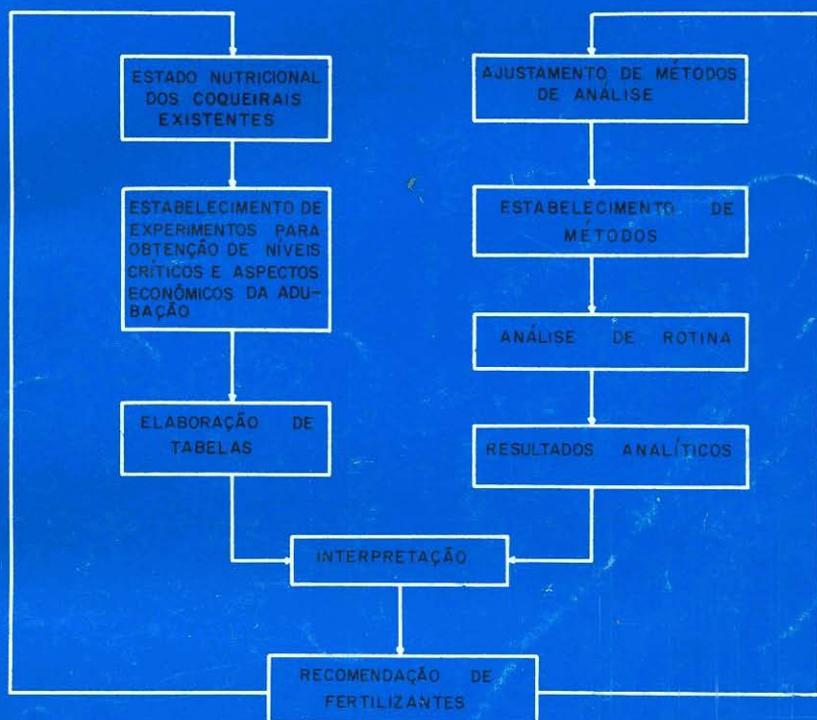


Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Vinculada ao Ministério da Agricultura

Centro Nacional de Pesquisa de Coco - CNPCo

Aracaju, SE



**SISTEMA DE RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZANTES
PARA O COQUEIRO (*COCOS NUCIFERA L.*)
COM BASE NA ANÁLISE FOLIAR**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: José Sarney

Ministro da Agricultura: Iris Rezende Machado

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

Presidente: Ormuz Freitas Rivaldo

Diretores: Ali Aldersi Saab

Derli Chaves Machado da Silva

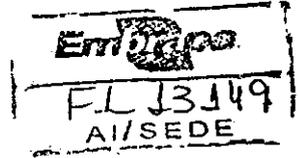
Francisco Ferrer Bezerra



ISSN 0102-3101



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro Nacional de Pesquisa de Coco - CNPCo
Aracaju, SE



**SISTEMA DE RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZANTES PARA
O COQUEIRO (COCOS NUCIFERA L.) COM BASE NA
ANÁLISE FOLIAR**

Lafayette Franco Sobral
Zorilda Gomes dos Santos



Centro Nacional de Pesquisa de Coco
Aracaju, SE
1987

Copyright © EMBRAPA - 1987

EMBRAPA - CNPCo. Documentos, 7

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao

Centro Nacional de Pesquisa de Coco - CNPCo
Av. Beira Mar, 3.250
Tel: (079) 224-7111
Caixa Postal 44
49000 Aracaju, SE

SETOR DE EDITORAÇÃO

Revisão: Glória Balué Gil

Datilografia e montagem: Anselmo Domingos de Melo Andrade

Desenho e arte-final: Marcelo Santana

Tiragem: 1.000 exemplares

Sobral, Lafayette Franco

Sistema de recomendações de fertilizantes para o coqueiro (Cocos nucifera L.) com base na análise foliar, por Lafayette Franco Sobral e Zorilda Gomes dos Santos. Brasília, EMBRAPA-DDT, 1987.

23p. (EMBRAPA-CNPCo. Documentos, 7)

1. Cocos nucifera - Fertilização. 2. Cocos nucifera - Análise foliar. 3. Análise foliar - Cocos nucifera. I. Santos, Zorilda Gomes dos, colab. II. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Difusão de Tecnologia. Brasília, DF. III. Título. IV. Série.

CDD 634.61891

APRESENTAÇÃO

A análise foliar tem sido usada para, entre outras funções, diagnosticar deficiências nutricionais e servir de base para recomendações de fertilizantes. O referido procedimento vem sendo utilizado com sucesso em outros países, principalmente em culturas perenes, como é o caso do coco.

O Centro Nacional de Pesquisa de Coco está desenvolvendo esforços no sentido de dotar a coicultura nacional de um sistema de recomendações de fertilizantes para o coqueiro, que permita a maximização do insumo. Para este fim, está sendo procedido levantamento do estado nutricional do coqueiral brasileiro e implantados experimentos visando a calibração e economicidade das recomendações, estando já em funcionamento o Laboratório de Análise Foliar.

O presente trabalho, embora não tenha tido a intenção de cobrir todo o assunto, contém informações necessárias ao entendimento e utilização do sistema por parte dos produtores e técnicos que lidam com o coqueiro.

João Erivaldo Saraiva Serpa
Chefe do CNPCo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
1. BASE DE UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR PARA RECOMENDAR FERTILIZANTES.....	9
1.1. Nível crítico.....	10
1.2. Interações.....	10
2. AMOSTRAGEM DAS FOLHAS PARA ANÁLISES.....	11
2.1. Base teórica da amostragem.....	11
2.2. Limitações práticas.....	13
2.3. Folha a ser amostrada.....	13
2.3.1. Filotaxia do coqueiro.....	14
2.3.2. Métodos práticos para reconheci mento da folha a ser amostrada.....	16
2.4. Coleta, identificação e preparação da amostra.....	17
3. MÉTODOS A SEREM UTILIZADOS NA ANÁLISE....	19
4. FATORES ENVOLVIDOS NA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS.....	20
REFERÊNCIAS.....	23

SISTEMA DE RECOMENDAÇÕES DE FERTILIZANTES PARA O COQUEIRO (COCOS NUCIFERA L.) COM BASE NA ANÁLISE FOLIAR¹

Lafayette Franco Sobral²
Zorilda Gomes dos Santos³

INTRODUÇÃO

Dentre os métodos utilizados para recomendar fertilizantes para plantas perenes, a análise foliar tem-se mostrado o mais consistente, pois, segundo Fremont et al. (1966), a análise da própria planta do coqueiro fornece uma informação mais real no que concerne às necessidades nutricionais da mesma. Embora a análise de solo seja um método rápido é muito utilizado em culturas anuais, a referida técnica apresenta limitações quando se trata de plantas perenes.

A diagnose foliar do coqueiro nasceu através da adaptação de estudos desenvolvidos com o dendê (Rognon 1984), e os primeiros níveis críticos para o Gigante Oeste Africano foram obtidos em 1955 (Fremont et al. 1966).

Na Fig. 1 são mostrados os diversos passos de um sistema de recomendações de fertilizantes para o coqueiro com base na diagnose foliar. Do referido fluxograma pode-se inferir que existem dois subsistemas que se integram. Um subsistema analítico que começa com o ajustamento dos métodos de análise, passa pelo estabelecimento dos métodos, análise de rotina, e termina quando os resultados são obtidos.

¹ Trabalho desenvolvido pela EMBRAPA/CNPCo, Caixa Postal 44, CEP 49000 Aracaju, SE.

² Eng.-Agr., MS, PhD, Pesquisador da EMBRAPA/CNPCo.

³ Eng.-Agr., MS, Pesquisador da EMBRAPA/CNPCo.

O outro, o agrônomo, começa com o conhecimento do estado nutricional dos coqueiros existentes, estabelecimento de experimentos para a obtenção de níveis críticos, e termina quando tabelas de recomendações de fertilizantes são elaboradas. Os dois subsistemas se integram quando da interpretação dos resultados de uma amostra e posterior recomendação de adubos. Neste ponto, os dois subsistemas se reintegram através da utilização da retroinformação.

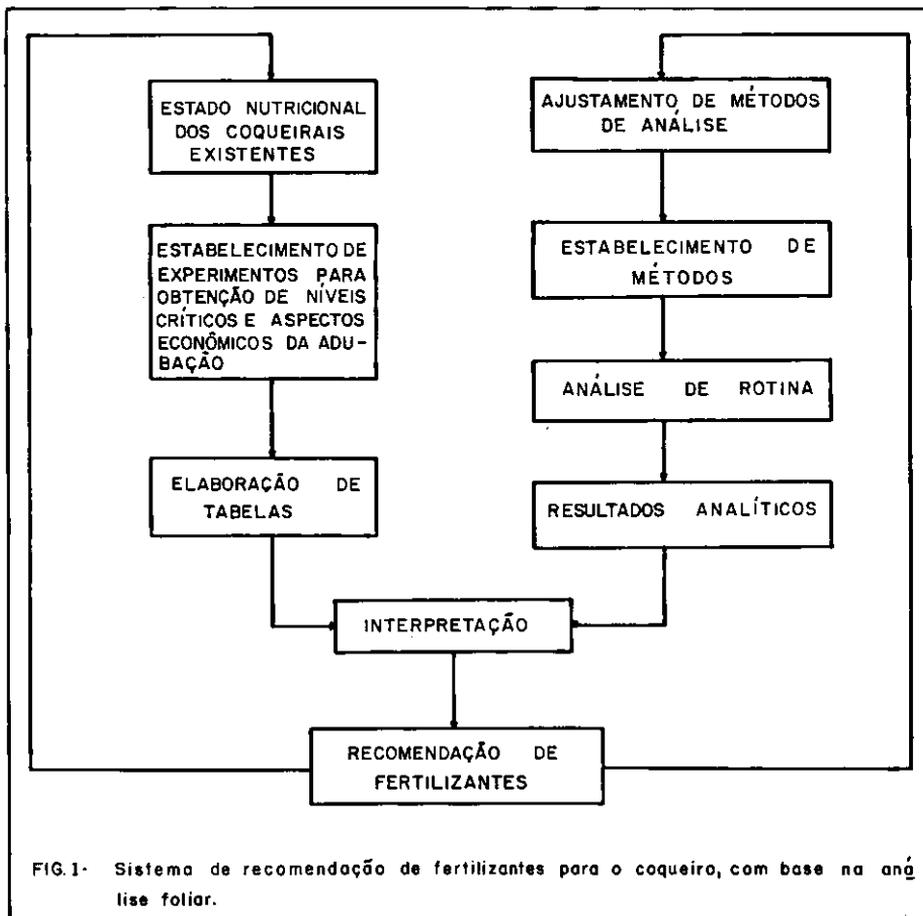


FIG.1- Sistema de recomendação de fertilizantes para o coqueiro, com base na análise foliar.

1. BASE DE UTILIZAÇÃO DA ANÁLISE FOLIAR PARA RECOMENDAR FERTILIZANTES

A diagnose foliar consiste na determinação das quantidades dos elementos de uma folha previamente estabelecida. O método baseia-se no fato de que um aumento na concentração na folha de um determinado elemento ou elementos corresponde a um aumento de produção. Esta correspondência, em geral, é medida através de coeficientes de correlação e/ou determinação, de acordo com a forma do gráfico obtido quando são computados teores de nutrientes na abscissa (X) e produção na ordenada (Y), das coordenadas (Fig. 2).

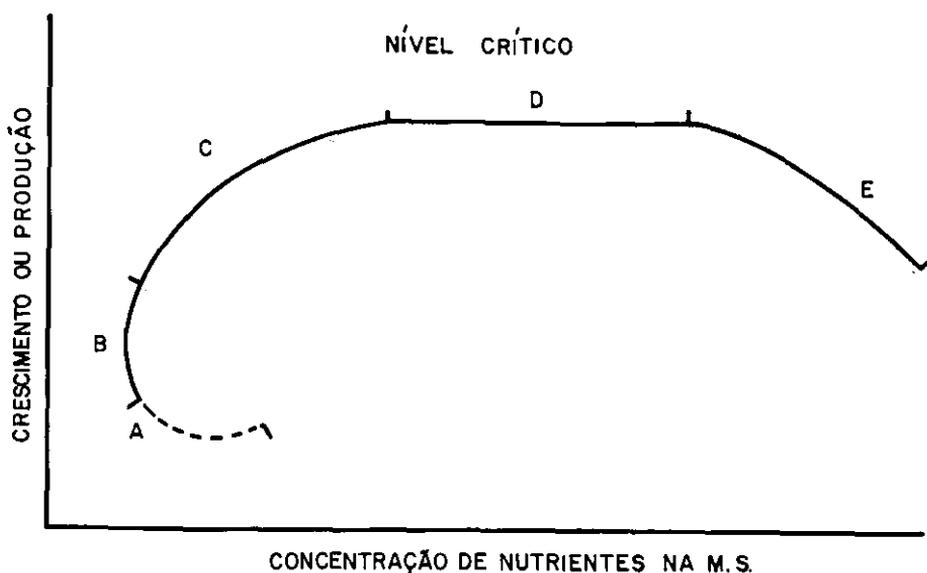


FIG. 2. Representação gráfica da curva de resposta a nutrientes, mostrando o nível crítico (Martin - Prevel 1984).

Dois fatores principais são envolvidos na diagnose foliar: níveis críticos e interações.

1.1. Nível crítico

Nível crítico é um valor baixo do qual a probabilidade de resposta ao uso de fertilizantes é alta. Aqui, é importante diferenciar nível crítico biológico, o qual é calculado procurando-se o ponto máximo, e o nível crítico econômico, o qual leva em consideração a relação preço do produto/preço dos fertilizantes. A metodologia de cálculo dos níveis críticos a partir de dados experimentais obtidos consiste em:

- a) obtenção da equação de regressão que melhor define a relação entre as quantidades do nutriente ou nutrientes (em caso de interações) aplicados e produção, e derivação da mesma;
- b) obtenção da relação preço dos fertilizantes/preço do coco.

Igualando-se a equação à relação de preços, a quantidade de fertilizantes que proporciona maior retorno econômico é obtida. Para a obtenção do nível crítico constrói-se um gráfico com os teores dos nutrientes na folha (ordenada) e níveis de nutrientes utilizados (abscissa). Por interpolação, acha-se o nível crítico. Vale lembrar que para o cálculo são considerados períodos de 3 a 5 anos, no sentido de incorporar as variações que porventura ocorram.

Os primeiros níveis críticos foram obtidos para o Gíngete Oeste Africano e são os seguintes: N-1,800-2,000 % P- 0,120%, K- 0,800-1,000%, Ca- 0,500% e Mg- 0,240% (Fremond et al. 1966).

1.2. Interações

Interações são encontradas quando uma variável tem

seu comportamento modificado por outra variável. Quando o correm interações, a interpretação do nível crítico obrigatoriamente terá que levar em consideração as mesmas. Um exemplo de interação é a que ocorre entre o nitrogênio e o fósforo.

2. AMOSTRAGEM DAS FOLHAS PARA ANÁLISES

2.1. Base teórica da amostragem

O cálculo estatístico permite definir a intensidade de amostragem necessária para se obter um grau de precisão dentro de dadas condições de homogeneidade. Porém, o número de indivíduos a ser amostrado varia muito, segundo o parâmetro considerado (Martin-Prevel 1984). A Fig. 3 ilustra o fato em discussão.

Verificamos que um mesmo grau de precisão pode produzir diferenças de acordo com o parâmetro estudado. Assim, segundo a Fig. 3, uma precisão de 5% em relação ao nitrogênio (variação de 0,1% de N na folha) produz uma variação de 10% na produtividade e de 0,2% no teor de potássio na folha, o que equivale a 20%.

Para a análise de mais de um elemento, o número de plantas necessário para formar uma amostra será logicamente o mais elevado considerando-se os elementos um a um. Isto significa que se a análise abrange N, P, K, Ca e Mg, o número de plantas será o maior número encontrado de acordo com o cálculo estatístico. Entretanto, amostras muito grandes aumentam os custos de manutenção e os riscos de contaminação, além dos problemas de homogeneização interna que dificultam o grau de precisão necessário. Por outro lado, amostras muito pequenas comprometem o processo analítico, pois caso haja necessidade de repetição a quantidade de material será limitante.

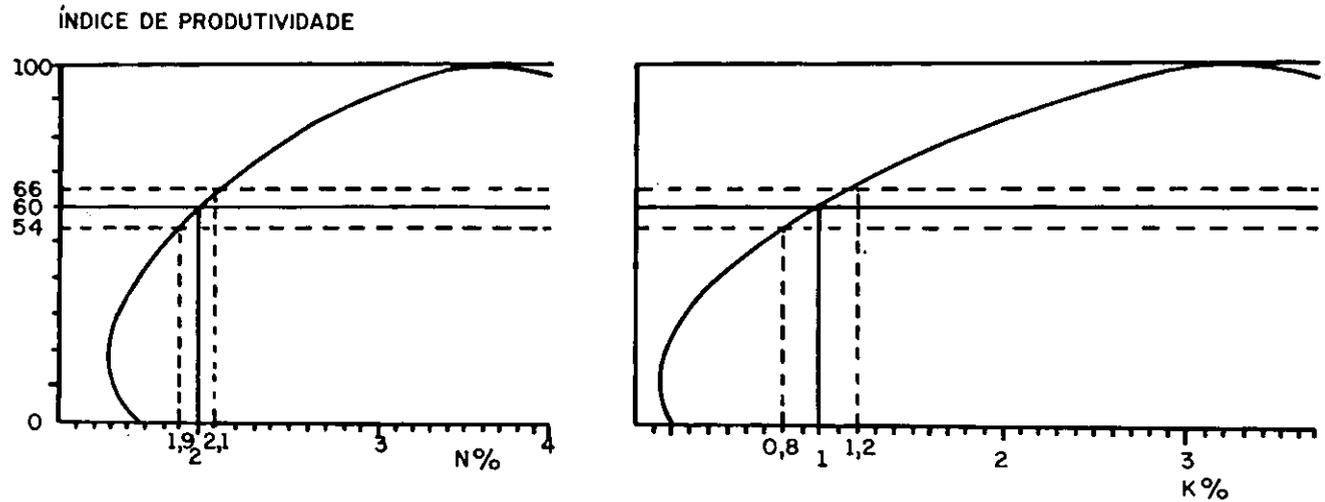


FIG.3. Variação de precisão da diagnose foliar, de acordo com o parâmetro estudado (Martin-Prevel 1984).

2.2. Limitações práticas

A completa casualização, embora teoricamente seja o processo mais indicado, não é fácil de ser realizada no campo. Assim, no sentido de facilitar a amostragem, vem-se eleger critérios. Deste modo, pode-se usar o número da linha e a posição da planta na linha como um critério, ou podem-se amostrar setores da plantação escolhidos ao acaso.

Como regra geral para espécies como o coqueiro, a amostragem deve ser feita tomando-se 5% da população. Porém, caso a população seja grande, é preferível dividi-la em partes representativas de onde serão tomados 5%. Qualquer que seja o critério adotado, a homogeneidade da amostra deve ser resguardada, pois a heterogeneidade das amostras é uma das principais causas de insucesso em um programa de diagnose foliar. Assim, toda a população muito heterogênea deve ser fracionada, de acordo com critérios pré-estabelecidos, os quais devem obedecer os gradientes de variabilidade do solo, de material vegetal, de situação fitossanitária e de situação nutricional.

2.3. Folha a ser amostrada

O conceito principal sobre a folha a ser amostrada é o de que seja uma folha do meio da copa do coqueiro. Nem muito nova nem muito velha, pois nestes estágios há translocação de nutrientes, o que afeta os resultados.

No coqueiro adulto, a folha 14 é considerada como a que melhor expressa o estado nutricional da planta (Fremont et al. 1966). Em plantas jovens podem-se utilizar as folhas 4 e 9. Na Tabela 1 são indicadas as posições das folhas a serem amostradas de acordo com a idade das plantas.



TABELA 1. Folhas a serem amostradas de acordo com a idade das plantas (Rognon 1984).

Folha	Gigante	Anão x gigante
4	até 4 anos	até 2 anos
9	de 5 a 7 anos	
14	a partir de 8 anos	a partir de 8 anos

Quando se amostram coqueiros de mesma idade porém com desenvolvimento diferente, a folha analisada é aquela cu ja posição mais se aproxima da folha 14 quando esta ainda não estiver presente, e que seja comum a todas as plantas, mantendo-se o conceito de meio de copa citado anteriormente. Porém, de acordo com Prevot & Bachy (1962), quando árvores apresentam desenvolvimento diferente, resultados de diagnose foliar, mesmo provenientes de folhas da mesma posição, devem ser comparados cuidadosamente, pois o vigor e a velocidade na formação das folhas são diferentes.

Os teores dos elementos minerais variam com a posição da folha. Assim, o teor de N aumenta da folha 1 até a 6, de pois diminui. Os teores de P e K diminuem à medida em que as folhas envelhecem, enquanto que os teores de Ca e Mg aumentam com a idade da folha (Prevot & Bachy 1962).

2.3.1. Filotaxia do coqueiro

A Fig. 4 mostra a posição esquemática das folhas no plano. As folhas do coqueiro localizam-se a, aproximadamente, 144° uma das outras. Assim, alocando o nº 1 à folha aberta mais recentemente e numerando as folhas mais velhas sucessivamente, o observador conta cinco folhas e dá duas voltas na espiral antes de encontrar a folha 6, a qual estará aproximadamente abaixo da folha 1. A folha 6 poderá estar um pouco à esquerda ou um pouco à direita da folha 1, dependendo do sentido da espiral. Quando já existem ca

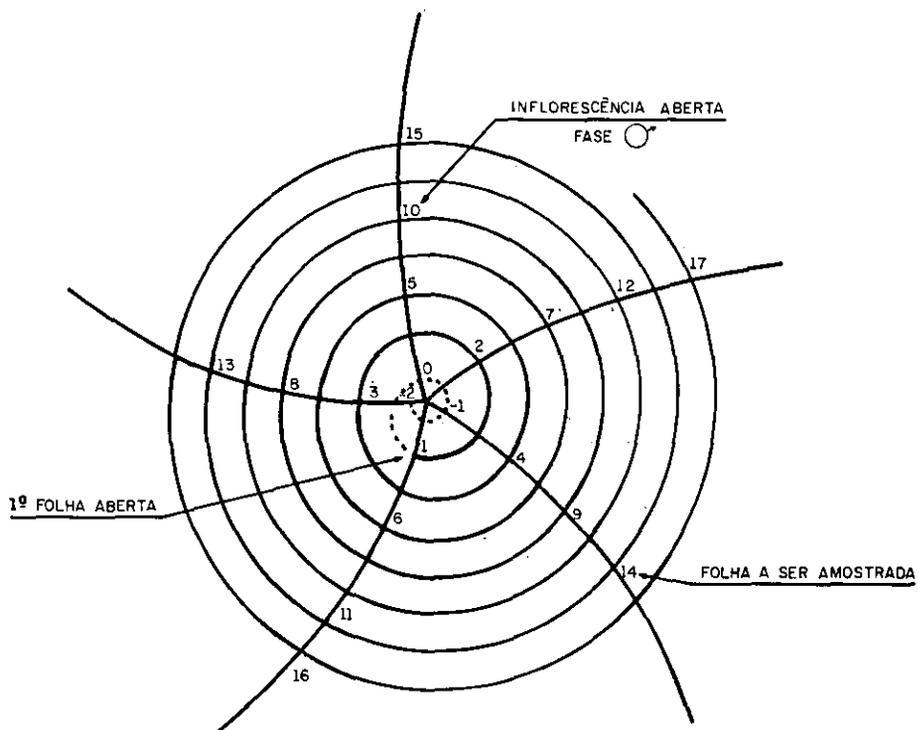


FIG. 4. FILOTAXIA DO COQUEIRO

chos e os mesmos estão à direita das folhas, a espiral direciona-se à esquerda, e vice-versa.

2.3.2. Métodos práticos para reconhecimento da folha a ser amostrada

Procura-se a folha em cuja axila (espaço entre a bainha e o estipe) está a inflorescência aberta mais recentemente; esta é a folha 10. Do lado oposto à mesma, está a folha 9, abaixo da qual está a folha 14 a qual possui, na sua axila, um cacho com frutos do tamanho de uma mão fechada. O pecíolo da folha 14 faz um ângulo de, aproximadamente, 45° com o estipe, e o limbo está em posição horizontal com a extremidade ligeiramente caída para o chão (Fig. 5).

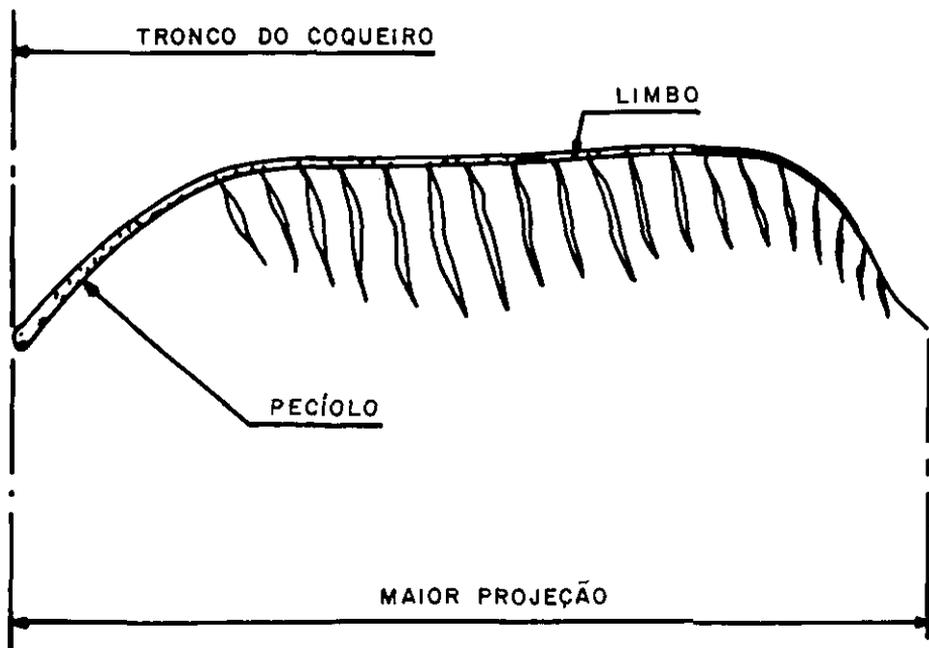


FIG.5. Posição da folha 14 em relação à estipe do coqueiro (Fremond et al. 1966).

Nos híbridos, os quais emitem anualmente um número mais elevado de folhas, a folha 14 é fisiologicamente mais jovem e a inflorescência da axila da folha 14 contém frutos menores que uma mão fechada, e o ângulo do pecíolo com o estipe é menor que 45°.

2.4. Coleta, identificação e preparação da amostra

As amostras devem ser coletadas durante a estação seca. Nas nossas condições, o mês de dezembro é o mais indicado. Deve-se efetuar a coleta entre 7 e 11 horas. Caso haja precipitação pluviométrica acima de 20 mm, é necessário esperar 36 horas, para evitar flutuações devido à lixiviação de nutrientes.

Encontrada a folha a ser amostrada, três folíolos são retirados de cada lado da parte central da folha. Devem-se evitar folíolos danificados por insetos ou mecanicamente.

Para cada folíolo, somente os 10 cm centrais são aproveitados, e tanto a nervura central quanto os bordos do limbo, aproximadamente 2 mm, são eliminados (Fig. 6). 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 segue para o laboratório e a outra é armazenada para evitar que se tenha que fazer uma nova coleta em caso de extravio. Os segmentos dos folíolos são limpos com algodão embebido em água destilada.

Para cada amostra, deve ser preenchido um cartão contendo informações sobre local da coleta, data, experimento, bloco, tratamento, nº de árvores e posição da folha. O referido cartão deverá acompanhar a amostra desde a coleta até o envio ao laboratório.

A secagem deve ser efetuada tão logo seja possível, com um intervalo máximo de 48 horas após a amostragem; pode ser realizada em estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 70-80°C, durante 48 horas. Deve-se evitar que a temperatura exceda 105°C, pois haverá perda de ni

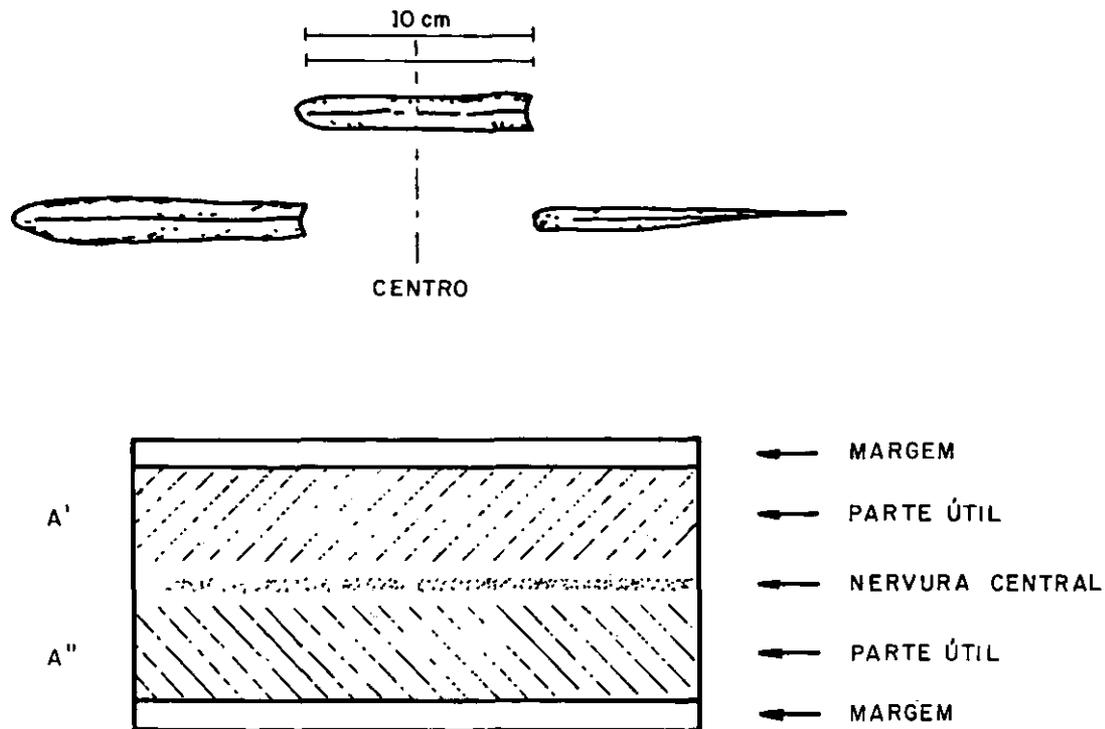


FIG. 6. Partes do folíolo utilizadas para análise.

nitrogênio. Quando não houver possibilidade de secar a amostra, o tempo entre a coleta e o envio ao laboratório não deverá ser superior a 2 dias.

Após a secagem, cada amostra é enrolada com papel de embrulho e a etiqueta de identificação é colocada de modo a ser vista facilmente. Cada amostra deve ser colocada em um saco plástico selado e enviada ao laboratório.

3. MÉTODOS A SEREM UTILIZADOS NA ANÁLISE

As determinações que são efetuadas no laboratório de diagnose foliar do CNPCo são: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, cloro, magnésio, enxofre, zinco, manganês, cobre, ferro e boro.

As determinações são efetuadas em duplicata e são checadadas regularmente, usando-se uma amostra-teste cujos resultados são conhecidos.

Nitrogênio: método de Kjeldahl - digestão a quente em presença de H_2SO_4 e de mistura catalizadora. O material digerido é destilado em microdestilador e recebido em solução de ácido bórico. A amônia na solução de ácido bórico é titulada com ácido clorídico padronizado.

Digestão (nitro-perclórica) para determinação de P, K, Ca, Mg, Zn, Mn, Fe e Cu. A amostra é pesada e transferida para tubos de digestão. Aos mesmos são adicionados 5 ml de uma mistura dos ácidos nítrico e perclórico, na proporção de 3:1. Após a digestão, o material digerido é filtrado e transferido para balão volumétrico de 50 ml. O fósforo é determinado pelo método colorimétrico do Vanadato-molibdato. O potássio e o Na, por espectrofotometria de emissão. O magnésio, Ca, Zn, Mn, Fe e Cu, por espectrofotometria de absorção atômica.

O cloro é determinado por titulação potenciométrica. O princípio do método baseia-se no fato de que os íons cloro em solução produzem uma diferença de potencial em

tre um elétrodo de prata e um elétrodo de referência. A adição de íons prata em quantidade suficiente para neutralizar os íons cloro leva o potencial a um ponto de equivalência. Para determinação do cloro, 1 g da amostra é transferida para um becker de 100 ml, e ao mesmo são adicionados 50 ml de HNO_3 0,3 N. Agita-se durante cinco minutos e titula-se com AgNO_3 0,05 N, até o ponto de equivalência. Determinação do enxofre: o enxofre é precipitado na forma de sulfato de bário e, na solução turva resultante, o enxofre é medido colorimetricamente.

Determinação do boro: determinação colorimétrica do complexo formado pela reação em meio ácido do boro com o Azometine.

Estes métodos foram compilados por Gerdat (1980) e Sobral et al. (1985).

4. FATORES ENVOLVIDOS NA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Quando os resultados da análise de laboratório são obtidos, a interpretação deve ser efetuada. Para tal, é necessário que se levem em consideração os seguintes aspectos:

Posição da folha - os teores dos nutrientes variam com a posição da folha. Assim, os resultados obtidos devem ser comparados com níveis críticos para folhas da mesma posição.

Condições climáticas - existe uma relação inversa entre o teor de nitrogênio na folha e o déficit hídrico acumulado, no período que procede à coleta da amostra.

Material vegetal - existem diferenças significativas nos teores dos nutrientes nas folhas segundo o tipo de planta. Assim, o coqueiro Gigante do Brasil apresenta teores menores que os híbridos, e mesmo entre híbridos com um ancestral comum as diferenças podem existir.

Idade da planta - plantas que ainda não iniciaram produção apresentam comportamento diferente daquelas que já estão produzindo, pois nas últimas há exportação de nutrientes, principalmente do potássio, através dos frutos.

Condições do solo - quanto maior for a disponibilidade de dados sobre o solo, melhor será a interpretação. Geralmente, são efetuadas determinações para fins de fertilidade as quais incluem fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, matéria orgânica e pH. Embora esses dados já forneçam alguma informação, é interessante que se disponha de dados sobre perfis descritos na área os quais incluem a distribuição granulométrica nos diversos horizontes, teores de Si, Fe e Al, e capacidade de troca catiônica. Em solos deficientes em fósforo, e que apresentem teores e tipos de argila que justifiquem, a capacidade de fixação do elemento obtido por um método simples também será de utilidade. Em coqueiros, devem ser tomadas amostras de solo para fins de fertilidade, nas entrelinhas e na projeção da copa, porém deve-se evitar a coleta em locais onde ocorreram adubações recentes. Vale lembrar que, em algumas situações, grânulos de superfosfato podem permanecer sem se dissolverem por longos períodos.

Tratos culturais - é necessário ter conhecimento dos tratos culturais, bem como das culturas intercalares as quais podem enriquecer o solo em nutrientes, como é o caso das leguminosas, ou podem empobrecê-lo pela remoção dos mesmos.

Aspectos fitossanitários - o conhecimento da presença de pragas e doenças dará ao interpretador mais condição de verificar as deficiências existentes. Também, o histórico da aplicação de tratamento deve ser levado em consideração, pois algumas substâncias usadas contêm em suas fórmulas elementos que são nutrientes, tais como fósforo, cloro e cobre, os quais estão nos inseticidas fosforados e clorados e fungicidas cúpricos.

Idade fisiológica da planta - é necessário que a idade fisiológica da planta seja conhecida, pois algumas vezes

a mesma difere da cronológica. Isto ocorre quando há problemas de nutrição, seca, pragas, doenças ou qualquer fator que inibe o crescimento.

Sintomas de deficiência - quando há deficiência de nutrientes, a planta exterioriza sintomas típicos de cada nutriente. O conhecimento desses sintomas não só verifica a veracidade dos resultados como também auxilia na interpretação dos mesmos. Vale salientar, entretanto, que nem sempre baixos teores são acompanhados de sintomas, pois há o que se denomina fome oculta, na qual a deficiência já está ocorrendo sem o aparecimento de sintomas.

REFERÊNCIAS

- FREMOND, Y.; ZILLER, R.; de NUCÉ de LAMOTHE, M. **The coconut palm**. Berna, Instituto Internacional do Potásio, 1966. 222p.
- GROUPMENT D'ETUDES ET DE RECHERCHES POUR LE DEVELOPPEMENT DE L'AGRONOMIE TROPICALE, Montpellier. **Analyses minerales des plantes**. Montpellier, 1980. n.p.
- MARTIN - PREVEL, P.; GAGNARD, J.; GANTIER, P. eds. Bases de l'interpretation des resultats analytiques. In: **L'Analyse vegetale dans le controle de l'alimentation des plantes**. Paris, Technique et Documentation - Lavoisier, 1984.
- PREVOT, P. & BACHY, A. Diagnostic foliaire du cocotier. Influence du rang de la feuille et du développement végétatif sur les teneurs en éléments. **Oleagineux**, 17 (5):451-458, 1962.
- ROGNON, F. Cocotier. In: **L'Analyse vegetale dans le controle d'alimentation des plantes**. Paris, Technique et Documentation - Lavoisier, 1984.
- SOBRAL, L.F.; SANTOS, Z.G.; ARAUJO, F. de A.G.; PRATA, M. B. **Diagnose foliar do coqueiro**; relatório de atividade des junto à A. Bonvalet, Consultoria IRHO/GERDAT. Aracaju, EMBRAPA-CNPq, 1985.