

# NUTRIÇÃO MINERAL DE POPULAÇÕES E HÍBRIDOS DE COQUEIRO (*Cocos nucifera* -L.) CULTIVADOS EM BEBEDOURO (SP)<sup>1</sup>

LUIZ ANTONIO JUNQUEIRA TEIXEIRA<sup>2</sup> & JOSÉ ANTÔNIO ALBERTO DA SILVA<sup>3</sup>

**RESUMO** – Avaliou-se o estado nutricional de sete genótipos de coqueiro (cinco populações: Anão Amarelo de Gramame, Anão Amarelo da Malásia, Anão Vermelho de Gramame, Anão Verde do Jiqui e Gigante Brasileiro da Praia do Forte e dois híbridos: Anão Amarelo de Gramame x Gigante do Oeste Africano e Anão Vermelho de Gramame x Gigante Brasileiro da Praia do Forte), com 2 anos e 4 meses de idade, plantados em Bebedouro (SP). Com o objetivo de monitorar o estado nutricional das plantas e determinar os efeitos do cultivo sobre a fertilidade do solo, analisaram-se tecido vegetal de folhas com idades diferentes (folhas 4 e 9) e solo. Amostras de folha 4, em comparação com as de folha 9, foram mais eficientes para discriminar as populações e híbridos de coqueiro quanto ao seu estado nutricional. As maiores limitações nutricionais dos genótipos em estudo foram as de zinco, potássio, nitrogênio e cobre. Aparentemente, todas as populações e híbridos observados estavam adequadamente nutridos com fósforo, cálcio, boro, ferro e manganês. Como medida mais urgente para a melhoria do estado nutricional das plantas, recomenda-se aumentar a aplicação de Zn. Os principais efeitos do cultivo de coqueiro sobre a fertilidade relacionaram-se com a acidificação do solo na área de aplicação de adubos.

**Termos para indexação:** nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, boro, cobre, ferro, manganês, zinco, análise foliar, coco, análise de solo

## MINERAL NUTRITION OF POPULATIONS AND HYBRIDS OF COCONUT (*Cocos nucifera* L.) GROWN IN BEBEDOURO (SP), BRAZIL

**ABSTRACT** - Nutritional status of seven coconut genotypes (Anão Amarelo de Gramame, Anão Amarelo da Malásia, Anão Vermelho de Gramame, Anão Verde do Jiqui, Gigante Brasileiro da Praia do Forte, Anão Amarelo de Gramame x Gigante do Oeste Africano, and Anão Vermelho de Gramame x Gigante Brasileiro da Praia do Forte) were assessed. Different aged leaves (leaf 4 and 9) and soil were sampled with the objective of investigating nutritional status of plants and changes on soil fertility. Samples from leaf 4 were more efficient to distinguish genotypes according to their nutritional conditions than leaf 9 samples. The most serious disorders were zinc, potassium, nitrogen and copper deficiencies. P, Ca, B, Fe and Mn leaf content seemed to be adequate in all genotypes. It was recommended to increase Zn application rate in order to improve nutritional status. The most outstanding effects of cropping on soil fertility were due to acidification in the fertilizer spreading area.

**Index terms:** nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, boron, copper, iron, manganese, zinc, leaf analysis, soil analysis

O cultivo de coco no Brasil apresenta duas realidades bastante distintas. De um lado, têm-se os plantios destinados à produção de coco seco, geralmente com baixa rentabilidade, o que, nos últimos anos, limitou a expansão dessa atividade e, de outro, áreas visando à produção de coco verde, que tiveram um grande incentivo devido ao mercado crescente para água de coco.

O estado nutricional dos coqueiros tem efeito sobre seu desenvolvimento vegetativo, além de determinar, em grande parte, o volume e a qualidade da produção. O acompanhamento do estado nutricional da cultura por meio de análises de tecido foliar foi apontado por Sobral & Santos (1987) como ferramenta auxiliar para a recomendação de adubação. Segundo Rognon (1984), o conteúdo de nutrientes no tecido foliar de coqueiros pode variar em função do tipo de planta (gigante ou híbridos).

Atualmente, o conhecimento sobre nutrição de coqueiros, bem como adubação recomendada para a cultura, baseia-se na experiência de plantios conduzidos no exterior ou na região Nordeste, já que, em São Paulo, estudos desta natureza estão em fase inicial. Assim, o objetivo deste trabalho foi monitorar o estado nutricional de cinco populações e dois híbridos de coqueiro, assim como os efeitos do cultivo sobre a fertilidade do solo.

O experimento foi estabelecido na Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro (EECB)-SP (lat.: 20°53'S, long.: 48°28'W e

altitude: 601 m), em 30/nov/1999, num Latossolo Vermelho Distrófico A moderado textura média, com clima mesotérmico de inverno seco (Cwa – classificação de Köppen). Alguns atributos químicos do solo obtidos em amostragem prévia ao plantio são apresentados na Tabela 1.

Os genótipos estudados fazem parte de um experimento da Rede Nacional de Avaliação de Cultivares de Coqueiro, realizado em parceria da EECB com a EMBRAPA-CPATC. Os sete tratamentos constituíram-se por cinco populações (Anão Amarelo de Gramame – **AAG**, Anão Amarelo da Malásia – **AAM**, Anão Vermelho de Gramame – **AVG**, Anão Verde do Jiqui – **AVJ** e Gigante Brasileiro da Praia do Forte – **GBrPF**) e dois híbridos (Anão Amarelo de Gramame x Gigante do Oeste Africano – **AAG-x-GOA** e Anão Vermelho de Gramame x Gigante Brasileiro da Praia do Forte – **AVG-x-GBrPF**).

As parcelas experimentais continham seis plantas, com espaçamento de 8 x 7 m, dispostas em blocos ao acaso, com quatro repetições. As plantas foram irrigadas por microaspersão e adubadas de acordo com cronograma da Tabela 2.

O estado nutricional das plantas está sendo monitorado por análise química de tecido foliar, com amostragens efetuadas duas vezes ao ano (abril - fim da estação das chuvas, e outubro - fim da seca), coletando-se folíolos das folhas 4 e 9. A amostragem seguiu os procedimentos descritos por Rognon (1984), que recomenda a coleta de folíolos da folha 4 para plantas de genótipos híbridos com menos de 3 anos e da

**TABELA 1** - Análise química do solo da área experimental. Valores médios de matéria orgânica, pH em CaCl<sub>2</sub>, P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, H+Al, soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e saturação por bases (V) de amostras coletadas em três profundidades antes da implantação do experimento. Bebedouro (SP), julho/1999.

Camada	MO	pH <sup>(1)</sup>	P <sup>(2)</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	T	V
----- cm -----	g dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				--- % ---
0 – 20	18	4,7	6	1,3	9	4	40	14,3	54,3	26
20 – 40	16	4,4	3	0,6	6	3	42	9,6	51,6	19
40 – 60	16	4,4	4	0,6	7	4	45	11,6	56,6	20

<sup>(1)</sup> pH em CaCl<sub>2</sub> (0,01M). <sup>(2)</sup> Extração com resina trocadora de íons.

<sup>1</sup> (Trabalho 100/2002). Recebido: 15/07/2002. Aceito para publicação: 11/07/2003.

<sup>2</sup> Pesquisador Científico do CAPTA-Frutas/Instituto Agrônomo. Cx. Postal 28. 13001-970, Campinas-SP. teixeira@iac.sp.gov.br.

<sup>3</sup> Pesquisador Científico da Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro-SP.

**TABELA 2** - Cronograma de aplicação de corretivos e adubos no experimento. Bebedouro (SP), julho de 2002.

Data	Corretivo/adubo	Dose
ago/99	Calcário dolomítico	Correção para V=70%
nov/99	Superfosfato simples	500 g/cova
"	Calcário dolomítico	500 g/cova
"	Esterco de curral (curtido)	20 L/cova
fev/00	Nitrocálcio	150 g/planta
abr/00	Nitrocálcio	150 g/planta
jun/00	12-6-12	300 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
ago/00	12-6-12	300 g/planta
"	Superfosfato simples	150 g/planta
"	Nitrocálcio	100 g/planta
"	Foliar (Zn, B e Mn)	(1)
out/00	12-6-12	300 g/planta
"	Superfosfato simples	150 g/planta
"	Nitrocálcio	100 g/planta
"	Foliar (Zn, B e Mn)	(1)
dez/00	12-6-12	300 g/planta
"	Superfosfato simples	150 g/planta
"	Nitrocálcio	100 g/planta
"	Foliar (Zn, B e Mn)	(1)
fev/01	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
abr/01	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
jun/01	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
ago/01	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
out/01	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
"	Foliar (Zn, B e Mn)	(1)
dez/01	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
fev/02	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
abr/02	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta
jun/02	12-6-12	500 g/planta
"	Ácido bórico	20 g/planta

(1) 8L/planta de uma solução com 0,014% de Zn, 0,015% de B e 0,025% de Mn.

folha 9, para plantas com idade entre 3 e 4 anos. O tecido foliar foi analisado quanto aos teores de macro e micronutrientes de interesse agrícola, de acordo com Bataglia et al. (1983). Neste trabalho, serão apresentados os resultados referentes à primeira amostragem realizada em 25/abr/2002, dois anos e quatro meses após o plantio. Nesta data, foram coletadas amostras de solo na projeção da copa (área de aplicação de fertilizantes) e entre as linhas de plantio, das camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, analisadas segundo Raij & Quaggio (1983).

A distribuição dos nutrientes no dossel das plantas foi estimada por meio da comparação dos teores foliares obtidos em amostragens de folhas com idades diferentes; folha 4, emitida mais recentemente, e folha 9, mais antiga. O estado nutricional das plantas foi avaliado comparando-se os teores foliares das amostras com os níveis críticos apresentados por Rognon (1984) e Sobral (1998). O efeito do cultivo sobre o solo foi estimado comparando-se amostras coletadas sob a projeção da copa com as das entrelinhas. Os resultados foram analisados empregando-se módulo GLM (*General linear models*) do SAS, segundo Freund & Littell (1981).

Apesar de as plantas estarem com pouco mais de dois anos, algumas conseqüências do cultivo de coqueiros sobre atributos químicos do solo podem ser identificadas nas Tabelas 3 e 4. Comparando-se as amostras retiradas na projeção da copa (área de aplicação dos adubos) com as obtidas nas entrelinhas, observam-se valores de pH, saturação por bases, Ca e Mg menores para as primeiras. Os principais efei-

tos estão relacionados com a acidificação causada, especialmente, pela aplicação de fertilizantes nitrogenados. Estes resultados são compatíveis com os descritos para outros cultivos como bananeira (Saes, 1995; Teixeira et al., 2001), seringueira (Bataglia & Santos, 1999) e citros (Sanches et al., 1999).

As estimativas dos teores foliares dos nutrientes foram mais precisas para as amostras de folha 4 (menores erros padrões das médias e coeficientes de variação) do que para as de folha 9 (Tabela 5). A maior precisão, somada à amplitude maior de variação dos teores na folha 4, possibilitou discriminar melhor os sete genótipos quanto ao seu estado nutricional, especialmente para P, Ca, B e Zn.

**Nitrogênio.** Em média, os teores de N na folha 4 foram inferiores ao nível crítico (22 g kg<sup>-1</sup>) sugerido por Rognon (1984), não sendo observadas diferenças significativas entre os genótipos (Tabela 5). A dose de 360 g/planta/ano de N (Tabela 2) fracionada em seis aplicações durante o ano que antecedeu a amostragem foliar não foi suficiente para atender às necessidades dos diversos genótipos. Para quase todos materiais, o teor de N foi maior na folha 4, indicando que houve mobilização de N das folhas mais velhas (Tabela 6). Broschat (1997) observou que, a partir da quarta folha de coqueiro, a concentração de N diminuiu proporcionalmente à idade das folhas, atribuindo esta variação à mobilidade do elemento na planta.

**Potássio.** Comparando-se os teores de K foliar dos sete genótipos com os níveis críticos (NC) apresentados por Rognon (1984), observa-se que, com exceção do GBrPF, para o qual o NC de K é 17,5 g kg<sup>-1</sup>, os demais apresentaram concentrações de K foliar inferiores ao NC definido para híbridos (20 g kg<sup>-1</sup>) (Tabela 5). A intensa mobilização de potássio das folhas velhas para as novas, em todos os materiais estudados (Tabela 6), e os teores médios detectados na quarta folha são indícios de deficiência nutricional; entretanto, as plantas não apresentaram sintomas de deficiência de K. No ano que antecedeu a amostragem foliar, foram aplicadas 360 g/planta de K<sub>2</sub>O (Tabela 2) o que, aparentemente, não foi suficiente. Com a emissão dos cachos, caso não seja aumentada a adubação com K, é possível que as folhas mais velhas de certos genótipos manifestem sua falta. A movimentação de K das folhas velhas para as mais novas é comum em várias espécies vegetais, sendo, geralmente, segundo Broschat (1997), da mesma ordem de grandeza da mobilização de N e menor do que a de P. Ollivier (1993) observou que os sintomas visuais de falta de K manifestam-se com teores foliares abaixo de 5 g kg<sup>-1</sup>, quando as plantas já estão em processo severo de deficiência nutricional. As amostras de solo coletadas na área mais próxima das plantas apresentaram teores de K trocável entre baixo e médio (Tabela 3), segundo os limites de interpretação sugeridos por Raij et al. (1996). Mesmo com a aplicação de fertilizantes potássicos, o teor de K trocável na área de projeção da copa não diferiu daquele de amostras das entrelinhas, sugerindo que a extração deste nutriente pelos coqueiros é elevada. Outras culturas exigentes em K, como bananeira, causam significativa redução no teor de K trocável do solo, como descrito por Teixeira et al. (2001).

**Fósforo.** Observa-se na Tabela 5 que os sete genótipos apresentaram teores foliares de P adequados (> 1,4 g kg<sup>-1</sup>), com pequenas variações entre eles. A aplicação de 180 g/planta de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante o ano anterior à amostragem (Tabela 2) foi suficiente para atender às necessidades dos coqueiros. As diferenças entre as amostras das folhas 4 e 9 (Tabela 6) estão de acordo com as observações de Broschat (1997), revelando possível mobilização deste nutriente das folhas velhas para novas. A concentração de P disponível no solo, na projeção da copa (Tabela 3), classifica-se como média para a camada de 0 a 20 cm, e baixa, para 20 a 40 cm (Raij et al., 1996). Estes valores parecem ser suficientes para suprir as necessidades da cultura, considerada por Khan (1985) como pouco exigente em fósforo.

**Cálcio.** Os teores de Ca na folha 4 (Tabela 5) indicaram que todos os genótipos estavam suficientemente nutridos com este elemento, pois foram superiores ao nível crítico de 3,4 g kg<sup>-1</sup>, apresentado por Sobral (1998). A maior concentração de Ca nas folhas mais velhas (Tabela 6) foi decorrente de sua baixa mobilidade na planta, o que concorda

**TABELA 3** - Análise química do solo da área experimental. Valores médios de matéria orgânica, pH em CaCl<sub>2</sub>, P, K<sup>+</sup>, H+Al, soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (T) e saturação por bases (V) de amostras coletadas em duas posições e duas profundidades. Bebedouro (SP), maio/2002.

Camada	Posição	MO	pH <sup>(3)</sup>	P <sup>(4)</sup>	K <sup>+</sup>	H+Al	SB	T	V
----- cm -----		g dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>		mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			--- % ---
0 – 20	PC <sup>(1)</sup>	17 a <sup>(2)</sup>	5,0 a	19 a	1,7 a	30 a	29,5 a	60,0 a	49 a
0 – 20	EL	16 b	5,5 b	11 b	1,9 a	23 b	52,5 b	75,4 b	69 b
20 – 40	PC	12 A	4,4 A	8 A	0,8 A	42 A	10,7 A	52,4 A	20 A
20 – 40	EL	13 A	4,9 B	6 A	1,2 B	32 B	24,9 B	57,2 A	43 B

<sup>(1)</sup> PC=projeção da copa (área de aplicação de fertilizantes); EL=entrelinha. <sup>(2)</sup> Médias de uma mesma profundidade de amostragem seguidas por letras iguais não diferem entre si (teste F, p>0,05). <sup>(3)</sup> pH em CaCl<sub>2</sub> (0,01M). <sup>(4)</sup> Extração com resina trocadora de íons.

**TABELA 4** - Análise química do solo da área experimental. Valores médios de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, B, Cu, Fe, Mn e Zn de amostras coletadas em duas posições e duas profundidades. Bebedouro (SP), maio/2002.

Camada	Posição	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cm		---- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----			mg dm <sup>-3</sup>			
0 – 20	PC <sup>(1)</sup>	22 a <sup>(2)</sup>	6 a	0,38 a	0,8 a	45 a	4,0 a	0,7 a
0 – 20	EL	31 b	19 b	0,15 b	0,7 a	33 b	2,9 b	0,7 a
20 – 40	PC	8 A	2 A	0,39 A	0,7 A	40 A	1,7 A	0,5 A
20 – 40	EL	14 B	9 B	0,16 B	0,6 A	32 B	1,9 A	0,4 A

<sup>(1)</sup> PC=projeção da copa (área de aplicação de fertilizantes); EL=entrelinha. <sup>(2)</sup> Médias de uma mesma profundidade de amostragem seguidas por letras iguais não diferem entre si (teste F, p>0,05).

**TABELA 5** - Teores de nutrientes nas folhas quatro e nove amostradas em sete genótipos de coqueiro aos 28 meses após plantio. Bebedouro (SP), abril/2002.

Genótipo	N	K	P	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g/kg					mg/kg				
Folha 4										
AAG	20,2a <sup>(1)</sup>	17,3ab	1,7 a	3,9ab	2,4a	38,9ab	4,1a	134a	115a	11,9a
AAM	19,6a	15,4bc	1,6abc	3,6ab	1,9a	40,1ab	4,1a	117a	142a	10,5ab
AVG	20,0a	13,0c	1,5abc	3,7ab	2,3a	46,1a	3,2a	135a	123a	9,1ab
AVJ	18,4a	12,6c	1,5bc	3,5b	2,1a	39,5ab	2,8a	157a	129a	7,9b
AAGxGOA	18,7a	14,6bc	1,5abc	3,9ab	2,3a	38,0ab	4,1a	131a	130a	11,1ab
AVGxGBrPF	19,6a	14,5bc	1,4c	4,1ab	2,1a	35,1ab	3,7a	165a	148a	10,4ab
GBrPF	18,8a	19,2a	1,6ab	4,8a	2,1a	32,2b	3,8a	154a	104a	11,9a
Média	19,3	15,2	1,5	3,9	2,2	38,6	3,7	142	127	10,4
EPMédia <sup>(2)</sup>	0,64	0,76	0,05	0,25	0,13	2,91	0,33	13,5	17,4	0,78
DMS <sup>(3)</sup>	2,99	3,54	0,22	1,18	4,67	13,61	1,56	63,1	81,4	3,65
CV (%) <sup>(4)</sup>	6,6	10,0	6,0	12,9	12,5	15,1	18,0	19,0	27,4	15,0
Folha 9										
AAG	17,5ab	9,4ab	1,4a	5,7a	1,9a	45,9a	1,9a	148a	125a	6,6a
AAM	17,5ab	12,3a	1,4a	5,4a	1,6a	45,5a	2,0a	175a	184a	6,9a
AVG	19,5a	7,2b	1,4a	4,6a	1,7a	43,9a	2,3a	313a	144a	7,0a
AVJ	15,8b	8,8ab	1,3a	4,3a	1,7a	47,9a	1,5a	209a	146a	5,6a
AAGxGOA	17,3ab	7,2b	1,3a	5,5a	2,0a	45,0a	2,2a	213a	190a	8,1a
AVGxGBrPF	18,0ab	6,9b	1,3a	5,3a	1,7a	44,6a	1,8a	241a	211a	6,5a
GBrPF	16,3ab	7,8b	1,4a	8,3b	1,8a	47,2a	1,9a	231a	183a	7,6a
Média	16,3	7,8	1,4	8,3	1,8	47,2	1,9	231	183	7,6
EPMédia	0,77	0,86	0,05	0,37	0,11	4,11	0,37	66,6	26,0	0,75
DMS	3,62	3,84	0,23	1,71	0,53	19,19	1,52	311,4	121,5	3,50
CV (%)	8,9	17,2	7,5	13,1	12,7	18,0	32,3	61,0	30,8	21,7

<sup>(1)</sup> Valores seguidos por letras iguais, de uma mesma folha e coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p>0,05). <sup>(2)</sup> EPMédia = erro padrão da média. <sup>(3)</sup> Diferença mínima significativa estimada pelo teste de Tukey (α=0,05). <sup>(4)</sup> Coeficiente de variação.

com as observações de Sobral (1998). Segundo Broschat (1997), tanto em coqueiros como em tamareiras, a concentração de Ca foliar decresce com a idade das folhas. A situação nutricional das plantas foi coerente com a disponibilidade de Ca no solo sob a projeção da copa (Tabela 4). Os teores de Ca trocável no solo classificam-se como altos (Raij et al., 1996).

**Magnésio.** Os teores foliares de Mg (Tabela 4) variaram em torno dos níveis críticos descritos por Sobral (1998), que são de 2,2 e 2,4 g kg<sup>-1</sup> para gigantes e híbridos, respectivamente. Broschat (1997) afirmou que a relação entre concentração foliar de Mg e idade da folha é

variável entre espécies de palmeiras e entre variedades de coqueiro. De acordo com a Tabela 6, apenas o 'GBrPF' não apresentou movimentação significativa de Mg para as folhas mais novas, indicando que, provavelmente, ele estava suficientemente nutrido com Mg. No solo, sob a projeção da copa, os teores Mg (Tabela 4) foram classificados, segundo Raij et al. (1996), como médios. A acidificação decorrente da adubação e a perda de cátions, reveladas pelas diferenças entre amostras coletadas na projeção da copa e nas entrelinhas, exigem monitoração periódica da fertilidade do solo e estado nutricional da cultura.

**Micronutrientes.** As classes de interpretação de teores de

