

NUTRIÇÃO MINERAL (E ADUBAÇÃO) DO CAFEIEIRO – LAVOURAS TRADICIONAIS, ADENSADAS, IRRIGADAS, ARBORIZADAS E ORGÂNICAS ¹

E. Malavolta², O. Fontão de Lima Filho³

1. INTRODUÇÃO

A produtividade dos cafezais brasileiros tem aumentado no último quarto de século, embora lentamente, chegando hoje a pouco mais de 10 sacas café beneficiado por hectare (600 kg/ha).

Ha, entretanto, muita diferença entre um Estado e outro e dentro do mesmo Estado, como é o caso das quatro regiões cafeeiras de Minas Gerais de onde a faixa de variação começa em pouco mais de 10 e vai quase até 20 por sacas hectare.

De um modo mais geral as variações encontradas são devidas à existência de produtores tecnificados que sustentam médias móveis de 4 anos de 40 sacas ou mais e, mais recentemente, à prática da irrigação em que o nível sobe para 60 sacas.

Várias causas em conjunto ou isoladas explicam as baixas produtividades:

- (1) baixas densidades de plantio;
- (2) falta de práticas culturais adequadas e oportunas;
- (3) incidência de pragas e moléstias;
- (4) incertezas do clima (seca, geada);

¹ N° LXIV da série "Estudos sobre a nutrição mineral do cafeeiro" iniciada em 1956.

² Pesquisador permissionário, bolsista do CNPq, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, C.P. 96, CEP:13.400-970, Piracicaba-SP, Fone: (019) 429-4695 Fax:(019) 429-4610, E-mail: mala@cena.usp.br

³ Eng. Agr., M.C., D. Sc., Pós doutorando

- (5) falta de correção da acidez ou calagem mal feita;
- (6) adubação inadequada em um ou mais aspectos (doses, proporções entre os elementos, localização, época de aplicação).

Estes aspectos negativos são discutidos por MALAVOLTA (1993, 2000 - a).

É justo assinalar, de outro lado, um aspecto altamente positivo que começou a ocorrer nos últimos 10 anos aproximadamente - a preocupação crescente com a qualidade do café a qual, entretanto, ainda não está sendo acompanhada de um esforço comensurável de “marketing” interno e, principalmente externo, em parte porque o País continua amarrado a convênios e acordos que quase sempre beneficiam os competidores mais que ao Brasil. As lições de história mais recente do café, do início do século XX, já passado não foram assimiladas. Cuidados maiores na colheita e no beneficiamento têm contribuído para a melhoria da qualidade do café brasileiro o que já está preocupando concorrentes tradicionais. É oportuno mencionar que, no caso do café, diferentemente do que acontece com outras culturas exemplificadas pelos cítrus, quantidade e qualidade não são incompatíveis.

A equação geral da adubação é conhecida:

$$M \text{ (adubo)} = [M \text{ (exigência)} - M \text{ (fornecimento)}] \times f$$

onde:

M = macronutriente = nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e

micronutriente = boro (B), cloro (Cl), cobalto (Co), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni), selênio (Se), zinco (Zn).

Exigência = quantidade líquida de M absorvida pelo pé-de-café para crescer, renovar-se e produzir, isto é, vegetação + produção;

Fornecimento = quantidades de M que o solo é capaz de suprir durante cada dia do ano, totalizadas no ano agrícola e variáveis com a fenologia;

f = fator maior que 1 para compensar perdas por:

volatilização - N, S, Se

lixiviação - K, S, Se, B, Cl

fixação - P, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn

erosão - quaisquer

A Tabela 1.1. mostra a evolução da área plantada e do consumo de adubo pelo cafeeiro no Brasil no período 95 - 99. O consumo total é dado em toneladas de produtos ou formulações. O consumo unitário foi calculado admitindo-se que a formulação usada correspondesse a 20-5-20. Como se vê houve aumento no consumo entre 95 e 98 e pequena diminuição em 99. Por sua vez a Tabela 1.2. mostra a variação na área colhida, no consumo de adubo e na produção. Vê-se que entre 94 e 99 a área aumentou em 10%, a produção em 75% e o consumo de adubos em 85%. Em outras palavras: o crescimento de produção foi devido mais ao consumo de adubos do que ao crescimento da área, isto é, a ganho de produtividade. Certamente outros fatores se associaram harmoniosamente ao adubo para que tal resultado fosse obtido.

Tabela 1.1- Consumo de fertilizantes pelo café⁽¹⁾.

ANO	Área Plantada (mil ha)	Consumo (mil ton.)	Kg/ha ⁽²⁾		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1995	2008	619	138	34	138
1996	1993	827	186	46	186
1997	2055	950	207	51	207
1998	2086	1115	240	60	240
1999	2217	1147	232	58	232

(1) ANDA (2000)

(2) CALCULADO

Tabela 1.2- Consumo de adubos, área e produção⁽¹⁾.

ANO	ÁREA (mil ha)	CONSUMO DE ADUBOS (mil ton.)	PRODUÇÃO (kg/ha)
1994/95	2008	619	1858
95/6	1993	827	2686
96/7	2055	950	2341
97/8	2086	1115	3450
98/99	2217	1147	3260
VARIAÇÃO			
% 94/99	+ 10	+ 85	+ 75

(1) ANDA (2000)

Um resumo de diversos critérios usados para calcular as doses de adubo para o cafeeiro em produção está na Tabela 1.3. a qual mostra vários denominadores comuns.

Tabela 1.3- Critérios para adubação do cafeeiro em produção.

REGIÃO	CRITÉRIO	REFERÊNCIA
BRASIL		
Minas Gerais	ANÁLISE SOLO – P, K, S, MICROS ANÁLISE FOLHA N → AJUSTES PRODUTIVIDADE	GUIMARÃES et al. (1999)
São Paulo	IDEM	RAIJ ET et al. (1996)
Espírito Santo	ANÁLISE SOLO – P, K, B, Zn N – EXPERIMENTOS PRODUTIVIDADE	COSTA (1995) (1)
MODULAR	ANÁLISE SOLO – N, P, K, Mg, S, MICROS ANÁLISE FOLHAS → AJUSTES PRODUTIVIDADE DENSIDADE	MALAVOLTA (2000-a)
COLÔMBIA	ANÁLISE SOLO → P, K, Ca, Mg + NECESSIDADE E EFICIÊNCIA UTILIZAÇÃO ANÁLISE FOLHAS → AJUSTES PRODUTIVIDADE	ARISTIZBAL (1998)

(1) C. Canephora (CONILON)

2. LAVOURAS TRADICIONAIS E ADENSADAS

Lavouras tradicionais são aqui convencionalmente consideradas aquelas que tem até 5000 ortotrópicos por hectare levando em conta que C. arabica é mantido com apenas um por cova e Coffea canephora (conilon, geralmente), por ser multicaule, é conduzido com 3 a 5 em função do espaçamento.

Qualquer que seja a densidade de plantio, as exigências minerais para a produção de uma saca de café beneficiado são as mesmas e se encontram na Tabela 2.1. Os dados são médias das necessidades de Catuaí e Mundo Novo com a idade de 6,5 para 7,5 anos produzindo 50 sacas beneficiadas.

As exigências são satisfeitas, em proporções variáveis, pelo solo, pelo adubo, por mobilização das reservas, por reciclagem dos minerais contidos no material podado, nas folhas, flores e outros órgãos que caem no

solo, pelo mobilizado através do mato e pela chuva (N, S, Cl, Se).

A contribuição é diretamente proporcional à fertilidade: TISDALE et. al. (1993) estimam-na entre 80% do total necessário ou exigido no caso de solos de alta fertilidade e 20% num solo de fertilidade muito baixa. No primeiro caso a adição dos 20% restantes como adubo se destina apenas a manter o nível de fertilidade ou como adubação de arranque em se tratando de culturas temporárias.

Tabela 2.1 - Exigências minerais para a produção de uma saca de café beneficiado⁽¹⁾.

ELEMENTOS	QUANTIDADE
	QUILOS (kg)
N	1,250
P	0,065
K	1,525
Ca	0,825
Mg	0,190
S	0,225
	GRAMAS (g)
B	2,50
Cu	1,25
Fé	40,00
Mn	1,25
Zn	7,50

(1) RECALCULADO DOS DADOS DE CORREA ET AL. (1986)

O material podado, como demonstraram GARCIA et al. (1986), pode contribuir com centenas de kg de nutrientes por ha, dependendo da quantidade de biomassa cortada.

Em um trabalho recente, MALAVOLTA. et. al. (2000), analisando ramos de Catuai e Mundo Novo em plena floração (abertura das flores) encontraram os dados que aparecem nas tabelas 2.2. e 2.3. as quais mostram a contribuição das flores, particularmente notável no caso do Mg.

Como se vê na Figura 2.1. devida a LIMA FILHO, & MALAVOLTA (2000) os órgãos de residência de N e de K (raízes, caule, ramos, folhas) dão contribuição importante para a composição dos frutos e, portanto, para as necessidades para a produção: a mobilização das reservas é tanto maior, em termos percentuais da exigência, quanto maior for a deficiência da planta avaliada através do teor foliar dos elementos.

As exigências para a produção de uma saca de café beneficiado

independem do espaçamento. Entretanto, as quantidades de adubo necessárias para satisfazer as exigências, diminuem, dentro dos limites, com o aumento na densidade de plantio. É que, aumentando a área das raízes, aumenta a eficiência ou o aproveitamento dos adubos porque diminuem as perdas por lixiviação fixação e erosão. Em outras palavras f tende para 1,0.

Tabela 2.2- Quantidades de macro e micronutrientes em um hectare de ramos produtivos⁽¹⁾.

ELEMENTO	LENHO		FOLHAS		FLORES		TOTAL	
	CATUAÍ	M. NOVO	CATUAÍ	M. NOVO	CATUAÍ	M. NOVO	CATUAÍ	M. NOVO
	kg/ha							
N	80	86	246	247	79	55	404	388
P	9	5	10	12	8	5	26	22
K	86	95	209	244	77	66	373	404
Ca	73	84	140	171	76	49	290	275
Mg	15	15	26	22	42	28	84	66
S	7	8	16	20	06	4	30	32
	g/ha							
B	166	172	547	351	96	76	808	599
Cu	136	282	96	118	62	59	294	459
Fé	1378	1588	4120	4849	1737	842	7234	7279
Mn	874	515	3289	1891	478	207	4641	2914
Mo	0,25	0,22	0,41	0,36	0,20	0,09	0,86	0,66
Zn	49	85	92	107	31	31	172	223

(1) MALAVOLTA ET AL. (2000-b)

Tabela 2.3- Participação das flores nas quantidades totais.

% TOTAL	CATUAÍ	M. NOVO
N	20	14
P	30	22
K	20	16
Ca	26	18
Mg	50	42
S	20	12
B	12	12
Cu	21	13
Fe	24	11
Mn	10	7
Mo	23	13
Zn	18	14

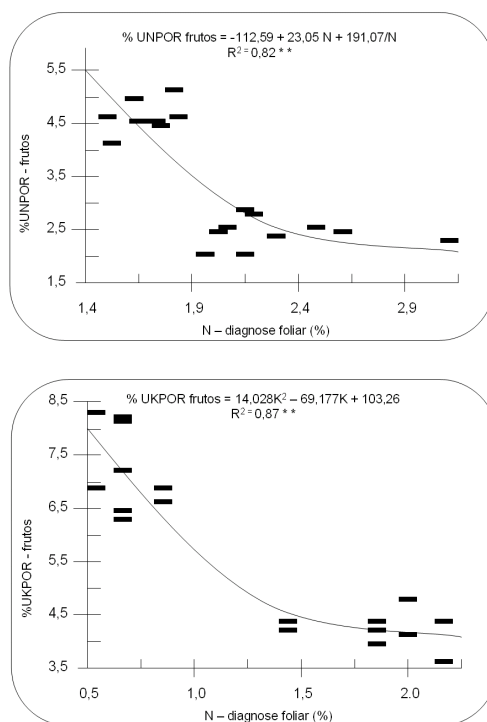


Figura 2.1- Utilização do N proveniente dos órgãos de reservas (UNIPOR%) pelos frutos, em função do teor foliar de N; Idem do K (UKPOR%) (LIMA FILHO & MALAVOLTA, 2000).

As tabelas 2.4. e 2.5., mostram as indicações fornecidas por MATIELLO (1995) para cafezais tradicionais e semiadensados e para cafezais adensados: no caso destes a produção de 70 sacas/ha, Tabela 2.5. que é o dobro da máxima prevista na Tabela 2.4., exige pouco mais de adubo que o recomendado para os cafezais tradicionais ou semiadensados.

Tabela 2.4- Indicação de adubação npk para cafezais tradicionais ou semi adensados (2500-5000 plantas/hectares)⁽¹⁾.

PRODUTIVIDADE (sacos/ha)	P (mg/dm ³) ⁽²⁾				K (mg/dm ³) ⁽³⁾		
	N	? 5	6-10	> 10	< 60	60-120	120-180
	Kg/ha						
	N	-----	P ₂ O ₅	-----	-----	K ₂ O	-----
20	160	40	20	0	160	120	80
25	200	50	25	0	200	150	100
30	246	60	30	0	240	180	120
35	280	70	35	0	250	210	140

(1) MATIELLO (1995)

(2) EXTRATOR: MEHLICH 1 PARA SOLOS TEXTURA MÉDIA E ARGILOSA

(3) TEORES MAIORES QUE 180 mg/dm³ - DISPENSADA ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Tabela 2.5- Indicação de adubação NPK para cafezais adensados (+5000 a 10000 plantas/ha) produtividade esperada 40-70 sacas/ha⁽¹⁾.

N	P (mg/dm ³) ⁽²⁾				K (mg/dm ³)		
	? 5	6-10	> 10	< 60	60-120	120-180	>180
kg/ha	-----	kg P ₂ O ₅ /ha	-----	-----	kg K ₂ O/ha -----		
300-500	80	40	0	250-400	190-300	150-200	0

(1) MATIELLO (1995); (2) MEHLICH 1 PARA SOLOS ARGILOSOS

A Figura 2.2., preparada com dados de SANTINATO et al (1984) mostra como a densidade de plantio aumenta a eficiência do adubo aplicado: 700 kg de formulação fornecidos a 2500 covas/ha garantem 20 sacas/ha. Produziram cerca de 25 com 5000 covas e pouco mais de 30 com 10000 covas.

A Figura 2.3., feita com dados reunidos por MATIELLO (1996) mostra a relação da produtividade dos cafezais das quatro regiões produtoras de MG com a densidade de plantio e com as doses de formulação aplicadas: vê-se que o número de covas/ha tem maior influência do que as quantidades de adubos NPK.

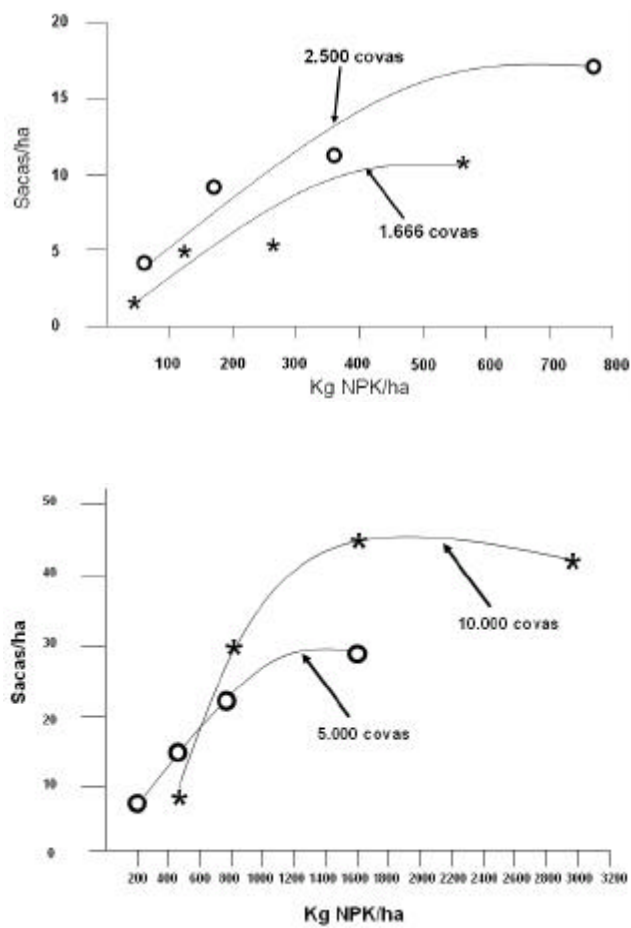


Figura. 2.2- Resposta à adubação em função da densidade de plantio.

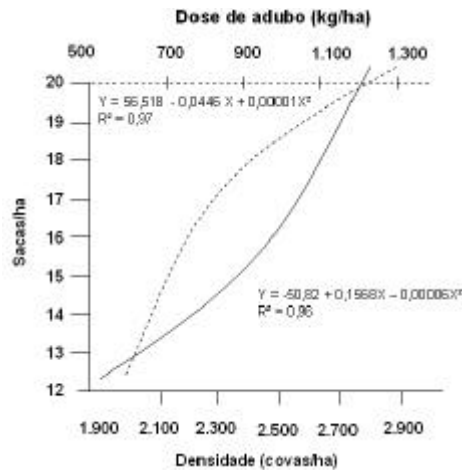


Figura 2.3- Relação entre densidade de plantio, dose de adubo e produtividade nas quatro regiões cafeeiras de minas gerais.

O Sistema de Adubação Modular do Café, SAMcaf, foi desenvolvido inicialmente há uns 20 anos ou mais em colaboração com o Eng. Agr. José Peres Romero, cafeicultor em Ouro Fino, MG. A evolução do conceito foi relatada por MALAVOLTA (2000 - b), tendo sido feitos ajustes nas doses para levar em conta a maior eficiência do adubo nos plantios adensados. Recorde-se que no SAMcaf as doses são fixadas em função da colheita e da análise do solo e reajustadas dependendo da análise das folhas. Um módulo é definido como a quantidade de macro e micronutrientes necessárias para a produção de 10 sacas de café beneficiado mais a vegetação correspondente. A Figura 2.4. mostra como é aplicado na prática o conceito do SAMcaf.

Figura 2.4. mostra como é aplicado na prática o conceito do SAMcaf. A Tabela 2.6. dá as doses modulares máximas de macro e micronutrientes em função da densidade de plantio. Dose máxima significa a quantidade aplicada quando o solo é mais pobre. A Tabela 2.7. dá os módulos para densidades entre 5000 e 10000 plantas por hectare: estão previstos 4 parcelamentos o que se destina a produções maiores do que 60 sacas/ha.

Para produções iguais ou menores são feitos 3 parcelamentos conforme está na Figura 2.4.

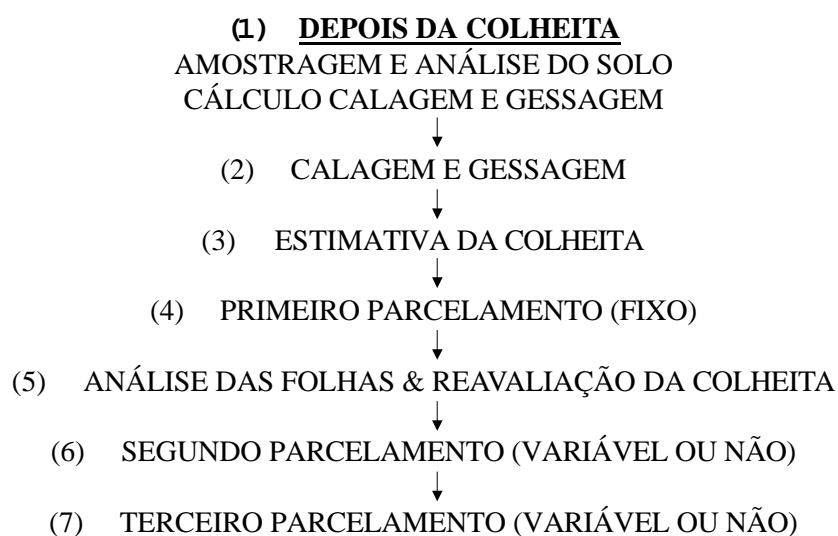


Figura 2.4- Alternativa mais freqüente para a dubação modular.

Tabela 2.6- Doses Modulares Máximas em Função da Densidade de Plantio*.

ELEMENTO	≤ 5000	5000 A 10000		≥ 10000
		Kg/10 SACAS BENEFICIADAS		
N	100	80	70	
P ₂ O ₅	20	15	12	
K ₂ O	100	80	70	
Mg	20	15	12	
S	20	15	12	
B	1	0,8	0,7	
Cu	2	1,5	1	
Fe	5	4	3	
Mn	5	4	3	
Mo	0,10	0,08	0,07	
Zn	2	1,5	1	

* MÍNIMO – 2 MÓDULOS. ATÉ 60 SACAS = 4 MÓDULOS. MAIS DE 60 SACAS = 6 MÓDULOS

Tabela 2.7- Módulo para N, P, K, Mg, S. Densidade de: 5000–10000 covas/ha.

CARACTERÍSTICA	AGO/SET	OUT/NOV	DEZ/JAN	MAR/ABR
	Fixa		Variável	
	Kg N/ha			
MAT. ORGÂNICA (g/dm ³)				
< 15	20	20	20	20
15 – 40	20	20	20	20
> 40	20	20	0	0
	kg P ₂ O ₅ /ha			
P mg/dm ³ (1)				
< 10	7,5	0	7,5	0
10 – 20	5	0	5	0
> 20	0	0	0	0
	kg K ₂ O/ha			
K % CTC (2)				
< 3	20	20	20	20
3 – 5	20	20	20	0
> 5	20	20	0	0
	kg Mg/ha			
Mg % CTC (3)				
< 6	7,5	0	7,5	0
6 – 12	5	0	5	0
> 12	0	0	0	0
	Kg S/ha			
S - SO ₄ mg/dm ³				
< 5	7,5	0	7,5	0
5 – 10	5	0	5	0
> 10	0	0	0	0

(1) P – RESINA. P – MEHLICH 1: <10, 10 – 15, > 15

(2) K % CTC > 5% OU ³ 3 MMOLC c/dm³

(3) Mg % CTC > 12 OU ³ 12 MMOL c/dm³

3. LAVOURAS IRRIGADAS

TISDALE et al. (1993, p. 14-15) apresentam uma lista de meia centena de fatores que afetam a produção, assim vistos em conjunto:

clima - chuva (quantidade e distribuição); luz (quantidade, intensidade, duração); concentração de CO₂ na atmosfera; temperatura (mínima, máxima, média).

solo - fertilidade física, química, biológica, manejo.

planta - espécie, variedade, densidade de plantio, condução, nutrição, eficiência de colheita.

A necessidade de irrigação nas regiões cafeeiras do Brasil foi levantada em função da quantidade e distribuição das chuvas como se segue:

(1) PR, SP, Sul de MG, Zona da Mata, MG, ES, parte do cerrado de MG:+

- de 1200 mm, boa distribuição, seca acentuada esporádica (1 em 30 anos); irrigação desnecessária;
- (2) regiões novas Triângulo Mineiro, GO, DF, Nordeste: até mais de 1200 mm, com má distribuição, incidência de veranicos: irrigação complementar;
- (3) Nordeste: Barreiras (BA) - necessária todos os períodos
Chapada Diamantina - necessária para floração e frutificação
Vitória da Conquista - granação (complemento)
PE e CE - ver Chapada Diamantina

As relações entre água, nutrição e adubação são fáceis de entender:

- (1) água é o maior componente da planta, entre 90 e 95%;
- (2) é o veículo dos nutrientes;
- (3) seca, água limitante - adubação dá pouco ou nenhum efeito;
- (4) quando se irriga, doses maiores de adubo podem aumentar a colheita.

Dependendo do sistema de irrigação ha duas opções para a adubação:

- (1) adubação separada de irrigação; (2) adubação na água de irrigação (fertirrigação) no todo (todos os elementos) ou em parte (alguns elementos). No último caso pode-se aumentar o número de parcelamentos e com isso aumentar também a eficiência da adubação como mostra a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Adubação, irrigação e fertirrigação com NK em jaboticatubas, mg⁽¹⁾.

Tratamentos	Sacac/ha			Relativo (%)
	Primeira 1988	Segunda 1989	Média	
Sem irrigação + 4 coberturas (out. a mar.)	25,7	8,0	21,8	100
Gotejo+ 4 Coberturas (out. a mar.)	65,2	28,6	46,9	115
Fertirrigação (set. a abr.)	72,5	32,3	52,4	140

(1) SANTINATO ET AL., (1996)

CATUAÍ, 3,5 x 8,8 (1,75), 5375 PLANTAS/HECTARE

SOLO LVA CERRADO, DÉFICIT HÍDRICO > 170 mm

SANTINATO et al. (1996) apresentam a seguinte opção para estabelecer as doses de NPK a serem usadas na fertirrigação, levando em conta a produção esperada, fazendo ajustes em função da análise do solo e reajustes pela análise de folhas:

$$\begin{aligned} \text{NN} &= 70 + 1,15 \times \text{PE} \\ \text{NP} &= 6 + 0,5 \times \text{PE} \\ \text{NK} &= 50 + 2,5 \times \text{PE} \text{ onde} \end{aligned}$$

NN, NP e NK = níveis de N, P_2O_5 e K_2O ; PE = produção esperada em sacas/ha;

70 = gramas de N para vegetação, para- 1 metro linear;

6 = idem para P_2O_5 ;

50 = idem para K_2O ;

1,5, 0,5 e 2,5 = fator de produção para N, P_2O_5 e K_2O respectivamente.

Exemplo: produção esperada = 30 sacas/ha;
espaçamento entre ruas = 4 metros (2500 plantas/ha);
dose de N = $70 + 1,5 \times 30 = 115 \text{ g/m} = 289 \text{ kg/ha}$;
 $\text{P}_2\text{O}_5 = 6 + 0,5 \times 30 = 21,5 \text{ g/m} = 53$
 $\text{K}_2\text{O} = 50 + 2,0 \times 30 = 110 \text{ g/m} = 275$

Tais doses vão ser ajustadas em função da fertilidade do solo (PK), durante o ano agrícola, em função da análise de folhas (NPK) e ainda em função da população: 30 - 40% menos para 5000 covas/ha, menos 50 - 60% para 10000. O esquema de parcelamento está na Figura 3.1.

4. LAVOURAS ARBORIZADAS (E SOMBREADAS)

A arborização corresponde a um sombreamento ralo em que menos de 25% da área é coberta pela copa das árvores de sombra que se destinam principalmente a amenizar a temperatura. (MATIELLO, 1995). Ao que parece não foram conduzidos ensaios de adubação em café arborizado em comparação com não arborizadas nas mesmas condições locais. Por este motivo sugere-se que se faça a mesma adubação do cafeeiro não sombreado. Deve-se acompanhar com análise do solo e da folha para introduzir correções ou ajustes eventuais.

VEGETAÇÃO		VEGETAÇÃO											
		CRESCIMENTO											
PRODUÇÃO		COLHEITA	FLORAÇÃO			FRUTO			MATURAÇÃO			CO	
ESTACÃO DO ANO		VERNO	PRIMAVERA			VERÃO			OUTONO			IN	
REGIÃO	NUTRIENTE	% DO NUTRIENTE											
		JL	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JN
TRADICIONAL MAI/JUL - 19/20°C	N		5		20		30		40		5		
	K				25		35		40				
	P&S		100										
	MICRO				5			50					
QUENTE MAI/JL + 19/20°C	N		10		20		25		35		10		
	K				25		30		45				
	P&S		100										
	MICRO				50			50					

FREQÜÊNCIA: ASPERSÃO – 4-8
LOCALIZAÇÃO – QUINZENAIS

LOCALIZAÇÃO: ASPERSÃO – FAIXA SOBRE SAIA
LOCALIZADO – ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Figura 3.1- Esquema de Parcelamento (SANTINATO et al. 1996).

O sombreamento historicamente foi motivado pelo fato que o cafeeiro é originário de sub-bosques da Etiópia, África Oriental. Entretanto ele se adaptou ao sol pleno em quase todo o mundo, inclusive no Brasil, onde a cafeicultura foi iniciada sob a sombra. Com o tempo a sombra foi eliminada total ou quase.

Hoje, motivação ecológica ou financeira, ou ambas têm promovido a volta de sombra, seja a nativa preservada ou plantada. Nos dois casos aumenta a biodiversidade, nome do grande poder de atração nos dias que correm, animal e vegetal. Entre os animais estão os passarinhos. Tais cafezais “onde canta o sabiá» de Gonçalves Dias e, por extensão, o café que produzem, são chamados «*bird friendly*», amigo dos passarinhos. Ha no mercado norte-americano marca e selo desse café o qual alcança no varejo um prêmio de US\$1,00 – 2,00 por libra peso pago provavelmente pelos 60 milhões de sobrinhos do Tio Sam que observam passarinhos como lazer (detalhes sobre o assunto são encontrados em RICE & MCLEAN, 1999).

O café sombreado consome as mesmas quantidades de macro e micronutrientes para produzir uma saca beneficiada. A produção, entretanto, é menor porque a luz é fator limitante em quantidade, intensidade e duração.

Faltam, entretanto, ensaios de adubação comparando café sombreado com pleno sol e arborizado. Pode-se esperar, porém, um comportamento do cafeeiro sombreado semelhante ao do cacauzeiro no que tange a resposta à adubação, como mostra a Figura 4.1.: plantas sombreadas respondem pouco à adubação. Conseqüentemente nesses casos a adubação pode ser reduzida.

5. LAVOURAS ORGÂNICAS

Qualquer que seja a fonte, mineral ou orgânica, as raízes absorvem os macro e micronutrientes da solução do solo sempre da mesma forma, como se vê na Tabela 5.1. Se o elemento fizer parte de um adubo orgânico ou da matéria orgânica nativa do solo, é indispensável a mineralização prévia, cujo produto final é o mesmo que tem sua origem nos minerais do solo ou no adubo mineral aplicado.

Na apologia dos produtos orgânicos, que vão da alface ao açúcar-de-cana, ha dois mitos e uma verdade e esta deve predominar. Os dois mitos são: (1) a qualidade é melhor; a qualidade é um conjunto de propriedades físicas e químicas que aumentam o valor nutritivo ou comercial do produto; o aspecto do grão de café orgânico, isto é, obtido sem o uso de adubo mineral, não é melhor que o do produto obtido com a ajuda do último, podendo ser pior na cor e no tamanho, por exemplo; se lodo de esgoto ou composto preparado com lixo da cidade for empregado na adubação desse café orgânico, metais pesados tóxicos como cádmio (Cd), chumbo (Pb) e outros poderão se acumular no café ou côco e passar à bebida; os compostos orgânicos que dão aroma e sabor à bebida são sintetizados no pé-de-café e não tem sua origem nos adubos orgânicos eventualmente aplicados e tal síntese se dá as custas do carbono que vem do gás carbônico do ar e que é sequestrado pelo cafeeiro, do oxigênio do ar e da água, do hidrogênio da água, e dos minerais que o solo, o adubo mineral ou o adubo orgânico fornecem e que estão listados na Tabela 5.1; (2) o café orgânico não é contaminado pelo adubo mineral: a contribuição do adubo mineral para a nutrição do cafeeiro se faz através de elementos e formas que estão na Tabela 5.1. e que são as mesmas que o adubo orgânico fornece.

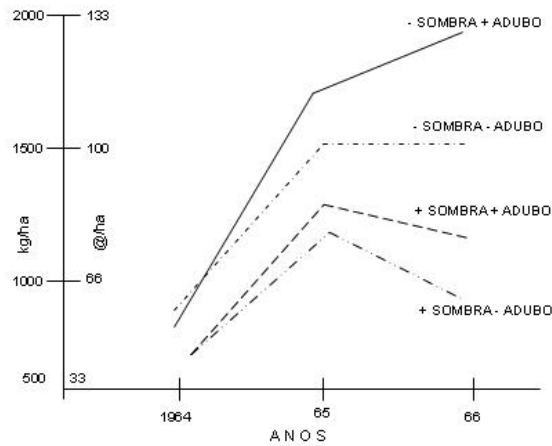


Figura 4.1- Efeitos da sombra e da adubação na colheita de cacau (CABALA-ROSAND et al., 1970).

Tabela 5.1- Formas de absorção dos elementos da solução do solo.

Elemento	Formas Absorvidas
<u>Nitrogênio (N)</u>	NH ₄ ⁺ (amoniacal), NO ₃ ⁻ (nítrica, a predominante) CO(NH ₂) ₂ (uréia), RCHNH ₂ COOH (aminoácidos) N ₂ (gás) – fixação simbiótica leguminosas
<u>Fósforo (P)</u>	H ₂ PO ₄ ⁻ (pH 4,0 – 8,0)
<u>Potássio (K)</u>	K ⁺
<u>Cálcio (Ca)</u>	Ca ⁺²
<u>Magnésio (Mg)</u>	Mg ⁺²
<u>Enxofre (S)</u>	SO ₄ ⁻² (sulfato, predominante), RCH ₂ SHCHNH ₂ COOH (aminoácido sulfurado, cisteína, cistina) S (enxofre elementar, defensivo foliar)
<u>Boro (B)</u>	H ₃ BO ₃ e borato (sem dissociação)
<u>Cobalto (Co)</u>	CO ⁺² , quelado se complexos orgânicos, metalóforos
<u>Cobre (Cu)</u>	Cu ⁺² , quelados e complexos orgânicos, metalóforos
<u>Ferro (Fe)</u>	Fe ⁺² (predominante), Fe ⁺³ , quelados complexos orgânicos, sideróforos
<u>Manganês (Mn)</u>	Mn ⁺² (predominante), quelados, complexos orgânicos, metalóforos
<u>Molibdênio (Mo)</u>	HMoO ₄ ⁻
<u>Níquel (Ni)</u>	Ni ⁺² , quelados, complexos orgânicos, metalóforos
<u>Selênio (Se)</u>	SeO ₄ ⁻² (selenato), SeO ₃ ⁻² (selenito)
<u>Zinco (Zn)</u>	Zn ⁺² (predominante), quelados, complexos orgânicos, metalóforos

Refutados os mitos, resta enunciar a verdade em torno do café - e demais pneus «orgânicos» - ha quem pague mais por eles o que é suficiente para justificar a produção desde que, colheitas menores. eventualmente, sejam compensadas pelo preço maior da saca de café.

A *International Federation of Organic Agriculture Movement (IFOAM)* dá a seguinte definição, transcrita do trabalho de RICE & MCLEAN (1999):

«A agricultura orgânica inclui todos os sistemas agrícolas que promovem a produção de alimentos e fibras de modo sadio dos pontos de vista ambiental, social e econômico».

«A agricultura orgânica reduz [o consumo de] insumos externos, evitando o uso de fertilizantes químico-sintéticos, pesticidas e produtos farmacêuticos. Em [seu] lugar permite que as poderosas leis da natureza aumentem as colheitas e a resistência a doenças».

A IFOAM estabeleceu padrões para certificar o café orgânico sem o que não pode ser, comercializado como tal e um preço maior na prateleira do supermercado:

1. os produtores [de café orgânico] devem fazer um planejamento agrícola, separando a produção não orgânica e reservando terra sem cultivar para habitat natural [de inimigos naturais de pragas e agentes causais de moléstias];
2. sementes ou animais modificados geneticamente [transgênicos] são proibidos; [aplica-se a proibição aos catimores e outros híbridos?];
3. a fertilidade do solo deve ser mantida por meios naturais como cobertura do solo, consórcio. com leguminosas [arborização?], compostos suplementos minerais, se necessários;
4. pragas e mato devem ser controlados através de medidas preventivas e mecânicas (armadilhas para insetos, capina manual) ou por substância naturais;
5. herbicidas, fungicidas e inseticidas sintéticos são proibidos;
6. alguns produtos químicos naturais (por ex., sais de cobre para tratar doenças fúngicas do café) são permitidos, porém restritos; as condições especiais de uso são determinadas pelo organismo certificador;
7. devem ser tomadas medidas para conservação do solo e da água em todos os estágios da produção;
8. os torradores devem garantir a separação do produto e outras

- medidas para evitar contaminação [sic] por material não orgânico;
9. a extração química (por ex., descafeinação) não é permitida;
 10. os torradores devem ter estratégias para minimizar empacotamento.

Os trechos entre colchetes não são da INFOAM.

A INFOAM, além das diretrizes do item 5.5, tem objetivos gerais:

1. considerar os impactos social e ambiental mais amplos do sistema
2. orgânico de produção e processamento;
3. encorajar os ciclos biológicos dentro do sistema agrícola envolvendo microorganismos, flora e fauna do solo, plantas e animais silvestres;
4. manter a [bio] diversidade genética do sistema de produção, e arredores, incluindo a proteção de *habitats* das plantas e animais silvestres;
5. o programa de certificação deve desenvolver padrões de paisagem e
6. biodiversidade.

Ha outros padrões para a produção (e certificação) de produtos orgânicos diversos, presumivelmente aplicáveis ao café:

1. União Européia - semelhantes aos da INFOAM, porém menos exigentes nos critérios de conservação do solo, água e da biodiversidade;
2. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e Organização Mundial de Saúde (WHO) - o Codex Alimentarius apresenta linhas gerais para a produção e para a etiquetagem dos alimentos orgânicos;
3. o United States Department of Agriculture (USDA) está [estava?] elaborando uma segunda proposta normativa.

No Brasil o Instituto Biodinâmico (IBD, 2000), organismo certificador para produtos orgânicos, apresenta as seguintes diretrizes e definições:

1. “Agricultura orgânica – práticas agrícolas de acordo com princípios biologicamente e ecologicamente corretos”
2. Adubação – é meio fundamental de fertilizar o solo através de adubos orgânicos; conforme a necessidade [avaliação da ?] permitido o emprego de complementos minerais, como rochas

moídas;

3. É autorizado o uso de minerais naturais (rochas moídas, terras, etc.), fosfatos de rocha, calcário, pó de basalto, etc. [gipsita ?], correções eventuais com micronutrientes possíveis desde que acompanhadas pelo IBD;
4. É considerado «ideal» que os minerais passem por ciclos vivos, sendo incorporados no processo de compostagem;
5. O uso de lixo e de lodo de esgoto, entretanto é vedado;
6. Se autorizado pelo IBD podem ser usados: calcário, fosfato de rocha pobre em metais pesados [limites ?], termofosfato [?], micronutrientes, guano. O sulfato duplo de potássio e magnésio e o sulfato de potássio são de uso restrito. [e o do cloreto de potássio ?]
7. No tratamento das plantas contra pragas e moléstias, são permitidos: agentes biológicos [inimigos - naturais], preparados de plantas, enxofre, pó de rocha, permanganato, calda bordalesa, própolis, cal hidratada, [calda sulfocálcica ?], Bacillus thuringiensis, feromônios naturais, machos esterilizados de insetos, extratos de insetos e de plantas, piretróides naturais, nicotina, álcool, emulsionantes.
8. São vedados: agrotóxicos [sic], uso de irradiação [? e os machos estéreis] e herbicidas.

São disponíveis alguns dados sobre café orgânico:

1. área ocupada - mais de 205000 ha, dos quais 85% na América Latina; o México («tão longe de Deus e tão perto dos Estados Unidos», Benito Juarez) tem 93000 ha certificados; comparação - a Costa Rica tem cerca de 11.0000 ha, total, cultivados com o cafeeiro;
2. propriedades certificadas - em 16 países, inclusive Brasil e Colômbia;
3. café orgânico representa 5% dos cafés especiais (specialty coffees), um negócio de 150 milhões de US\$;
4. alguns negociantes norte-americanos de café orgânico são Starbucks, Green Mountain, Peet's, Seattle's Best;
5. preço médio pago a mais pelo café orgânico pelo consumidor - US\$ 1,00 por libra peso;
6. participação do Brasil no mercado de cafés especiais (em geral) 5%; Colômbia - 32%, equivalente a 3,4 milhões de sacas em 1998.

Venda de produtos orgânicos nos EUA no ano de 1998 – 5,5 milhões de dólares, cerca de 30% mais que em 1997.

6. SUMMARY

Although as a abroad average, productivity of coffee in circa 2.2 million ha is still low, around 13 60 kg bags per ha, there are farms, small, intermediate and large (more than 1,000 ha) with 4 years mobile averages 3 - 4 times higher, even more under irrigation. Low density planting, lack of proper fertilization and liming, drought and frost are causes of low yields.

In recent years, more attention has been dedicated to coffee quality which is helping the coffee farmers to realize higher profit both in the internal and in the external market as well, forcing foreign producers to face an increased competition.

Several changes are taking place in the fertilization practice such as: reduction in rates according to the higher planting densities (up to 20,000 covas or holes per ha instead of the traditional 1,000), which is justified by increased efficiency of the fertilizer applied, as demonstrated at the experimental and regional scales.

In the period 1998/99 Brazilian production has increased by 85% a result largely due to the increase in fertilizer consumption.

Shade trees are being parsimoniously planted in coffee fields aiming primarily to ameliorate climate conditions, although this serves for cycling of nutrients and to harbor natural enemies of pests.

Another recent development is the increase in the arca under irrigation particularly in regions where drought periods are frequent. Fertigation is a practice which also is being adopted.

Accompanying a trend of other coffee growing regions, farmers, specially small scale ones, are adopting the practices related to the production of organic coffee due to the higher prices obtained locally and abroad.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDA 2000.** Anuário Estatístico Setor de Fertilizantes - 1999. ANDA. São Paulo. 156 p.
- CABALA - ROSAND, P., E. R. MIRANDA & E. P. PRADO.** 1970. Efeito da remoção de sombra e da aplicação de fertilizantes sobre a produção cacauceira na Bahia. *Cacao (San José)*. **15** (1): 1 - 10.
- CORREA, J. B., A. W. R. GARCIA & P. C. COSTA-** 1986. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuaí. *Trab. Apres. 13° Congr. Bras. Pesq. Cafeeiras (São Lourenço)*: 35 - 41.
- COSTA, E. B. (Coord.)**. 1995. Manual Técnico para a Cultura do Café no Estado do Espírito Santo. Gov. Est. Espírito Santo, Séc. do Est. da Agricultura. Vitória. 163 p.
- GARCIA, A.W.R., J.R., CORREA, S. GONÇALVES, G.B. FREIRE, J. SANTANA, J.P. ROMERO, M.L. MALAVOLTA, E. MALAVOLTA & J.G. CARVALHO.** 1986. Fitomassa e conteúdo de macro e micronutrientes no material podado do cafeeiro. *Trab. Apres. 13° Congr. Bras. Pesq. Cafeeiros São Lourenço*): 158-164
- GUIMARÃES, P. T. G., A. W. R. GARCIA, V. H. ALVAREZ, A. S. VIANA, A. E. MIGUEL, E. MALAVOLTA, J. B. CORREA, A. S. LOPES, F. D. NOGUEIRA & A. V. MONTEIRO.** 1999. Cafeeiro. *Em: Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aprox.* p. 285 - 305. A. C. Ribeiro, P. T. Guimarães & V. H. Alvarez, eds. *Com. Fertilidade do Solo do Est. de Minas Gerais. Viçosa.* 359 p.
- LIMA FILHO, O. F. & E. MALAVOLTA.** 2000. Remobilização e utilização de nitrogênio (¹⁵N) e potássio (⁸⁵Rb) no estado reprodutivo de cafeeiros normais e deficientes em nitrogênio ou potássio. *Em redação.*
- MALAVOLTA, E.** 2000 - a. História do Café no Brasil, Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. São Paulo. 456 p.
- MALAVOLTA, E.** 2000 - b. Adubação modular do cafeeiro. XIX Simp.- Latinoamericano de Cafeicultura. San José. 31 p.
- MALAVOLTA, E., L. FAVARIN, M. MALAVOLTA, C. P. CABRAL, R. HEINRICH & J. S. OLIVEIRA.** 2000. Estudos sobre a nutrição mineral de cafeeiro. LXIII. Macro e micronutrientes nos ramos, folhas e flores. Piracicaba. 13 p.
- MATIELLO, J. B.** 1995. Sistema de Produção na Cafeicultura Moderna.

- MAARA/PROCAFE. Rio de Janeiro. 102 p.
- MATIELLO, J.B.** (Coord.). 1996. Diagnóstico de Cafeicultura em Minas Gerais. FAEMG. Belo Horizonte. 49 p.
- RAIJ, B. VAN** (Coord.) 1996. Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. Instituto Agrônomo. Bol. 100. 2ª ed. Campinas. 285 p.
- RICE, P. D. & J. MCLEAN.** 2000. Sustainable Coffee at the Crossroads. Washington. 184 p.
- SANTINATO, R., O. A. SILVA, J. P. FIGUEIREDO, U. V. BARROS & J.E. SANTO.** 1984. Efeitos de níveis na nutrição N, P, K, Ca e Mg em cafeeiros adensados comparativamente com e tradicional - resultados até 2,5 anos de idade. 11º Cong. Bras. Cafeeiros (Londrina): 292 - 297
- SANTINATO, R., A. L. T. FERNANDES & D. R., FERNANDES.** 1956. Irrigação na Cultura do Café. Campinas. 146 p.
- TISDALE, S. T., W. L. NELSON, J. D. BEATON & J. L. HAVLIN.** 1993. Soil fertility and Fertilizers. 5ª Ed. Mac Millan Publ. Co. Nova Iorque. 634 p.