $9 > K > 8 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $K = 1.000$  a  $2.000 \text{ g/planta}$  se  $K < 8$ .
- Mg = 30 g/planta se na análise foliar  $Mg > 2,4 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $Mg = 60 \text{ g/planta}$  se  $2,4 > Mg > 2,0 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $Mg = 80 \text{ g/planta}$  se  $2,0 > Mg > 1,8 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $Mg = 100$  a  $150 \text{ g/planta}$  se  $Mg < 1,8 \text{ g.kg}^{-1}$ .

Para os micronutrientes:

- B = 8 g/planta se  $B > 20 \text{ mg.kg}^{-1}$  e as plantas não apresentarem nenhuma sintomatologia típica de deficiência de boro; B = 10 a 13 g/planta se  $20 > B > 12 \text{ mg.kg}^{-1}$  e as (ou algumas) plantas apresentarem sintomatologia típica de deficiência de boro; B = 14 a 20 g/planta se  $B < 12 \text{ mg.kg}^{-1}$  e as plantas (ou a maioria) apresentarem sintomatologia típica e acentuada de deficiência de boro (severa redução dos folíolos apicais, copa plana, folhas em forma de baionetas, redução ou parada da emissão foliar).
- Cu = 6 a 8 g/planta se  $Cu > 10 \text{ mg.kg}^{-1}$ ; Cu = 10 a 12 g/planta se  $10 > Cu > 5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ; Cu = 15 g/planta se  $Cu < 4 \text{ mg.kg}^{-1}$ .
- Zn = 6 g/planta se  $Zn > 16 \text{ mg.kg}^{-1}$ ; Zn = 10 g/planta se  $16 > Zn > 8 \text{ mg.kg}^{-1}$ ; Zn = 12 a 15 g/planta se  $Zn < 8 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

## Referências

- BACHY, A. Contrôle de la nutrition des plantations: choix des feuilles pour l'analyse. **Oléagineux**, v. 18, n. 7, p. 471-472. 1963.
- BACHY, A. Diagnostic foliaire du palmier à huile: niveaux critiques chez les jeunes arbres. **Oléagineux**, v. 21, n. 3, p. 143-148. 1964.
- BACHY, A. Diagnostic foliaire du palmier à huile: influence de l'âge des arbres. **Oléagineux**, v. 20, n. 4, p. 227-230. 1965.
- CHEPOTE, R. E.; VALLE, R. R.; SANTANA, C. J. L. Resposta do dendezeiro à adubação mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 12, n. 3, p. 257-262, 1988.
- FRÉMOND, Y.; ZILLER, R.; NUCÉ de LAMOTHE, M. **The coconut palm**. Berne: International Potash Institute, 1966. 227 p.
- GRAY, B. S.; HEW, C. K. Cover crop experiments in oil palm on the west coast of Malaya. In: TURNER, P.D. (Ed.). **Oil palm development in Malaya**. Kuala Lumpur: The Incorporated Society of Planters, 1968. p. 56-65.
- HARTLEY, C. W. S. **The oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.)**. 3. ed. Singapore: Longman, 1988. 761 p.
- HASSELO, H. N; BRZESOWKY, W. J. An evaluation of the variations in the leaf K and Mg in oil palms. **Oléagineux**, v. 20, n. 10, p. 579-583, 1965.
- HENRY, P. Note préliminaire sur l'organisation foliaire chez le palmier à huile. **Revue Générale de Botanique**, v. 62, n. 2, p. 127-135, 1955.
- KNECHT, J. C. X.; RAMACHANDRAN, R.; NARAYANAN, R. Variability and other features of leaf K + Ca + Mg in oil palm leaf sampling. **Oléagineux**, v. 30, n. 3, p. 99-105, 1975.
- KNECHT, J. C. X.; RAMACHANDRAN, R.; NARAYANAN, R. Variation des teneurs en éléments nutritifs de la feuille avec l'âge des palmiers dans les prélèvements foliaires. **Oléagineux**, v. 32, n. 4, p. 139-147, 1977.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

- MARTIN, G. Préparation et conditionnement des échantillons pour le diagnostic foliaire du palmier à huile et du cocotier. **Oléagineux**, v. 32, n. 3, p. 95-99, 1977.
- OCHS, R.; OLIVIN, J. Le diagnostic foliaire pour le contrôle de la nutrition des plantations de palmiers à huile: prélèvement des échantillons foliaires. **Oléagineux**, v. 32, n. 5, p. 211-216, 1977.
- OLLAGNIER, M. et al. Influence du climat et du sol sur le niveau critique du potassium dans le diagnostic foliaire du palmier à huile. **Oléagineux**, v. 42, n. 12, p. 435-449, 1987.
- OLLAGNIER, M.; OCHS, R. Gestion de la nutrition minérale des plantations industrielles de palmiers à huile. Economies d'engrais. **Oléagineux**, v. 36, n. 8-9, p. 409-421, 1981.
- OLLAGNIER, M.; PREVOT, P. Comparaison du diagnostic foliaire et de l'analyse des sols pour la détermination des besoins en engrais de l'arachide. **Oléagineux**, v. 11, n. 6, p. 395-400, 1956.
- PACHECO, A. R.; BARNWELL, I. M.; TAILLIEZ, B. J. Des cas de déficience en cuivre en pépinière de palmiers à huile en Amazonia brésilienne. **Oléagineux**, v. 41, n. 11, p. 483-489, 1986.
- PATERSON, E. C. Les aspects économiques de la fumure du palmier à huile. **Oléagineux**, v. 25, n. 5, p. 255-263, 1970.
- POON, Y. C.; VARLEY, J. A.; WARD, J. B. The foliar composition of the oil palm in west Malaysia. I. Variation in leaf nutrient levels in relation to sampling intensity. **Experimental Agriculture**, v. 6, p. 113-121, 1970.
- PREVOT, P.; OLLAGNIER, M. Peanut and oil palm foliar diagnosis: interrelations of N, P, K, Ca and Mg. **Plant Physiology**, v. 29, n. 1, p. 26-28, 1954.
- PREVOT, P.; OLLAGNIER, M. Utilisation du diagnostic foliaire. **Oléagineux**, v. 11, n. 11, p. 695-703, 1956.
- PREVOT, P.; PEYRE de MONTBRETON, C. Etude des gradients en divers éléments minéraux selon le rang de la feuille chez le palmier à huile. **Oléagineux**, v. 13, n. 3, p. 317-321, 1958.
- QUENCEZ, P.; TAFFIN, G. Relation entre la nutrition potassique et la pluviométrie en culture de palmiers à huile et de cocotiers. **Oléagineux**, v. 36, n. 1, p. 1-5, 1981.
- RODRIGUES, M. do R. L. **Resposta do dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) à aplicação de fertilizantes nas condições do Médio Amazonas**. 1993. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- RODRIGUES, M. R. L.; MALAVOLTA, E.; CHAILLARD, H. La fumure du palmier à huile en Amazonie centrale brésilienne. **Plantations, Recherche et Développement**, v. 4, n. 6, p. 392-400, 1998.
- RUER, P. Relation entre facteurs climatiques et nutrition minérale chez le palmier à huile. **Oléagineux**, v. 25, n. 5, p. 255-263, 1970.
- SCHROTH, G.; RODRIGUES, M. R. L.; D'ÂNGELO, S. A. Spatial patterns of nitrogen mineralization, fertilizer distribution and roots explain nitrate leaching from mature Amazonian oil palm plantation. **Soil Use and Management**, v. 16, n. 2, p. 222-229, 2000.
- SMITH, P. F. Mineral analysis of plant tissues. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 13, p. 81-108, 1962.
- TAN, G. Y.; RAJARATNAM, J. A. Genetic variability of leaf nutrient concentration in oil palm. **Crop Science**, v. 18, n. 4, p. 548-550, 1978.
- UEXKULL, H. R.; FAIRHURST, T. H. **Fertilizing for high yield and quality the oil palm**. Bern: International Potash Institute, 1991. 79 p. (IPI. Bulletin, 12).
- VIÉGAS, I. J. M. **Crescimento, concentração conteúdo e exportação de nutrientes em dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) de várias idades, na ecorregião de Tailândia, Pará**. 1993. 221 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

## Circular Técnica, 26

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Amazônia Ocidental**  
Endereço: Rodovia AM 010, Km 29 - Estrada  
Manaus/Itacoatiara, Caixa Postal 319, 69010-970,  
Manaus-AM

Fone: (92) 3303-7800

Fax: (92) 3303-7820

<http://www.cpaa.embrapa.br>

1ª edição

1ª impressão (2006): 300 exemplares

## Comitê de Publicações

**Presidente:** *José Jackson Bacelar Nunes Xavier*

**Secretária:** *Gleise Maria Teles de Oliveira*

**Membros:** *Cíntia Rodrigues de Souza, João Ferdinando Barreto, Luadir Gasparotto, Marcos Vinicius Bastos Garcia, Maria Augusta Abtibol Brito, Maria Perpétua Beleza Pereira, Nelcimar Reis Sousa, Paula Cristina da Silva Ângelo, Roger Crescêncio e Rogério Perin.*

## Expediente

**Revisão de texto:** *Carlos Eduardo Mesquita Magalhães*

**Normalização bibliográfica:** *Maria Augusta Abtibol Brito*

**Editoração eletrônica:** *Doralice Campos Castro*