

Boletim Técnico n.º 32

ASPECTOS DA NUTRIÇÃO E APLICAÇÃO DE
FERTILIZANTES NO CULTIVO DO COQUEIRO

Charles J. L. de Santana

Ma. Bernadeth M. Santana

Emo Ruy de Miranda

Boletim Técnico nº 32

*ASPECTOS DA NUTRIÇÃO E APLICAÇÃO DE
FERTILIZANTES NO CULTIVO DO COQUEIRO*

Charles J. L. de Santana

Ma. Bernadeth M. Santana

Emo Ruy de Miranda

Centro de Pesquisas do Cacau
Novembro de 1975

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA – CEPLAC

CONSELHO DELIBERATIVO

Presidente

Alysson Paulinelli – Ministro da Agricultura

Vice-Presidente

Benedito Fonseca Moreira – Diretor da CACEX

Ministério da Indústria e Comércio

Carlos Pereira Filho

Governo do Estado da Bahia

José Guilherme Motta

Governo do Estado do Espírito Santo

Emir Macedo Gomes

Banco Central do Brasil

Antonio Luiz Marchesini Torres

Produtores de Cacau

Onaldo Xavier de Oliveira

SECRETARIA GERAL

José Haroldo Castro Vieira – Secretário Geral

DIRETORIA REGIONAL

Diretor Científico

Paulo de T. Alvim

Diretor Administrativo

Roberto Midlej

Diretor do Centro de Pesquisas do Cacau

Fernando Vello

Diretor do Departamento de Extensão

Manoel Malheiros Tourinho

Diretor da Escola Média de Agricultura da Região Cacaueira

Altenides Caldeira Moreau

Editor Executivo

Jorge Octavio Alves Moreno

Editor Auxiliar

Sizínio Rosa Barros

Publicação do CEPEC-CEPLAC

Caixa Postal 7, Itabuna, Bahia, Brasil

Agosto de 1975. Tiragem: 3.000 exemplares

Impresso na DICOM pelo sistema offset.

SUMÁRIO

HISTÓRIA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	5
CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS	6
REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS	9
IMPORTÂNCIA DOS ELEMENTOS ESSENCIAIS	10
Nitrogênio	10
Fósforo	12
Potássio	13
Cálcio	15
Magnésio	16
Enxofre	17
Elementos menores	17
INDICAÇÕES DE FERTILIZAÇÃO	18
CHAVES PARA IDENTIFICAÇÃO DE DEFICIÊNCIAS MINERAIS NO COQUEIRO.....	20
LITERATURA CITADA	21
RESUMO	23

ASPÉCTOS DA NUTRIÇÃO E APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES NO CULTIVO DO COQUEIRO

*Charles J.L. de Santana**
*Ma. Bernadeth M. Santana**
*Emo Ruy de Miranda**

HISTÓRIA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O coqueiro (*Cocus nucifera* L.) parece originário do arquipélago malaísio, onde se localiza não somente o núcleo dos ancestrais silvestres como também o maior centro produtor deste cultivo (31), havendo indícios de que essa planta vem vegetando na Ásia Meridional-Occidental desde três a quatro mil anos.

Localiza-se geralmente em grande parte do litoral continental e das ilhas das regiões tropicais, podendo ser encontrado também, em pequena escala, nas regiões sub-tropicais. A experiência tem demonstrado que o coqueiro, embora se desenvolvendo nas mais variadas condições edáficas, parece ter seu "habitat" nos solos arenosos do litoral e representa uma cultura de grande importância econômica.

Piggott (20) apresenta um inventário das superfícies cobertas com coqueiros nos principais países produtores (Quadro 1). No Brasil, a superfície cultivada com coqueiro abrange cerca de 80.000 hectares (4) com uma produção aproximada de 495.000.000 de frutos, que se destinam quase que exclusivamente ao consumo doméstico (IBGE, 1965).

Na maioria dos países produtores, as flutuações de produção são bastante grandes, variando os rendimentos anuais, por hectare, de 1.000 a mais de 12.000 frutos.

Segundo Souza (30), os principais países produtores de coco do mundo são: Filipinas, Indonésia, Índia e Ceilão, concentrando-se assim no extremo oriente cerca de 82% da produção mundial. O Quadro 2 apresenta uma estimativa, sobre a produção mundial de copra e de cocos, realizada pela Organização das Nações Unidas para a alimentação e a agricultura (F. A. O.), referente ao período de 1965 a 1970.

* *Técnicos do Setor de Fertilidade da Divisão de Geociências do Centro de Pesquisas do Cacau. Itabuna, Bahia, Brasil.*

Quadro 1 - Superfície coberta com coqueiros em hectare. (PIGGOTT, 1964).

Países	Área Cultivada
Filipinas	991.000
Índia	643.000
Indonésia	607.000
Ceilão	433.000
Malásia	243.000
Ilhas Britânicas dos Mares do Sul	243.000
Resto do Mundo	283.000

Quadro 2 - Produção mundial de cocos e de copra*

A n o s	C o c o s	C o p r a
	Milhares de Frutos	Milhares de Toneladas
1965	2.754.000	3.293.000
1966	2.803.000	3.450.000
1967	2.775.000	3.148.000
1968	2.884.000	3.273.000
1969	2.976.000	3.297.000
1970	-	3.395.000

* Anuário de Produção da F. A. O. - 1970.

CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS

O coqueiro requer solos profundos, bem drenados, de textura leve, com boa aeração e sem camadas endurecidas que impeçam a penetração de raízes (31). De modo geral, os solos utilizados com esse cultivo são de textura arenosa, e por apresentarem baixo teor de matéria orgânica e uma acentuada pobreza em nutrientes, requerem, além da adubação mineral, um bom suprimento de matéria orgânica, a fim de melhorar também certas características físico-químicas, notadamente a capacidade de troca e a retenção de umidade.

No Ceilão, as melhores produções são obtidas em coqueirais vegetando em solos francos bem drenados, apesar de serem usados, com bons resultados, outros tipos de solos na exploração deste cultivo (10).

Em Moçambique, a exploração do coqueiro é feita de modo geral em solos arenosos, ou franco-arenosos, de pH em torno de 6,0 e com baixos conteúdos de fósforo, potássio e matéria orgânica (31).

Os solos da faixa litorânea do Brasil representam extensas área, cujas possibilidades agrícolas são bastante escassas. Esses solos, apesar de sua baixa fertilidade, são normalmente explorados com coqueiro (*Cocus nucífera* L.) e caju (*Anacardium occidentale* L.).

A caracterização pedológica dos solos da região Sul da Bahia, inclusive aqueles ocupados pelo cultivo do coqueiro, foi inicialmente apresentada por Olmos et al (18), sendo descrita posteriormente a aptidão cultural das diferentes unidades por Silva e Leão (28). Nesta região existem áreas bastante expressivas para o cultivo do coqueiro, cujos solos pertencem às ordens Entisol (areias marinhas quartzosas, aluviais arenosos ou franco-arenosos), Utisol (Solo Cururupe) e certos Spodosols (Podzol) originário de sedimentos marinhos, com horizonte spódico bastante profundo.

Segundo Olmos e colaboradores (18), os Podzóis originários de sedimentos quaternários se caracterizam por serem fortemente ácidos, de textura arenosa e de profundidade muito variável, bem como, por apresentarem horizonte A orgânico mineral, A₂ bastante lavado, enquanto que no horizonte B há uma acumulação de humus e sesquióxidos de ferro e alumínio. Esses solos ocorrem em relevo plano e se originam de sedimentos arenosos do quaternário, podendo ser mal ou imperfeitamente drenados.

No Quadro 3 estão contidas algumas características físicas e químicas de um perfil de solo Podzol da faixa litorânea da Bahia (14); o horizonte A₁ apresenta anormalmente um conteúdo médio-alto de bases e uma capacidade de troca elevada, devido principalmente ao alto conteúdo de matéria orgânica; o horizonte A₂ evidencia uma pobreza acentuada de bases e uma baixa capacidade de troca resultante da intensa lavagem a que é submetida essa camada. Do ponto de vista físico, esse solo apresenta textura arenosa, mal ou imperfeitamente drenado. Ocorre em relevo plano, tendo como material de origem sedimentos arenosos do quaternário.

Com relação à capacidade de uso, esses solos apresentam fertilidade natural muito baixa e potencialidade agrícola quase nula (28). Por outro lado, a presença de um horizonte rico em matéria orgânica não deve servir de critério de avaliação da potencialidade desses solos, pois a exploração intensiva e a precipitação elevada conduzem a um desgaste intenso da capa orgânica e a uma lixiviação posterior das bases.

No que se refere à reação dos solos, esta planta parece tolerante a uma faixa ampla de pH, desde quando é encontrada vegetando tanto em solos fortemente alcalinos (solos coralinos do Pacífico), como também em solos turfosos, fortemente ácidos.

Quadro 3 - Características físicas e químicas de um perfil podzol da faixa litorânea da Bahia (MELO e SILVA, 1971).

Horizonte	Espessura (cm)	Análise Mecânica				Teores Trocáveis em mEq/100g						pH
		Areia Grossa (%)	Areia Fina (%)	Limo (%)	Argila (%)	Ca	Mg	K	Al	S	T	
A ₁₁	000-017	73,2	2,1	24,7	0,0	1,1	3,8	0,33	1,8	5,36	40,06	4,5
A ₁₂	017-033	91,4	1,2	7,4	0,0	0,4	1,5	0,07	1,3	2,03	12,53	4,6
A ₂₁	033-055	97,0	2,0	1,0	0,0	0,2	0,4	0,02	0,0	0,66	2,16	5,3
A ₂₂	055-100	98,6	0,6	0,8	0,0	0,2	0,4	0,02	0,1	0,65	1,25	6,2

REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS

O coqueiro necessita de grandes quantidades de nutrientes para a formação de frutos, raízes e engrossamento do caule. No Quadro 4 acham-se contidos alguns resultados relacionados ao consumo de nutrientes por esta planta; nota-se que esses dados não são muito concordantes, o que, segundo Fremond (8), é devido às diferentes condições de cultivo que influenciam bastante a assimilação de nutrientes pelo coqueiro.

Quadro 4 - Nutrientes extraídos por um coqueiral, em kg/ha.
(FREMOND, 1966).

Nutrientes	Jacob e Coyle (1927)	Eckstein (1937)	Pillai e Davis (1963)
N	64	91	56
P ₂ O ₅	29	40	27
K ₂ O	95	131	85

Georgi e Teik (9) assinalam que são bastante altas as perdas de nutrientes decorrentes da extração por um coqueiral com uma densidade de 124 plantas/ha e uma produção de 7.200 cocos, podendo haver esgotamento rápido do solo se não houver um fornecimento adequado de fertilizantes (Quadro 5). Verificam-se também concentrações maiores de N, P₂O₅ e K₂O nas folhas e nos frutos, sendo o potássio o mais utilizado entre esses nutrientes, enquanto que o cálcio e o magnésio são mais elevados só nas folhas.

Os baixos rendimentos obtidos nos principais países produtores são devidos aos métodos de cultivo tradicionais e principalmente à não utilização de fertilizantes. Desse modo, é possível a obtenção de

Quadro 5 - Nutrientes extraídos de um hectare com 124 plantas.
(GEORGI e TEIK, 1932).

Parte da Planta	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	CaO kg/ha	MgO kg/ha
Folhas com pecíolo	36,0	14,0	39,0	15,0	24,0
Inflorescências	3,0	1,0	12,0	0,6	2,0
Frutos (com casca)	35,0	15,0	86,0	2,0	6,0
T o t a i s	74,0	30,0	137,0	17,6	32,0

maiores rendimentos mediante a aplicação de um complexo tecnológico de medidas agrônômicas.

A adubação, sem dúvida, desempenha um papel preponderante no aumento da produtividade, podendo entretanto se tornar ineficaz se não forem satisfatórias as condições físicas do solo (drenagem, profundidade, umidade) e realizados concomitantemente outros tratamentos culturais, notadamente os de caráter fitossanitário.

Não se dispondo de dados experimentais, principalmente de caráter econômico, com relação à resposta do coqueiro aos fertilizantes, os seguintes aspectos deverão ser tomados em conta para aplicação de adubos: 1) o estado nutricional dos solos; 2) o cálculo das doses de K deverá ser feito com base nas quantidades de nutrientes retiradas por uma produção determinada; 3) manejo e material botânico; 4) previsão de uma renda bruta a ser atingida com uma nova tecnologia que inclua o uso de adubos e corretivos.

IMPORTÂNCIA DOS ELEMENTOS ESSENCIAIS

Nitrogênio

O coqueiro apresenta grande exigência em nitrogênio que influi grandemente para o rápido desenvolvimento dessa planta ao favorecer o crescimento das partes vegetativas, especialmente as folhas. Na falta ou carência deste elemento, portanto, as plantas apresentam um desenvolvimento muito limitado e se tornam rapidamente cloróticas. Essa deficiência é muito freqüente em coqueiros jovens que vegetam em solos pobres sem suprimento de adubos.

De acordo com Fremond e colaboradores (8), as condições edafo-climáticas são os principais fatores que concorrem para acelerar a deficiência de nitrogênio. Em regiões com chuvas mal distribuídas ou insuficientes, como acontece em Madagascar, Moçambique, Togo e Nordeste do Brasil, é freqüente a ocorrência de distúrbios na nutrição nitrogenada, pois as estações secas são pouco favoráveis à adequada nitrificação, sendo prejudicada também a absorção de nutrientes.

Em solos ricos em cálcio, como os coralinos da Polinésia, ocorre uma baixa nitrificação dos adubos nitrogenados amoniacais, sendo importante sob essas condições a escolha criteriosa das fontes nitrogenadas a utilizar. Fremond e colaboradores (8) consideram que a aplicação, em cobertura, de sulfato de amônio nestes solos, não oferece bons resultados, ao passo que o nitrato de amônio e a cianamida cálcica são os mais eficientes.

Experimentos conduzidos por Krisna Mahar (13), na Índia, mostraram que o NaNO_3 (Salitre do Chile) foi 11% mais eficiente do que o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio. O sódio componente do Salitre do Chile parece ser, segundo este autor, o responsável por esse resultado. Fremond (7) corrobora também essa opinião, pois considera que este elemento pode, eventualmente, substituir o potássio principalmente quando este é deficiente.

Na Costa do Marfim, Fremond e colaboradores (8) verificaram que, onde o conteúdo de potássio do solo é muito baixo, a aplicação de sulfato de amônio em coqueiros de 40 anos causou redução na produção (Quadro 6), elevando ligeiramente o conteúdo de potássio na planta. Por observação dos dados contidos no mesmo Quadro, verifica-se que a aplicação de potássio não elevou o conteúdo desse elemento a um nível suficiente ($K > 0,650\%$) capaz de anular o efeito depressivo do nitrogênio.

Quadro 6 - Efeito do nitrogênio sobre o número de cocos e sobre o conteúdo de potássio (% de matéria seca) da folha. (FREMOND e colaboradores, 1966).

	Cocos/Planta/ano		Conteúdo de Potássio	
	N ₀	N ₁	N ₀	N ₁
K ₀	44	30	0,337	0,395
K ₁	72	70	0,648	0,636

Em um ensaio fatorial NPK 3³, conduzido no Ceilão (2), se comprovou também que a aplicação excessiva de nitrogênio tem um efeito adverso no rendimento do coqueiro, provavelmente devido à interferência desse elemento na utilização de potássio. Nesse ensaio foram aplicadas doses de 450 e 225 gramas por planta e por ano, sendo interrompida essa adubação, respectivamente aos quatro e oito anos, devido a uma acentuada queda de rendimento desses tratamentos.

Em solos dominantes no litoral, a adubação nitrogenada é na maioria das vezes ineficaz, devido à cobertura do solo ser constituída quase exclusivamente de gramíneas que concorrem bastante, com o coqueiro, no aproveitamento do nitrogênio. Fremond e colaboradores (8) recomendam o emprego de leguminosas como cobertura de solos cultivados com coqueiro, a fim de melhorar o poder nitrificador do solo, substituindo, portanto, com vantagens, as gramíneas.

Fremond e colaboradores (8) afirmaram que em Moçambique o emprego de sulfato de amônio isoladamente não aumenta o consumo de N nem a produção de cocos, porém a adição de NPK sobre uma cobertura permanente de puerária (Quadro 7) causa um aumento significativo no número de cocos e determina uma elevação no conteúdo de nitrogênio da folha.

Dos inúmeros experimentos de adubação realizados, em diferentes países produtores, se depreende que, embora o N cause depressão no rendimento do coqueiro, quando aplicado isoladamente, o seu uso em adubações completas de NPK, tem sido quase sempre benéfico. Por outro lado, o importante papel que desempenha, na nutrição do coqueiro, as interações NK, NP e NPK, conforme assinalam Nethsinghe (17) e Murray e Lucie Smith (15), devem sempre ser levadas em conta em qualquer plano de adubação desse cultivo.

Quadro 7 - Efeitos da cobertura de leguminosas e adubação mineral no rendimento do coqueiro e sobre o conteúdo de N (% de matéria seca) da folha. (FREMOND e colaboradores, 1966).

Tratamentos		Testemunha (Pasto Natural corta do periodicamente)	Cobertura Permanente (Puerária+Adubo NPK)
Conteúdo de N (% de mat.seca)	1960	1,60	1,56
	1963	1,61	1,80
	1964	1,53	1,69
Cocos por plan ta por ano.	1960	50	47
	1963	51	58
	1964	33	67

Fósforo

Este nutriente se localiza nas partes vegetais em crescimento, favorecendo ainda um aumento na floração e frutificação e na formação do sistema radicular; juntamente com potássio, aumenta a resistência contra o ataque de doenças (31). A deficiência de fósforo se manifesta através de um desenvolvimento radicular deficiente e retardamento na maturação dos frutos.

O excesso de fósforo, entretanto, pode induzir deficiências de determinados elementos menores, especialmente zinco e ferro, o que, todavia, é muito raro, já que o fósforo é rapidamente fixado pelo solo como decorrência de reações físico-químicas (31).

Segundo Nethsinghe (17), nenhum sintoma específico de deficiência de fósforo tem sido observado sob condições de campo, porém Nathanael (16) faz referência a uma possível deficiência de fósforo, em mudas de coqueiro, que parece estar associada ao crescimento atrofiado da parte aérea, desenvolvimento retardado das raízes, e coloração verde escuro nas folhas.

Com base nas investigações realizadas na Costa do Marfim, Fremond (7) considera que a cultura do coqueiro parece não responder satisfatoriamente à aplicação de fósforo, pois verificou que em dez anos de adubação ininterrupta, só houve respostas positivas nos últimos cinco anos e, mesmo assim, não significativas estatisticamente (Quadro 8).

Child (3), em solos lateríticos do tipo arenoso, contendo somente traços de fósforo, encontrou respostas altamente significativas como decorrência da aplicação de 270 gramas de P_2O_5 por planta bianualmente. Todavia, como era de esperar, nenhuma resposta foi encontrada em um ensaio de adubação realizado no Ceilão em solos férteis e ricos em fósforo.

Quadro 8 - Efeitos da aplicação de fósforo sobre o número de cocos por árvore e incremento do teor de P (% de matéria seca) na folha. (FREMOND, 1965).

		A n o s									
		1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<u>Conteúdo</u>											
P ₀ de P(%)	Produção	0,109 76	0,097 87	0,093 56	- 67	- 53	0,104 65	0,103 74	- 49	- 50	0,100 52
<u>Conteúdo</u>											
P ₁ de P(%)	Produção	0,115 75	0,100 82	0,107 56	- 66	- 55	0,129 70	0,118 85	- 56	- 52	0,128 59

Em um coqueiral jovem implantado sobre solo laterítico de Ratmalagara (17) verificou-se que aplicações bianuais de 450 gramas de P₂O₅/planta determinaram aumentos de produção da ordem de 600 a 800 kg de copra/ha/ano. Resultados similares foram obtidos em Veyangoda e Ahangama (17), mostrando inclusive que o aumento de produção devido ao tratamento NPK foi cerca de 100% maior que o do tratamento NK. Isto demonstra a importância de uma interação NP, e além do mais, Murray e Lucie Smith (15) não encontraram resposta positiva à aplicação de P e K sem a adição simultânea de nitrogênio. Do mesmo modo, Salgado (24) faz referência a uma possível interação negativa entre P e K, tomando-se por base os resultados alcançados em um ensaio de adubação NPK de nove anos de duração.

Potássio

O potássio em comparação com o nitrogênio e fósforo, parece ser o elemento de maior importância na nutrição do coqueiro. A principal função do potássio parece ser a manutenção da turgescência fisiológica dos coloides da seiva vegetal, que são imprescindíveis para o desenvolvimento normal dos processos metabólicos. Mediante o efeito balanceado entre a respiração, a transpiração e o anabolismo, este elemento mantém em equilíbrio a economia aquosa da planta, reduzindo com isto sua tendência à murcha.

De acordo com Fremond (7), o potássio aumenta o número de inflorescências, o número e massa dos frutos, aumentando portanto a produção de copra por planta (Quadro 9).

Segundo Fremond e colaboradores (8), os solos cultivados com coqueiro geralmente possuem baixos teores de potássio, não obstante as altas exigências desse elemento por essa cultura, conforme se observa no Quadro 4.

A falta de potássio reduz grandemente o rendimento e traduz-se por sintomas de deficiência que, segundo Hawck, citado por Teiwes (31),

caracteriza-se por um aspecto clorótico das folhas e parada de crescimento da planta, cujos estipes permanecem delgados .

O diagnóstico foliar demonstra que o potássio é o elemento absorvido em maior quantidade e mais rapidamente. Além disso, o aumento do seu nível na folha modifica significativamente os níveis dos outros elementos (Quadro 10); positivamente para N e P e negativamente para Ca e Mg (8).

Quadro 9 - Efeito do potássio sobre os fatores de produção em coqueiros de 9 anos. (FREMOND, 1965).

Natureza das Observações (Ano de 1963)	Ausência de K	%	Presença de K	%
Inflorescências/árvore	6,7	100	9,8	146
Cachos/árvore	5,5	100	9,1	165
Flores/cacho	15,9	100	18,9	119
Índice de formação de cocos	17,2	100	31,4	183
Flores/árvore	89,0	100	172,0	193
Cocos/árvore	15,0	100	54,0	353
Copra/coco (g)	155,0	100	164,0	107
Copra/árvore (kg)	1,9	100	7,2	380

Quadro 10 - Efeitos das aplicações de potássio sobre o conteúdo de outros elementos essenciais na folha do coqueiro. (FREMOND e colaboradores, 1966).

Tratamentos	Conteúdo na folha em ppm					
	N	P	K	Na	Mg	Ca
K ₀	2,07	0,114	0,280	0,085	0,604	0,707
K ₁	2,18	0,122	0,732	0,226	0,399	0,648

De acordo com Salgado (24), a deficiência de potássio favorece o ataque de enfermidades, principalmente a podridão das folhas que é mais freqüente em solos extremamente pobres, especialmente em potássio. Desse modo, o efeito benéfico do potássio se reflete tanto sobre a produção, como também no aumento de resistência à doenças e pragas.

Fremond e colaboradores (8) relatam que, em um coqueiral de 40 anos de idade, na Costa do Marfim, o potássio foi aplicado na base de 0,5, 1,0 e 1,5 kg/planta na forma de cloreto de potássio. Os resultados obtidos durante 10 anos de observação (Quadro 11) mostram um aumento

de produção superior a uma tonelada, para uma aplicação anual de 1,5 kg/planta de cloreto de potássio.

Quadro 11 - Efeitos do Cloreto de Potássio no aumento de produção.
(FREMOND e colaboradores, 1966).

Rendimentos	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃
	0,0 kg	0,5 kg	1,0 kg	1,5 kg
Copra/hectare/ano ¹	1.200	1.800	2.000	2.350
Aumento de produção ²	-	650	850	1.150
Benefício médio anual	-	17.800Fr	22.400Fr.	30.000Fr

¹ A densidade da plantação é de 156 plantas por hectare.

² O preço de 1 kg de cloreto de potássio aplicado é de 20 Francos.

0 kg de copra se vende a 30 Francos.

Os solos da Costa do Marfim, deficientes em potássio e que receberam doses crescentes de cloreto de potássio, deram produções de copra significativamente superiores. Assim, em um experimento de adubação de 9 anos de duração, obtiveram-se aumentos de produção variando de 163 kg a 248 kg de copra por hectare, por meio de aplicações bianuais respectivamente de 0,35 e 0,70 kg de K₂O por planta (19).

Teiwes (31) assinala, que, em vários ensaios de adubação conduzidos em coqueirais jovens, as plantas que receberam adubação potássica produziram os primeiros frutos aos 5 anos do plantio, enquanto que nas parcelas não adubadas o início de produção se verificou aos oito anos.

Com relação ao sódio, este elemento se encontra no coqueiro em quantidades razoáveis, embora não se tenha comprovação de sua essencialidade na nutrição mineral da planta. De acordo com Fremond e colaboradores (8), o sódio é capaz de substituir, em parte, o potássio, quando este último é deficiente. Segundo este mesmo autor, resultados experimentais obtidos em coqueiros jovens e em vias de produção, têm mostrado que a adição de cloreto de sódio pode aumentar significativamente o número de inflorescências e cachos por árvore. Contrariamente, Salgado (23) acredita que os efeitos da água salobra do mar no desenvolvimento de coqueiros, que vegetam ao longo do litoral, não são devidos ao cloreto de sódio e sim ao potássio contido nessa água.

Cálcio

A exigência do coqueiro em cálcio é relativamente baixa (Quadro 4), motivo pelo qual o seu crescimento em solos que variam de extremamente ácidos até fortemente alcalinos não é prejudicado.

Em um coqueiral de 50 anos de idade que havia recebido anualmente, até o ano de 1956, 2.250 gramas de uma mistura NPK 3-2-2 por planta, conduziu-se um ensaio comparativo para determinação do efeito da calagem. A área experimental, que recebera até aquela época a adubação NPK, foi dividida em duas parcelas, tratando-se uma delas com 400 kg/ha de um corretivo contendo 70% de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Os resultados mostraram, dois anos mais tarde, um melhor crescimento foliar e maior produção na parcela que recebeu calagem (31).

Contrariamente, segundo informações de Salgado (23), uma aplicação de calcário, a lãço e em cobertura, seguida de incorporação, causou no início do ensaio um grande aumento no rendimento, seguido de grande redução deste mesmo rendimento 3 ou 4 anos depois, enquanto as plantas apresentavam sintomas típicos de deficiência de potássio. O desbalance da relação Ca/K deve ter determinado uma perda exagerada de potássio por lixiviação, daí a queda de produção e o aparecimento da deficiência potássica.

Estes resultados controvertidos têm desaconselhado o uso de corretivos, em solos ácidos, como prática prévia à adubação. Acredita-se que a razão da não reação à calagem se deve muitas vezes à baixa concentração de alumínio na maioria dos solos cultivados com o coqueiro. Piggott (20) assinala que geralmente os solos cultivados com o coqueiro não apresentam deficiência em cálcio. Jacob e Wexküll (12), por sua vez, afirmam que a maioria dos solos do litoral, explorados com o coqueiro, são pobres em argila e, por conseguinte, pobres também em bases trocáveis. Desse modo, a necessidade de calagem dependerá do tipo e da reação do solo, justificando-se o uso de calcário em solos que demandem correção de acidez nociva.

Magnésio

O magnésio é um nutriente essencial dos vegetais, especialmente pelo fato de desempenhar um papel decisivo na síntese da clorofila. Além disso, encontra-se grande parte deste elemento dissolvido no suco celular, podendo translocar-se facilmente de um tecido a outro da planta (12). Sob determinadas condições, o magnésio favorece a assimilação e translocação de fósforo, devendo existir uma relação estreita entre esses dois nutrientes.

Segundo Teiwes (31), a deficiência de magnésio se apresenta principalmente em solos arenosos ácidos, onde é grandemente solubilizado e perdido por lixiviação. Fremond e colaboradores (8) consideram que existe deficiência de Mg quando o diagnóstico foliar revela valores abaixo de 0,30%. Todavia, na prática, é comum a ocorrência de valores abaixo do nível crítico sem que o suprimento de magnésio concorra para aumentar os rendimentos.

De acordo com Nethsinghe (17), a adubação do coqueiro tem sido, até o presente, constituída exclusivamente de nitrogênio, fósforo e potássio. Nos últimos 10 anos tem sido relatada a ocorrência de um sintoma de deficiência caracterizado por um amarelecimento nas folhas maduras do coqueiro cultivado em solos lateríticos arenosos, sob precipi

tações elevadas, como acontece nas regiões Oeste e Sudoeste do Ceilão. Este sintoma foi caracterizado por Nethsinghe (17) como sendo resultante da deficiência de magnésio, muito comum nos solos lateríticos cascalhentos ou arenosos do litoral.

Fremond e colaboradores (8) verificaram, por sua vez, que em coqueiros jovens, há um efeito benéfico do magnésio sobre o número de flores e de frutos. Estes autores assinalam que na Costa do Marfim e em Dahomey tem sido encontrada uma ação positiva e significativa do magnésio sobre o desenvolvimento de plantas jovens. Estes resultados têm levado a recomendar o uso de P, K e Mg na fase de crescimento dessa planta.

Por outro lado, é muito comum a carência de Mg resultante do desequilíbrio da relação K/Mg (Quadro 10). Na Costa do Marfim, Brunin (1) observou que os coqueiros adultos apresentam com frequência uma redução nos níveis de magnésio, e as causas devem-se principalmente às adubações potássicas realizadas anualmente.

Enxofre

O enxofre é também um elemento importante na nutrição do coqueiro. Sua deficiência é facilmente reconhecida, já que a planta toda e principalmente as folhas permanecem pequenas e cloróticas, sendo a produção bastante reduzida. Esses sintomas são facilmente corrigidos com aplicações de sulfato de amônio (29).

Elementos Menores

O ferro e manganês são elementos imprescindíveis na formação da clorofila, na redução dos nitratos e na respiração, desempenhando um importante papel catalizador na planta. A deficiência desses elementos se manifesta através de uma clorose internerval que progride sobre a folha inteira. É muito frequente nos solos coralinos do Pacífico, onde possivelmente são induzidos pela grande quantidade de calcário aí existente; é tanto que aplicações desses micronutrientes ao solo não dão resultados satisfatórios (7).

Pomier (21), em um experimento realizado nos solos desse tipo, na Oceania, verificou que injeções de sulfato de manganês e de sulfato de ferro aplicadas no estipe de coqueiros adultos, causaram os seguintes resultados: a) mudança na cor da folha, de verde pálido para verde escuro; b) aumento no número de cocos por planta e c) aumentos nos conteúdos de ferro e de manganês das folhas. Contrariamente, as aplicações de sais de ferro e de manganês ao solo não causaram efeitos positivos, exceto quando aplicadas bem próximo do estipe.

Fremond (7), em seus estudos sobre os efeitos de Mn, Bo, Cu e Zn, nos conteúdos e na produção do coqueiro, observou depois de três anos que não existem indícios de que haja efeito claro sobre o rendimento. No Quadro 12 são apresentados conteúdos dos elementos Mn, Bo e Cu em ppm, nas folhas do coqueiro, na presença e ausência do elemento.

Quadro 12 - Conteúdo de Mn, Cu e Bo nas folhas do coqueiro. (FREMONT, 1960).

Tratamentos	Conteúdo em ppm		
	Mn	Bo	Cu
Na presença do elemento	399	10,25	8,28
Na ausência do elemento	337	6,99	8,20

O diagnóstico foliar de coqueiros adultos de Bandirippuwa (17) revelou um conteúdo de boro de 200 ppm, enquanto que em Panipitiya e Gonapinuwa esse conteúdo variou de 7 a 12 ppm. Solos ácidos bastante lixiviados são reconhecidamente pobres em boro. Do mesmo modo, o conteúdo de boro dos solos de Nova Hébrida é extremamente baixo, podendo, a esta carência, estar relacionada a doença conhecida pelo nome de podridão do coração (Bud Rot).

INDICAÇÕES DE FERTILIZAÇÃO

Nos principais países produtores e de modo bastante geral, a experimentação tem demonstrado que a adubação nessa cultura oferece bons retornos econômicos, enquanto que a calagem parece ser importante somente nas áreas onde os solos apresentam acidez muito acentuada.

As recomendações de adubação devem referir-se às condições específicas de uma região, tomando-se em conta os resultados obtidos em ensaios de adubação e considerando-se também as respostas econômicas.

No Ceilão, o Coconut Research Institute recomenda duas formulações, para a fase de desenvolvimento do coqueiro, aplicadas em doses crescentes de acordo com a idade (31).

Nesse mesmo país, a fertilização em áreas de implantação se inicia durante o plantio da muda, quando se aplicam na cova 2 libras de calcário dolomítico e 1 libra de rocha fosfatada; aplicações adicionais de cinza de madeira ou de esterco animal são indicadas em solos pobres e esgotados. Na fase de crescimento recomenda-se a mistura C.R.I (denominação local) composta de 2 partes de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 2 partes de rocha fosfatada e 1 parte de KCl. Essa mistura é aplicada em doses crescentes, em volta da planta.

Durante a fase produtiva, os fertilizantes são recomendados, segundo o tipo de solo (25), em doses bianuais (Quadro 13).

Nas Ilhas Fiji, Mc Paul, citado por Geus (10), se recomenda uma formulação 9-10-15 aplicada em doses de 230 gramas no 1º ano, 460

Quadro 13 - Composição de fórmulas fertilizantes para o coqueiro em produção, segundo o tipo de solo (dose em gramas por planta). (Salgado, 1951).

	Solos Arenosos de praia		Solos Francos e Franco-Arenosos		Solos Argilosos		Solos Lateríticos		Areias Grossas Lateríticas	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Nitrogênio (N)	320	275	275	225	275	225	320	275	275	225
Sulfato de amônio ou cal nitrato	1.600	1.350	1.350	1.130	1.350	1.130	1.600	1.350	1.350	1.130
Ácido Fosfórico (P_2O_5)	410	340	340	275	340	275	410	340	410	340
Rocha Fosfatada	1.350	1.130	1.130	900	1.130	900	1.350	1.130	1.350	1.130
Superfosfato Simples	2.250	1.930	1.930	1.510	1.930	1.510	2.250	1.930	1.930	2.250
Potássio (K_2O)	680	570	570	450	450	340	680	570	680	570
Sais de K (60%)	1.130	900	900	680	680	570	1.130	900	1.130	900
Sais de K (50%)	1.350	1.130	1.130	900	900	680	1.350	1.130	1.350	1.130

gramas com 1 a 2 anos e 2.300 gramas a partir do quinto ano. Em solos com um teor médio-alto de fósforo, a quantidade desse elemento é reduzida à metade.

Na fase inicial os fertilizantes são aplicados, em círculos crescentes, em volta da planta. A dosagem anual é dividida em duas frações, sendo a primeira aplicada no início ou durante o período chuvoso e a segunda no final desse período. Na fase produtiva a mistura fertilizante é aplicada, em cobertura, num círculo com 2,70 metros de raio.

Em Trinidad, Fenwick (5) recomenda uma adubação NPK 10-5-10, cuja dose por planta e por ano é de 2,3 a 4,6 quilogramas.

Na Índia as recomendações se baseiam no tipo de solo, havendo quatro formulações NPK. A eficiência dessas formulações foram medidas em diferentes tipos de solos do litoral Sudoeste da Índia, envolvendo cerca de 20.000 coqueiros. Houve um aumento médio de 15 cocos por árvore, devido a uma aplicação de 0,3 kg de N, 0,3 kg de P_2O_5 e 0,7 kg de K_2O por planta e por ano. A resposta a essa adubação tem sido maior quando a aplicação é feita sobre uma base orgânica (45 kg de adubo verde), especialmente em solos arenosos deficientes em matéria orgânica (10).

Nas Filipinas, a adubação recomendada é constituída de uma adubação orgânica (composto ou cinzas de folhas, inflorescências e cascas de coco), seguida de uma adubação mineral, seja na forma de fertilizantes simples (sulfato de amônio, superfosfato e cloreto de potássio) ou na forma de uma mistura NPK de formulação 12-12-12 ou 12-24-12. Na idade entre 3 e 4 anos o adubo mineral é aplicado em doses anuais, que variam entre 1,5 a 3,0 kg por planta, ao passo que na fase adulta essas doses variam entre 2 e 6 kg. Esses fertilizantes são aplicados, em duas doses ao ano, em buracos ou sulcos, em volta da planta e a uma distância que varia de 2 a 3,5 metros.

Em Dahomey, as recomendações se baseiam nos trabalhos experimentos de Prevot e Fremond (22), enquanto na Costa do Marfim, tomam-se por base os trabalhos de Ziller e Fremond (32).

No Brasil, trabalhos de caracterização físico-química de solos explorados com o coqueiro (11, 14) têm evidenciado uma predominância de teores baixos de P e K e uma necessidade de calcário variando de baixa a média, tendo os resultados experimentais de adubação realizados no Nordeste brasileiro (11, 30) mostrado a importância de recomendação, para essa cultura, de fórmulas completas. Até o momento, porém, as guias de recomendações de fertilizantes têm-se baseado na análise de solo (27) e na utilização de uma porcentagem (até 20%) do rendimento bruto que se esperaria obter por unidade de área, com a utilização de técnicas modernas (6).

CHAVES PARA IDENTIFICAÇÃO DE DEFICIÊNCIAS MINERAIS NO COQUEIRO (TEIWES, 1962)

Nitrogênio 1: Folhas mais velhas, amarelo ouro uniforme; folhas novas verdes com um amarelecimento difuso subjacente.

Fósforo 2: Não existem sintomas definidos para a deficiência de fósforo; desse modo, deve-se recorrer à análise foliar para determinar a ocorrência de carência desse elemento.

Potássio 3: Folhas intermediárias (localizadas entre as mais altas e as mais baixas) verde amareladas; regiões de cor amarelo pardo bem definido nos folíolos; folhas da parte mais baixa mortas e pendentes ao longo do tronco. Folhas da parte mais alta verdes com disposição em forma de uma roseta vertical. Estipe delgado.

Cálcio 4: Não existem sintomas declarados de deficiência de cálcio.

Magnésio 5: Folíolos amarelados; os sintomas são mais intensos nas regiões expostas ao sol.

Ferro e Manganês 6: Clorose internerval nas folhas jovens; nas fases avançadas de deficiência, os sintomas progridem em toda a folha.

LITERATURA CITADA

1. BRUNIN, C. La nutrition magnesienne des cocoteraies em Côte d'Ivoire. *Oleagineux* 25(5):269-274. 1970.
2. CHILD, R. Recent research on the coconut palm with special reference to Ceylon. *Indian Coconut Journal* 4(1):18-33. 1950.
3. _____. *Coconuts*. London, Longmans 1964. 216 p.
4. CHRISTOI, R. e SOUZA, E.F. de. La cocoteraie du Pernambouc. *Oleagineux* 20(4):219-225. 1965.
5. FENWICK, D.W. Fertilizer requirements of the coconut palm. a) Manuring of adult trees. *Journal Agriculture Society of Trinidad, Tobago* 61(3):347-366. 1961.
6. FONSECA, R. Guia para adubação por análise de solos. Ministério da Agricultura, IPEAL, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. 1970. p. 24. (mimeografado).
7. FREMOND, Y. Contribución al estudio de la nutrición mineral del cocotero. *Revista de la Potassa, Berna, Suíça, Seção 27*. 1965. 10 p.
8. _____, ZILLER, R. e LAMOTHE, M.N. de. *Le cocotier*. Paris Maisonneuve et Larose. 1966. 267 p.
9. GEORGI, C.D.V. e TEIK, C.L. The removal of plant nutrients in coconut cultivation. *The Malayan Agricultural Journal* 20(7): 358-364. 1932.

10. GEUS, J.G. de. Fertilizer guide for tropical and sub-tropical farming. Centre d'Étude de l'Azote, Zurich, 1967. 727 p.
11. IPEAL. Fertilidade e fertilização dos solos cultivados com o coqueiro. Ministério da Agricultura, Série Relatório nº 1. Cruz das Almas, Bahia, Brasil, 1972. 34 p.
12. JACOB, J. e WEXKÜLL, H.V. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales e sub-tropicales. 2a. Tradução do Inglês por L. Lopez Martinez de Alva, Wageninen, Weeman e Zenon. 1964. 626 p.
13. KRISNA MAHAR, M.M. e PANDALAY, K.M. A comparison of Chilean nitrate with ammonium sulphate as a nitrogen source for the coconut palm. Indian Coconut Journal 14(3):110-122. 1961.
14. MELLO, A.A.O. de. e SILVA, L.F. da. Solos da faixa litorânea Itacaré-Camamu, Bahia, Brasil. CEPLAC, Boletim Técnico nº 14. 1971. 31 p.
15. MURRAY, D.B. e LUCIE SMITH, M.N. Estate fertilizer trials on coconut in Trinidad. Tropical Agriculture, Trinidad 29(7): 180-195. 1952.
16. NATHANAEL, W.R.N. Coconut nutrition and fertilizer requirements the plant approach. Ceylon Coconut Quarterly 12(3-4): 101-120. 1961.
17. NETHSINGHE, D.A. Maintaining fertility on coconut lands. Tropical Agriculturist (Ceylon) 119(3-4):155-166. 1963.
18. OLMOS, J. et al. Solos da região cacaueira da Bahia e do Espírito Santo. In Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2a., Salvador e Itabuna, Bahia, Novembro 19-26, 1967. Memórias. São Paulo, CEPLAC, 1969. pp. 293-403.
19. PANDALAY, K.M. e MENON, K.P.V. Sobre el empleo de la potassa como fertilizante con sus efectos sobre el rendimiento, calidad y resistencia a la enfermedad en el cocotero. Revista de la Potassa, Berna, Suíça, Seção 27. 1960. 16 p.
20. PIGGOTT, C.J. Coconut growing. London, Oxford University Press. 1964. 109 p.
21. POMIER, M. Restauration et nutrition des cocoteraies établies sur sol corralien. Oleagineux 19(10):615-620. 1964.
22. PREVOT, P. e FREMOND, Y. Fumure du cocotier au Dahomey. Oleagineux 15(7):549-553. 1960.
23. SALGADO, M.L.M. The use of lime and salt for manuring coconut palms. Tropical Agriculturist (Ceylon) 103(3):121-123. 1947.

24. SALGADO, M.L.M. Recent studies on the manuring of coconuts in Ceylon. Ceylon Coconut Research Scheme. Boletim nº 6. 1948. 26 p.
25. ——— Soil types and manuring. Parte II. Manurial recommendations for different types of soil. Ceylon Coconut Quartely 2 (1):19. 1951.
26. ——— Potash and its importance in coconut manuring. Ceylon Coconut Quartely 3(4):191. 1952.
27. SANTANA, C.J.L. de. Requerimentos nutricionais do coqueiro e dendezeiro e indicações para suas fertilizações. CEPLAC, Centro de Pesquisas do Cacau, Itabuna, Bahia. p. 17. 1971. (mimeografado).
28. SILVA, L.F. da e LEÃO, A.C. Aptidão cultural dos solos das bacias inferiores dos rios Almada e Cachoeira. In Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau, 2a., Salvador e Itabuna, Bahia, Novembro 19-26, 1967. Memórias. São Paulo, CEPLAC, 1969. 444-450.
29. SOUTHERN, P.J. Sulphur deficiency in coconuts, a widespread field condition in Papua and New Cuinea. Part I: The field and chemical diagnosis of sulphur deficiency in coconuts. Papua and New Guinea Agriculture Journal 19(1):18-37.
30. SOUZA, F.E. de. Aspectos da cultura do coqueiro no Nordeste. SUDENE, Recife, Pe., Brasil. 1968. 123 p.
31. TEIWES, G. Nutrición y abonado de la palmera cocotera. Traduzido do Alemão por L. López Martinez de Alva. Hannover, Verlagsgesellschaft fur Ackerbau mbh. Boletim Verde nº 15. 1962. 51 p.
32. ZILLER, R. e FREMOND, Y. Nouveaux résultats sur la fumure du cocotier en Côte d'Ivoire. Fertilité 13:13-25. 1961.

R E S U M O

Este trabalho sintetiza resultados de vários experimentos de adubação realizados nos principais países produtores de coco e visa dar uma idéia geral das exigências nutricionais e do comportamento deste cultivo, quando submetido a diferentes formulações fertilizantes. É importante notar que os resultados apresentados são de importância fundamental, para orientar a condução de novos experimentos e a elaboração de formulações fertilizantes apropriadas às exigências desse cultivo.

Além dessas considerações, são feitas outras de natureza edafo-climática e econômica, apontando-se as amplas perspectivas de expansão do coqueiro, diante do alto potencial de solos, das regiões tropicais, aptos à exploração desse cultivo.

Discute-se também, o uso econômico do solo para a produção de coco mediante a aplicação de práticas agrícolas modernas.

Com relação ao uso de fertilizantes, tecem-se considerações sobre as recomendações de adubos adotados nos principais países produtores de coco, destacando-se o Brasil onde tais indicações são feitas ainda em caráter preliminar.

Finalmente, analisando-se os aspectos abordados, conclui-se que a baixa produtividade dos solos explorados com coqueiro é devido aos métodos de cultivo tradicionais e principalmente a não utilização de fertilizantes.



