

## ADUBAÇÃO FOLIAR DE MUDAS DE CAFÉ (*Coffea arabica*, L., var. Mundo Novo) COM TRÊS FONTES DE NITROGÊNIO — $^{15}\text{N}$

A. R. VASQUEZ <sup>(1)</sup>

A. M. L. NEPTUNE <sup>(2)</sup>

### RESUMO

O presente trabalho foi conduzido com a finalidade de se avaliar o efeito da aplicação foliar no nitrogênio em mudas de café (*Coffea arabica* L, var. Mundo Novo). Para isso, três fontes de fertilizantes nitrogenados —  $\text{NaNO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  e  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  — enriquecidos com 0,7, 0,6 e 0,4% de átomos de  $^{15}\text{N}$  em excesso, respectivamente, foram utilizados, aplicando-as de vários modos: 1) aplicação da dose total de cada fonte de nitrogênio ao solo; 2) aplicação da dose total de cada fonte exclusivamente foliar e 3) aplicação da metade desta dose total ao solo e da outra metade por via foliar, além das correspondentes testemunhas.

O desenho experimental foi de blocos ao acaso, com 14 tratamentos e 3 repetições, com parte dos tratamentos em arranjo fatorial.

As mudas de café, de 6 meses de idade foram cultivadas em casa de vegetação, durante um período de 7 meses. A seguir, as plantas foram separadas em frações raiz, caule e folha. Sobre estas frações, secas em estufa, pesadas e moídas, procedeu-se às análises químicas do nitrogênio e à determinação da relação isotópica  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ .

A produção de matéria seca, a quantidade de nitrogênio absorvido, aquela proveniente do solo e do fertilizante, por cada tratamento, em cada fração e na planta toda, foram utilizados para avaliar o efeito da adubação foliar ds fontes de nitrogênio.

Pra a aplicação foliar do nitrogênio, foi construído um sistema especial de pulverização.

De acôrdo com os resultados obtidos são apresentadas, a continuação, as seguintes inferências.

De maneira geral, a aplicação das três fontes de nitrogênio ao solo, seguida pela aplicação combinada ao solo e à folha,

Recebido para publicação em 30-12-1977.

\* Universidad Nacional Experimental del Táchira — San Cristóbal, Estado Táchira, Venezuela.

\*\* Centro de Energia Nuclear na Agricultura e Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” — Universidade de São Paulo.

deram maior produção de matéria seca, não havendo diferença entre as fontes.

Em relação a absorção do nitrogênio total, foi verificada uma maior absorção com a aplicação ao solo das três fontes de nitrogênio.

No que diz respeito ao nitrogênio nas plantulas provenientes do fertilizante, a aplicação ao solo foi superior a aplicação foliar, para as três fontes. A percentagem da eficiência do nitrogênio foi de 39%. Na aplicação foliar, a eficiência do nitrogênio foi 12,8%, 9,7% e 8,6% para nitrato de sódio, a uréia e o sulfato de amônio respectivamente. Na aplicação combinada, metade solo mais metade fôlha, a eficiência foi de 33,5%, 23,3% e 22,7% para o nitrato de sódio, o sulfato de amônio e a uréia, respectivamente.

É difícil, no presente trabalho, explicar a pouca absorção do nitrogênio aplicada por pulverização foliar, destacando-se o nitrato de sódio em relação às outras fontes.

## INTRODUÇÃO

Em 1969, dentro do novo esquema da política cafeeira no Brasil, foi lançado um plano para o plantio de 1 bilhão de cafeeiros. Em vista disso, justifica-se plenamente todo o cuidado a ser dado à produção de mudas em viveiros.

BELLAVITA et al., 1965, lembraram que devem ser observadas algumas práticas para a obtenção de mudas aptas para o seu plantio no lugar definitivo e uma delas é a aplicação de fertilizantes.

Em relação aos trabalhos de adubação foliar em viveiros de café, GODOY Jr., 1958, 1959, possivelmente o primeiro em se preocupar pelo assunto no Brasil, encontrou um efeito positivo da pulverização foliar quando comparado com as plantas testemunhas; por outro lado, verificou que a pulverização da parte aérea foi inferior às outras formas de aplicação.

MONTENEGRO & AVILES, 1960, em vários ensaios com cafeeiros em idade de viveiro obteve, com as adubações química, aumento na altura das plantas, porém sem maior efeito sobre o vigor das mesmas. Encontraram que as pulverizações com uréia apresentaram-se como inconvenientes. ABRUNA & CHANDLER, 1963, em cafeeiros de um ano de idade, estudam o efeito de 6 fontes de nitrogênio, encontrando que a pulverização do  $\text{NaNO}_3$  queimou parte do limbo. BRAVO & FERNANDEZ, 1964, compararam o nitrato de sódio e a uréia em cafeeiros encontrando que a uréia produziu mais matéria seca e maior área foliar do que o nitrato. Por outro lado, os autores encontraram maior

concentração de N nas folhas das plantas, que receberam o nitrato de sódio, porém as margens de algumas folhas apresentaram-se com necroses que foi atribuído a um excesso de Na.

RIVAS VAZQUEZ & MORALES, 1968, pulverizaram com 5 fórmulas, mudas de café vegetando em recipientes de polietileno a plena exposição solar. Observaram os autores uma percentagem menor de perda de mudas com a pulverização foliar do que quando são adubadas no solo. As fórmulas que tinham a uréia como fonte de nitrogênio determinaram maior peso das mudas.

Para se obter maiores informações na prática da pulverização foliar, foi instalado o presente experimento, cujos objetivos consistem em avaliar o efeito do nitrogênio na produção de matéria seca e na eficiência da absorção deste nutriente pelas diferentes partes da muda de café.

Para tanto, foram utilizadas três fontes de nitrogênio — nitrato de sódio, sulfato de amônio e uréia, enriquecidas com  $^{15}\text{N}$  — as quais foram aplicadas seja no solo, seja em pulverização foliar.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Variedade — Mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) variedade Mundo Novo, provável cruzamento entre o sumatra introduzido e a variedade bourbon local (MÔNACO, 1963) de 6 meses de idade, foram utilizadas para o presente trabalho.

Solo — O solo utilizado foi um Podzólico de Lins e Marília, variação Lins, procedente do Município de Monte Azul Paulista; deu-se preferência como substrato porque, ao mesmo, desenvolve-se 64% dos cafezais do Estado de São Paulo (MORAES, 1965). Trata-se de um solo barroarenoso, com teor baixo em fósforo e teor alto em potássio e um valor pH ótimo para o desenvolvimento de mudas de cafeeiro.

Desenho Experimental — O desenho experimental utilizado foi de Blocos ao Acaso com partes dos tratamentos em arranjo fatorial, constando de 14 tratamentos, com 3 repetições cada um. Foram comparados 3 fontes de nitrogênio com 4 formas de aplicações e 2 testemunhas de acordo ao seguinte esquema:

<i>Fontes</i>	A — Total da dose de nitrogênio ( $\text{N}^{15}$ ) aplicado ao solo.
$\text{Na}^{15}\text{NO}_3$	B — Total da dose de nitrogênio ( $\text{N}^{15}$ ) aplicado em pulverização foliar.
<i>ou</i>	C — Metade de dose A aplicada ao solo e metade da dose B aplicada em pulverização foliar, ambas com $\text{N}^{15}$ .
$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	D — Igual a anterior, mas em pulverização foliar utilizou-se $\text{N}^{14}$ .
<i>ou</i>	F — Testemunha.
$\text{CO} (^{15}\text{NH}_2)_2$	E — Testemunha.

A análise estatística de todos os dados obtidos foi feita de acordo com PIMENTEL GOMES, 1966, STEEL and TORRIE, 1960, e COCHRAN and COX, 1957.

Regime Nutricional — Com a finalidade de manter-se um balanço nutricional, cada muda recebeu as quantidades de nutrientes apresentadas no Quadro 1, conforme as exigências do cafeeiro para idades compreendidas entre os 9 e 12 meses, segundo foi deduzido dos trabalhos de NEPTUNE MENARD, 1956, CATANI & MORAES, 1958 e SARRUGE, 1968. O nitrato de sódio, o sulfato de amônio e a uréia foram enriquecidos com 0,7 — 0,6 e 0,4% de átomos de  $N^{15}$  em excesso respectivamente.

Quadro 1 — Quantidade e concentrações de nutrientes fornecidos a cada muda de cafeeiro.

Elementos	Quantidades e concentrações do elemento	Formas
N	430,0 mg	$NA_3(NH_4)_2SO_4$ e $CO(NH_2)_2$
P	78,6 mg	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2CaSO_4$
Ca	150,0 mg	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 2CaSO_4$
K	195,0 mg	KCl
Mg	64,0 mg	$MgSO_4$
B	200,00 ppm	$H_3BO_3$
MN	196,00 ppm	$MnCl_2 \cdot 4 H_2O$
Fe	746,00 ppm	$FeSO_4 \cdot 7 H_2O$
Zn	134,00 ppm	$ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$
Cu	40,20 ppm	$CuSO_4 \cdot 5 H_2O$
Mo	3,27 ppm	$H_2MoO_4 \cdot H_2O$

O fósforo, o cálcio e o potássio foram aplicados na sua forma sólida, na superfície dos vasos e com leve incorporação e os demais nutrientes em solução.

Preparação dos Vasos — Foram utilizados vasos de barro, pintados internamente com neutrol, tendo uma capacidade de 6,500 Kg de terra. Os orifícios de drenagem dos vasos foram fechados para evitar possíveis perdas dos nutrientes. Cada vaso recebeu 6 Kg de solo previamente peneirado em tamisa 20.

Preparação das Mudanças e Transplante — As mudas foram podadas no laminado com a idéia de paralisar o seu desenvolvimento e procurando que tivessem uma uniformidade apropriada para o seu transplante feito em 20 de dezembro de 1968. Fêz-se primeiro uma seleção visual;

a seguir, cada muda com a raiz nua, foi pesada e transplantada com a maior rapidez possível par o vaso. Então aplicou-se os fertilizntes, seja na forma sólida ou na forma de solução; depois houve aporte de água até a metade da capacidade de campo.

Cada uma das mudas foi ordenada em função do seu peso (veja-se Quadro 2), as plantas de menor peso cooresponderam ao bloco I, as de peso intermediário ao bloco II e as de maior peso ao bloco III.

Quadro 2 — Peso em g por planta.

Tratamentos		Bloco I	Bloco II	Bloco III
NaNO <sub>3</sub>	A	14,55	22,42-	27,15
	B	14,90	20,22	29,65
	C	18,25	22,20	24,70
	D	15,24	19,65-	22,45-
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A	17,40	22,12	22,63
	B	16,18	20,30	28,39
	C	17,90	22,40	27,10
	D	18,75	20,89	24,55
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	A	19,40-	21,60	25,11
	B	18,51	19,83	25,11
	C	18,95	20,50	24,70
	D	14,45	20,00	23,18
Testemunha	E	17,90	22,10	26,95
	F	17,25	20,00	23,00

Os valores acima foram analisados estatisticamente, obtendo-se o seguinte resultado na análise da variância.

Causas	GL	SQ	QM	PF
Tratamentos	13	40,91	3,15	1,054 ns.
Blocos	2	466,74	233,37	
Resíduo	26	77,79	2,99	
Total	41	585,44		

Como não houvesse diferença estatísticas significantes, aceita-se o sorteio realizado.

Rega — Como critério de rega, foi determinado o poder de embebição do solo, seguindo o método de COURY, 1938, citado por MALAVOLTA & COURY, 1951, para o qual, foram feitas 3 determinações:

A	B	C	Média
32,05	31,38	31,74	31,72 ml de água.

O valor 31,72 é a quantidade média de água embebida por 100 g de T.F.S.A. do solo utilizado, o que corresponde a 1903,20 ml de água para cada vaso de 6 kg. Tomaram-se 3 vasos com um peso igual a 11.260 kg, os quais funcionaram como controle; a partir do dia 10-2-69 foram distribuídos no ensaio e pesados diariamente, às 10 horas; o valor médio obtido das 3 pesadas subtraída-se de 1903,20 foi utilizada como quantidade de água.

*Cronograma das Aplicações do Nitrogênio* — As aplicações ao solo e as pulverizações foliares do nitrogênio foram iniciadas em 31-1-69, fazendo-se 5 aplicações com uma frequência de 10 dias, utilizando-se em cada aplicação 1/5 das doses indicadas, correspondendo a 0,086 g de N em cada 100 ml de água destilada o que foi concluído em 13-3-69. Nas aplicações foliares, adicionou-se uma gota do adesivo "Novapal", fabricado por Aliança Comercial de Anilina S/A.

Como o método de aplicação permitia a recuperação da solução que não se fixasse no tecido vegetal, determinou-se o nitrogênio na solução recolhida; as quantidades encontradas subtraídas das quantidades aplicadas, obrigaram-nos a continuar as pulverizações até um número de 15, o que foi concluído em 29-6-69. No Quadro 2, apresentam-se as quantidades de nitrogênio aplicadas nas pulverizações e recebidas por cada planta, assim como também as diferenças com as doses de nitrogênio estabelecidas.

*Descrição do Sistema de Pulverização* \* — Para a aplicação foliar do nitrogênio, desenhou-se um sistema especial de pulverização, consistindo essencialmente de 4 unidades:

1) Um depósito de pressão de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, com uma capacidade útil de 1.700 ml. Pela parte superior lateral este depósito se comunica com um compressor, uma válvula regula a entrada de ar e mede-se a pressão no manômetro colocado na parte oposta da admissão do ar.

A alimentação é feita na parte superior a qual é munida de uma tampa de rosca. Uma junta de borracha permite o fecho hermético da unidade.

2) O mecanismo aplicador, ligado ao depósito por meio de uma mangueira de polietileno, é composto de um cano metálico que termina no bico expulsor, que para o caso foi o Tee-Jeet 8002. O cano possui uma chave interruptora para abrir e fechar o sistema.

3) Uma unidade de exposição a qual é composta de: a) um disco giratório, de 29 cm de diâmetro, destinado a suportar a planta e permitir a exposição da mesma em todas as suas faces, e, b) um reostato.

A velocidade de giro do prato foi de 39 rpm.

4) Uma unidade coletora que consta de uma tela em forma de meia lua, de 209 cm de altura e 103 cm de largura, com um raio de 38 cm, contornando a unidade de exposição, e que termina em uma bandeja metálica, de 90,5 cm de comprimento, 10 cm de largura, 5 cm de altura e 5 cm de raio, também em meia lua, com uma inclinação apropriada. Por meio de uma mangueira, esta bandeja comunica-se com um recipiente coletor.

Todo o sistema foi montado sobre uma mesa a nível e uma geometria constante foi mantida para as unidades de exposição e coletora, porém a unidade de aplicação era deslocada no sentido vertical em função da altura média da planta.

A operação de pulverização foi conduzida da seguinte forma:

Colocou-se um prato metálico de 30 cm de diâmetro sobre o disco giratório da unidade de exposição; por sua vez o vaso com a muda a ser pulverizada foi posta sobre este prato; a seguir, um prato plástico de 35 cm de diâmetro foi colocado sobre a superfície do vaso, o que foi possível, graças a uma fenda aberta no sentido radial do prato. Ambos os pratos foram assim concebidos para receber parte da solução que não era fixada pela muda. Antes de uma pulverização fecha-se com tela adesiva a fenda já mencionada, liga-se o reostato e espera-se que o disco giratório alcance a velocidade de 39 rpm, momento no qual inicia-se a operação de pulverização a qual durou 10 segundos, tempo que foi estabelecido como suficiente para a aplicação de 100 ml de solução. Terminada essa operação fecha-se a chave da unidade aplicadora, desliga-se o reostato, retiram-se os pratos, os quais foram lavados com água, despejando o lavado na bandeja coletora e o vaso era levado ao seu lugar correspondente. Finalmente, lavou-se a tela coletora. Todo o lavado foi completado a um volume determinado; uma parte alíquota foi tomada para a determinação do nitrogênio total.

Após cada pulverização o sistema é lavado com água destilada.

As aplicações foram feitas a partir das 17 horas. A pressão utilizada na operação de pulverização foi de 30 lbs/pol<sup>2</sup> e o bico do pulverizador ficou distanciando 50 cm da altura média da planta.

*Dados Climáticos* — Foi levado um registro diário de temperaturas, para o qual foi usado um psicrômetro. As leituras correspondentes foram feitas 3 vezes por dia às 7-14 e 21 horas. É interessante fazer-se notar que o maior valor: 38°C, foi registrado no dia 2 de abril às 14 horas e o menor 6°C, obteve-se o dia 7 de junho às 7 horas, correspondendo estes 2 valores a 51 e 58% de umidade relativa, respectivamente.

*Cuidados Fitossanitários* — Para se combater inesperados ataques de *Leucoptera coffella* (GREEN e MEDEVILLE) e como controle preventivo contra a *Cercóspora coffeicola* (BERCK e COOK) uma mistura de hiodan e Ditane M-45 a razão de 2,5 ml e 2,5 g/l, respectivamente, foi usada em pulverizações. A primeira pulverização foi feita no dia 15-2-69. Ao todo, foram feitas 8 pulverizações no transcorrer do trabalho.

Em cada pulverização uma gota de espalhante era utilizada.

*Colheita* — Sobre uma bandeja despejou-se o torrão de solo, abrindo-o com muito cuidado para se obter quanto mais completo possível o sistema radicular, retirou-se a planta e as raízes soltas, cortou-se a planta em raiz, caule e folhas, lavando-se todas as partes por separado com abundante água destilada, e, a seguir, com uma solução de HCl 0,2 N por 1 minuto e de novo com suficiente água destilada; após serem enxugadas com papel de filtro. Cada parte foi pesada e levada à estufa, a 60-70°C, aos 6 dias foram retiradas e pesadas novamente obtendo-se assim o peso da matéria seca para cada uma das frações.

*Preparação das Amostras de Plantas para as Análises Químicas* — Cada fração de planta obtida foi moída em micromoído Willey, guardada em saquinhos de papel. Sobre 1 g de material vegetal de cada fração e de cada planta preparou-se extrato nitroperclórico, segundo a técnica descrita por MALAVOLTA, 1964.

*Análises Químicas* — O nitrogênio total foi determinado pelo micro-Kjeldahl. O fósforo total foi determinado pelo método de metavanadato utilizando o fotocolorímetro Klett-Summerson, seguindo as técnicas descritas por LOTT et al., 1956.

*Determinação do N<sup>15</sup>* — Na determinação do N<sup>15</sup>, o espectrômetro de massa utilizado é o da ATLAS MET (Bremen) modelo CH-4 do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), ESALQ.



Foram empregados dois processos para a conversão do amônio a  $N_2$ : a) para as amostras do fertilizante enriquecido com  $N^{15}$  seguiram-se as técnicas de RITTEMBERG, 1946 e de BREMNER, 1965.

b) no caso das amostras das frações das plantas, utilizou-se o método de DUMAS modificado, empregado de maneira rotineira no Laboratório de Seibersdorf da Agência Internacional de Energia Nuclear, Viena.

A percentagem de átomos de  $N^{15}$  é determinada pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de átomos de } N^{15} = \frac{100}{2R + 1} \quad (1)$$

onde  $R$  é a relação das intensidades das correntes de íons correspondentes às massas 28 e 29.

$$R = \frac{29 (N^{14} N^{14})}{29 (N^{15} N^{14})} \quad (2)$$

Para calcular a percentagem de átomos de  $N^{15}$  em excesso basta subtrair a percentagem de átomos de  $N^{15}$  existentes na natureza (0,366%) daquela encontrada no fertilizante da fração da planta que recebeu o adubo marcado com  $^{15}N$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de matéria seca

Os valores obtidos para a produção de matéria seca encontram-se no QUADRO 3.

As análises estatísticas do valor das médias das formas de aplicação do nitrogênio, das fontes de nitrogênio e da testemunha mostram diferenças bem acentuadas na fração folha. Nesta, os tratamentos A, nos quais todo o nitrogênio foi aplicado ao solo e os tratamentos C e D nos quais este nutriente foi aplicado 1/2 ao solo e 1/2 na folha, produzem mais matéria seca do que o tratamento testemunha, porém não há diferença entre este e os tratamentos B, no qual todo o nitrogênio foi aplicado por pulverização foliar.

Nas frações caule e raiz, apenas o tratamento ao solo foi diferente das testemunhas; no conjunto o fato se repete, porém, em menor grau.

QUADRO 3. PRODUÇÃO EM g. DE MATÉRIA SECA  
(Média de 3 repetições)

Tratamentos		Folha	Caule	Raíz	Planta
NaNO <sub>3</sub>	A	11,60	11,17	11,08	33,85
	B	7,37	6,70	6,54	20,61
	C	12,63	12,07	10,66	35,36
	D	10,58	10,48	9,65	30,71
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A	12,65	15,47	15,10	43,22
	B	8,63	10,20	9,39	28,22
	C	10,47	10,88	10,03	31,38
	D	9,75	11,47	11,42	42,64
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	A	12,08	12,45	13,07	37,60
	B	6,67	7,97	7,94	22,58
	C	10,40	11,60	9,94	31,94
	D	10,30	12,03	10,16	32,49
Testemunhas	E	6,10	8,07	8,13	22,30
	F	7,30	9,00	8,92	25,22
entre fontes			2,18	1,76	6,42
d.m.s. 5%		1,74			
d.m.s. 5%		2,23	2,86	2,48	8,16
dentre fontes					

No confronto entre as médias das fontes e as médias das testemunhas, observa-se na fração folha um melhor efeito das três fontes sobre a testemunha; nas frações caule e raiz melhor produção de matéria seca é obtida com o sulfato de amônio, quando comparado com a testemunha; além disso, verifica-se que as diferenças apresentadas não são o suficientemente consistentes como para aparecer no conjunto, ou seja, na planta toda.

Quando é feita a comparação entre as formas de aplicação nas diferentes frações das plantas, verifica-se que, nas frações das plantas, verifica-se que, nas frações folha e caule, os tratamentos A (Aplicação do nitrogênio ao solo) e C e D (Aplicação do nitrogênio 1/2 ao solo e 1/2 foliar) não apresentam diferenças entre si, mas, sim, com o tratamento B (Aplicação foliar). Na fração raiz, o nitrogênio aplicado ao solo produz mais matéria seca; os demais contrastes não são significativos.

Quando é feita a análise para as médias do conjunto, aparecem diferenças estatísticas em todos os confrontos, salvo nos tratamentos C e D. A aplicação ao solo do nitrogênio se diferencia da aplicação foliar

deste nutriente ao nível do 1%, porém os demais contrastes feitos acusam diferenças ao nível de 5%.

Nos confrontos entre as médias das fontes nas diversas frações das plantas, não há nenhuma diferença estatística.

Quando se faz o confronto das médias das formas de aplicação, dentro de cada fonte, considerando-se os valores do QUADRO 3, verifica-se que na fração folha, não há diferença entre a aplicação ao solo do nitrato de sódio e a aplicação deste adubo 1/2 solo e 1/2 folha; ambas as formas de aplicação por sua vez foram superiores à aplicação foliar. Com o sulfato de amônio, não há diferença estatística entre as formas de aplicação deste adubo -/2 ao solo + 1/2 à folha e exclusivamente foliar, já com a uréia, aquela mostra-se superior a esta, porém para ambas as fontes a aplicação ao solo produz o melhor efeito. Na fração caule como na fração raiz, os resultados são semelhantes com aqueles obtidos para a folha.

Quando se faz o confronto das médias dos modos de aplicação entre fontes, verifica-se que, na fração folha, todas as formas de aplicação acusam efeito semelhante nas três fontes estudadas, não havendo diferenças estatísticas em nenhum dos confrontos.

Na fração raiz, a aplicação ao solo do sulfato de amônio resultou superior ao nitrato de sódio, porém, não há diferença estatística entre o nitrato de sódio e a uréia. No caso das formas de aplicação foliar e 1/2 solo + 1/2 foliar, não foi verificada diferença estatística alguma das três fontes estudadas.

Considerando-se agora os valores obtidos para a produção de matéria seca na planta, verifica-se que entre as fontes de nitrogênio, há maior produção de matéria seca quando o sulfato de amônio foi aplicado ao solo, não chegando a alcançar o limite de significância estatística com a uréia, porém, sim, com o nitrato de sódio. Essa tendência é observada nas frações caule e raiz e não na fração folha. Por outro lado, não há diferença significativa entre as fontes dentro das formas de aplicação dos adubos.

Dentro das fontes de nitrogênio e na planta, o tratamento A (Aplicação ao solo) mostra-se superior ao tratamento B (Aplicação foliar), porém entre aquele tratamento e os tratamentos C e D (Aplicação do nitrogênio 1/2 ao solo + 1/2 na folha), não há diferença estatística exceto com o sulfato de amônio. Essa tendência é mais observada na fração folha.

Considerando, quer seja as fontes, quer seja os modos de aplicação ou as frações da planta ou a planta toda, o tratamento no qual o nitro-

gênio foi aplicado exclusivamente nas folhas, produz a menor quantidade de matéria seca.

#### Absorção do nitrogênio

No QUADRO 4, encontram-se os valores em mg. de nitrogênio total absorvido pelas plantas e suas frações.

QUADRO 4 — NITROGÊNIO TOTAL EM mg. NA PLANTA E SUAS FRAÇÕES  
(Média de 3 repetições)

Tratamentos		Folha	Caule	Raíz	Planta
NaNO <sub>3</sub>	A	266,51	76,90	128,26	471,67
	B	183,23	42,12	73,86	299,21
	C	286,11	97,40	103,29	486,80
	D	244,22	76,05	93,69	413,96
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A	260,30	106,77	156,38	523,45
	B	196,21	64,79	98,54	359,54
	C	212,25	64,56	101,24	378,05
	D	234,64	73,84	113,92	422,40
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	A	231,11	128,07	164,52	523,70
	B	152,34	53,74	78,73	284,81
	C	178,86	68,74	106,79	354,39
	D	218,86	78,90	115,64	413,40
Testemunhas	E	112,89	42,24	80,11	235,24
	F	96,42	38,51	72,78	207,71
d.m.s. 5% entre fontes		53,61	19,81	29,64	68,86
d.m.s. 5% dentre fontes		42,28	15,68	23,24	70,14

Os valores de F obtidos indicam alta significância para os tratamentos. No desdobramento dos graus de liberdade, há diferenças altamente significativa entre os demais tratamentos e o tratamento testemunha no referente às formas de aplicação de nitrogênio; porém, no confronto dos valores das médias das formas de aplicação e da testemunha observa-se que nas frações caule e raiz não aparece diferença significativa entre aplicação somente foliar (B) testemunha; porém, na fração folha e na planta (conjunto) todas as formas de aplicação são superiores à testemunha.

Em relação às fontes, verifica-se tanto nas frações folha e caule como também na análise do conjunto, que todas as fontes mostram-se altamente significativas quando comparadas com a testemunha; porém, na fração raiz, não há diferenças significativas entre o nitrato de sódio e a testemunha.

Na comparação entre os modos de aplicação, observa-se que em todas as frações, a aplicação exclusivamente foliar foi inferior às outras, porém, nas frações folha e raiz, entre a aplicação ao solo e a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar há diferenças significativas; estas aparecem na análise do conjunto. Na comparação das formas de aplicação dentro das fontes de nitrogênio a aplicação ao solo e a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar, na fração folha, mostram-se superiores à aplicação só foliar para as três fontes. O efeito do nitrato de sódio, no caule, é semelhante àquele obtido na fração folha, quanto às outras fontes, não há diferenças estatísticas entre a aplicação ao solo do nitrogênio e a aplicação 1/2 solo + 1/2 à folha. Na fração raiz, a aplicação ao solo das três fontes mostra-se superior às outras formas de aplicação; a aplicação 1/2 solo + 1/2 foi superior à aplicação só foliar para o nitrato de sódio e a uréia, sendo que, com o sulfato de amônio, não há diferença significativa entre ambas as formas de aplicação.

Na comparação dos valores das médias das fontes, evidencia-se um efeito das fontes somente na fração folha, o qual se dilui na análise do conjunto. De todo modo, convém assinalar uma maior absorção do nitrogênio, com a utilização do nitrato de sódio e do sulfato de amônio. Aliás, BRAVO e FERNANDEZ, 1964, encontraram maior conteúdo de nitrogênio nas folhas de mudas de café com a aplicação de nitrato de sódio. Quando se faz a comparação entre as fontes de nitrogênio nas formas de aplicação observa-se que, na fração folha, o efeito das fontes quando aplicadas ao solo é semelhante; o mesmo ocorrendo quando as mesmas são aplicadas às folhas; na aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar, o nitrato de sódio tem um comportamento semelhante ao sulfato de amônio, sendo, entretanto, o nitrato de sódio superior à uréia, e entre esta última e o sulfato de amônio, não há diferença estatística. Na fração caule, a uréia, quando aplicada ao solo, revela-se melhor do que o sulfato de amônio e do que o nitrato de sódio. As três fontes apresentam o mesmo comportamento nas outras formas de aplicação.

Na fração raiz, o efeito das três fontes, quando aplicadas ao solo, apresentam resultados semelhantes aos obtidos na fração folha, porém, com a uréia há maior absorção de nitrogênio do que com o nitrato de sódio. Para as três fontes, não há diferenças estatísticas entre o tratamento B (Aplicação foliar) e os tratamentos C e D (Aplicação do adubo 1/2 ao solo + 1/2 à folha).

Da quantidade de nitrogênio total absorvido pela planta, pode-se

observar que os tratamentos com nitrato de sódio mostram as mesmas tendências tanto na planta como nas suas frações; o mesmo ocorre com o sulfato de amônio e a uréia.

De acordo com os dados apresentados, a aplicação ao solo das três fontes de nitrogênio não acusam diferenças estatísticas.

Nas condições do presente trabalho, não se permitiu nenhuma perda de nitrato por percolação; em consequência todo o nitrato aplicado sempre esteve à disposição imediata da planta; além disso, o fato de não ter-se apresentado diferenças entre as fontes permite acreditar que absorção do nitrogênio a partir da fonte de sulfato de amônio pode ter sido feita através do íonio, ou ainda, que o processo de nitrificação do sulfato de amônio e o processo de amonificação e nitrificação da uréia tinham todas as condições apropriadas par se realizar.

Quantidade de nitrogênio absorvido (mg) pelas frações das plantas, proveniente dos adubos (QUADRO 5)

QUADRO 5 — QUANTIDADE DE NITROGÊNIO EM mg., ABSORVIDO PLANTAS E PELAS FRAÇÕES DA MESMA, PROVENIENTE DOS ADUBOS APLICADOS AO SOLO E ÀS FOLHAS.

Tratamentos		N nas Folhas em mg		N no Caule em mg		N na Raíz em mg		N na planta em mg	
		Proveniente do adubo aplicado		Proveniente do adubo aplicado		Proveniente do adubo aplicado		Proveniente do adubo aplicado	
		Ao Solo	À Folha	Ao Solo	À Folha	Ao Solo	À Folha	Ao e/ou Solo	À Folha
NaNO <sub>3</sub>	B	96,14	—	27,20	—	43,49	—	50,63	
	A	—	37,84	—	5,12	—	7,67	166,83	
	CD	66,43	33,12	16,12	11,89	23,19	5,33	156,08	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	A	83,49	—	32,55	—	50,14	—	166,18	
	B	—	20,72	—	7,06	—	9,31	37,09	
	CD	53,68	9,64	17,55	2,05	25,74	3,41	112,04	
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	A	77,65	—	37,78	—	55,80	—	171,31	
	B	—	22,39	—	9,58	—	9,65	41,62	
	CD	26,44	23,23	12,90	0,23	23,64	11,42	97,86	

A quantidade de nitrogênio encontrada nas diversas frações das plantas, provenientes dos fertilizantes foi obtida a partir da seguinte fórmula:

$$\frac{\% \text{ de átomos de } ^{15}\text{N em excesso na fração da planta} \times \text{mg de N total}}{\% \text{ de átomos de } ^{15}\text{N em excesso no fertilizante}} \text{ na amostra}$$

Convém lembrar que os tratamentos C e D são semelhantes, sendo que ambos receberam a metade do nitrogênio no solo e a outra metade nas folhas; porém, o tratamento C recebeu o  $^{15}\text{N}$  tanto no solo como nas folhas, enquanto que o tratamento D recebeu o  $^{15}\text{N}$  somente no solo; então, por subtração do tratamento D de C, obtém-se a porcentagem do nitrogênio nas frações das plantas proveniente do adubo quando aplicado às folhas. Em vista disso, C e D aparecem agora, unidos (QUADRO 5).

Pelos dados do QUADRO 5, ressalta de imediato, a migração do nitrogênio para as raízes, quando este nutriente é aplicado por via foliar. A quantidade de nitrogênio que migra varia, segundo a fonte utilizada e as frações da planta, sendo como é obvio, maior na fração folha.

Quando se faz a comparação das médias dos modos de aplicação entre as fontes verifica-se que: na fração folha, a aplicação do nitrato de sódio no solo acusa maior quantidade de nitrogênio proveniente do adubo quando comparado com as demais fontes, porém o sulfato de amônio mostra-se superior a uréia. Esse fato não corrobora os resultados obtidos com o nitrogênio total (QUADRO 4), os quais não mostram diferenças estatísticas entre as fontes quando aplicados ao solo. No tratamento somente foliar, o nitrato de sódio revela-se superior às demais fontes, porém entre a uréia e o sulfato de amônio não há diferenças estatísticas o que não acontece na análise dos dados de N total, nos quais não há diferenças entre as fontes. Quando o nitrogênio era aplicado 1/2 da dose ao solo + 1/2 da dose à folha (tratamento CD), o nitrato de sódio produziu melhor efeito seguido pelo sulfato de amônio e pela uréia, porém, como nos casos anteriores, tal não acontece com os dados relativos à quantidade de N total.

Na fração caule, a aplicação ao solo da uréia acusou diferenças estatísticas sobre o sulfato de amônio e sobre o nitrato de sódio, resultando, ainda, o sulfato de amônio superior ao nitrato de sódio. Estes resultados corroboram os valores de N total obtidos (QUADRO 4).

Na aplicação exclusivamente foliar, as três fontes tiveram um comportamento cujos resultados concordam com os obtidos. Na aplicação 1/2 ao solo + 1/2 foliar, houve melhor efeito do nitrato de sódio do que o sulfato de amônio e a uréia, não havendo todavia diferença entre estes dois últimos. Os resultados não concordam com os dados obtidos para a quantidade de N total.

Na fração raiz, a uréia aplicada ao solo resulta ser superior ao sulfato de amônio e ao nitrato de sódio e ainda o sulfato de amônio é superior ao nitrato. Considerando, porém, a quantidade de nitrogênio total absorvido, a uréia teve um comportamento semelhante ao sulfato de amônio.

Na aplicação exclusivamente foliar, todas as fontes são semelhantes no seu efeito na absorção do nitrogênio. Estes resultados não diferem dos obtidos na quantidade de N total, onde todas as fontes foram de efeitos semelhantes.

Quando se faz o confronto dos valores das médias dos modos de aplicação dentro das fontes de nitrogênio, evidencia-se que: na fração folha, o nitrato de sódio aplicado 1/2 solo + 1/2 foliar teve efeito semelhante quando aplicado exclusivamente ao solo, maior efeito quando aplicado na foliar. O sulfato de amônio, quando aplicado ao solo, apresenta diferenças estatísticas com as aplicações 1/2 solo + 1/2 foliar e na exclusivamente foliar. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar resulta ser superior à aplicação exclusivamente foliar. Tais resultados diferem dos obtidos para a quantidade de N total (QUADRO 4). A uréia acusa resultados semelhantes aos do sulfato de amônio.

Na fração raiz, os resultados são similares aos obtidos na fração folha para as fontes, exceto no caso do nitrato de sódio, onde a aplicação ao solo acusa melhor efeito que a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar.

No tratamento CD, no qual só foram empregado 215 mg de N<sup>15</sup>, houve proporcionalmente maior absorção de nitrogênio do que no tratamento A, fato este que é generalizado para todas as frações. O tratamento D, por sua vez, sempre foi superior à aplicação exclusivamente foliar. Entre o nitrato de sódio e o sulfato de amônio, evidencia-se marcadamente estas diferenças; já no caso da uréia, o fato apresenta-se em menor grau. Esta tendência se repete de forma generalizada através das frações das plantas.

## CONCLUSÕES

No que diz respeito ao efeito, na produção de matéria seca, dos modos de aplicação dos adubos dentro das fontes, as aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar do nitrato de sódio produzem maior quantidade de matéria seca nas frações e na planta que a aplicação exclusivamente foliar. A aplicação ao solo do sulfato de amônio é melhor que as aplicações 1/2 solo + 1/2 foliar e exclusivamente foliar, nas frações e na planta. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar é superior à exclusivamente foliar. A aplicação ao solo da uréia é melhor que a aplicação 1/2 solo



+ 1/2 foliar, nas frações e na planta toda. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar é mais benéfica que a exclusivamente foliar.

Entre os modos de aplicação, entre as fontes, a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar é similar nas três fontes. A aplicação ao solo do sulfato de amônio, é mais efetiva na fração raiz. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar e exclusivamente foliar são semelhantes nas três fontes. Os efeitos obtidos na planta são correspondentes aos obtidos na fração folha.

De maneira geral, o efeito das três fontes é semelhante e a aplicação ao solo seguida pela aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar são as responsáveis pela maior produção de matéria seca.

No que diz respeito ao efeito, na absorção do nitrogênio total, dos modos de aplicação dos adubos dentro das fontes, as aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar são as responsáveis por uma maior absorção do nitrogênio, na fração folha, que a aplicação exclusivamente foliar, nas três fontes. As aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar são melhores que a aplicação foliar com o nitrato de sódio, na fração caule. O sulfato de amônio e a uréia aplicados ao solo são similares à aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar, e ambas melhores que a aplicação somente foliar. A aplicação ao solo em cada fonte é melhor que as aplicações: 1/2 solo + 1/2 foliar e exclusivamente foliar, das três fontes, na fração raiz. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar é melhor que a aplicação só foliar no nitrato de sódio e uréia; com o sulfato de amônio, a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar é similar à aplicação exclusivamente foliar. As aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar são melhores que a aplicação exclusivamente foliar, na planta toda, para o nitrato de sódio. A aplicação ao solo do sulfato de amônio e da uréia resultam melhor que outros modos de aplicação.

Os modos de aplicação, dentro das fontes, mostram na planta toda as mesmas tendências encontradas nas frações.

Entre os modos de aplicação entre as fontes, as aplicações ao solo e exclusivamente foliar, nas três fontes, são semelhantes nos seus efeitos, na fração folha. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar do nitrato de sódio é similar ao sulfato de amônio, porém melhor que a uréia.

Os modos de aplicação entre as fontes tanto nas frações como na planta toda não mostram as mesmas tendências, com exceção do tratamento em que todo o nitrogênio é aplicado ao solo.

No que diz respeito ao nitrogênio, nas frações e na planta inteira, proveniente dos adubos, verifica-se que, entre os modos de aplicação entre as fontes, o nitrogênio absorvido proveniente do nitrato de sódio aplicado ao solo, às folhas e 1/2 solo + 1/2 foliar é maior que aquele

proveniente do sulfato de amônio e da uréia, na fração folha. O nitrogênio absorvido proveniente da uréia nas três formas de aplicação é melhor na fração raiz. O sulfato de amônio é melhor que o nitrato de sódio.

Entre os modos de aplicação dentro das fontes, as aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar, na absorção do nitrogênio proveniente do nitrato de sódio são melhores que a aplicação foliar, na fração folha. A aplicação ao solo na absorção do nitrogênio proveniente do sulfato de amônio é melhor que as aplicações 1/2 solo + 1/2 foliar e exclusivamente foliar, na fração folha. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar é melhor que a exclusivamente foliar. No caso da uréia, o efeito é similar ao sulfato de amônio.

Na absorção do nitrogênio proveniente do adubo na fração caule e na fração raiz as formas de aplicação apresentam efeitos similares para as três fontes, sendo maior a absorção do nitrogênio com a aplicação ao solo e menor a absorção com a aplicação foliar. No caso da aplicação da metade da dose de nitrogênio ( $N^{15}$ ) ao solo (tratamento D), há uma absorção relativamente maior do nitrogênio das três fontes utilizadas quando comparada com o tratamento onde todo o nitrogênio foi aplicado ao solo. Porém, com o nitrato de sódio, a absorção é maior, seguida pelo sulfato de amônio e pela uréia. Há maior absorção do nitrogênio na fração folha com as fontes  $NaNO_3$  e  $(NH_4)_2SO_4$ , quando o nitrogênio é aplicado ao solo. Na planta toda, as três fontes acusam uma absorção de nitrogênio proveniente dos adubos, de 166,82 mg, 166,18 e 171,31 mg de nitrogênio para o nitrato de sódio, o sulfato de amônio e a uréia, respectivamente, sendo a uréia levemente superior. É difícil explicar a pouca absorção do nitrogênio aplicado às folhas, com as diferentes fontes, destacando-se o nitrato de sódio sobre a uréia. Há uma evidente migração do nitrogênio aplicado em pulverização da parte aérea até as raízes. Quando a metade da dose de nitrogênio é aplicada ao solo e outra metade à folha como sulfato de amônio, não há essa migração. Nem sempre, a quantidade de nitrogênio total permite diferenciar a eficiência de um fertilizante do outro. Neste sentido que reside a vantagem do uso dos isótopos, quer sejam radioativos ou estáveis; assim, temos o caso da aplicação às folhas do sulfato de amônio —  $N^{15}$ . A quantidade em mg de N total na planta foi de 359,54 mg e a quantidade deste nutriente proveniente do fertilizante foi de 37,09 mg; por outro lado, a quantidade de N total na planta com a aplicação às folhas da uréia foi de 284,81 mg e a quantidade deste nutriente proveniente do fertilizante foi de 41,62 mg. Na aplicação foliar, a eficiência do nitrogênio foi 12,8%, 9,7% e 8,6% para o nitrato de sódio, a uréia e o sulfato de amônio, respectivamente. Na aplicação combinada, metade solo mais metade folha, a eficiência foi de 33,5%, 23,3 e 22,7% para o nitrato de sódio, o sulfato de amônio e a uréia, respectivamente.

## SUMMARY

FOLIAR FERTILIZATION OF YOUNG COFFEE PLANTS (*Coffea arabica*, L.) WITH THREE SOURCES OF NITROGEN —  $^{15}\text{N}$ 

This work was carried out with the aim of evaluating the effect of foliar application of nitrogen in young coffee plants (*Coffea arabica* L., var. Mundo Novo). Three sources of nitrogen fertilizers were used:  $\text{NaNO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  and  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  0,7, 0,6 and 0,4 atom %  $\text{N}^{15}$  in excess, respectively. Three different methods of application for each source were used: 1) total application of the dosis to the soil; 2) total application of the dosis to the leaves; and 3) fractional application of the dosis, one half to the soil and one half by foliar application. The corresponding checks were also included.

The experimental design used was complete randomized blocks, including 14 treatments replicated 3 times. Part of these treatments was in factorial arrangement.

The 6 months old coffee plants were grown in a greenhouse during a period of 7 months. The plants were then separated in three fractions: root, stem and leaves. These fractions were oven dried, weighed, ground and total nitrogen and the isotopic relation of  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$  were determined.

The dry matter yield, the amount of total nitrogen uptake, the quantity of this nutrient coming from the soil and fertilizer, for each treatment and fraction and for the whole plant, were the factors utilized to evaluate the effects of foliar application of the tested nitrogen sources.

For the foliar application of nitrogen, a special system of spraying was tried.

The most outstanding conclusions obtained are as follows:

As a general rule, the effect of the three sources was always similar and the application to the soil followed by the application one half to the soil and one half foliar application were responsible for the increased dry matter yield.

In relation to the total nitrogen uptake, a higher uptake was obtained with the application to the soil compared to foliar application, for the three nitrogen sources under study.

In respect to the nitrogen in these young coffee plants coming from the fertilizers, the application to the soil was also superior to the foliar application. For foliar application, the efficiency of the nitrogen was 12.8%, 9.7% and 8.6% for sodium nitrate, urea and ammonium sulphate, respectively. In one half soil and one half foliar application, the efficiency was 33.5%, 23.3% and 22.7% for sodium nitrate, ammonium sulphate and urea, respectively.

Nitrogen translocation from the top to the roots of the plant was evident when applied through the leaves. In the half to the soil half to the leaves treatment with ammonium sulphate, no similar results were obtained.

It is difficult to explain the low absorption of nitrogen applied to the leaves for the three sources, sodium nitrate being superior to urea.

## LITERATURA CITADA

- ABRUÑA, F. e CHANDLER, V. 1963. Effects of six sources of nitrogen on yields, soil acidity and leaf composition of coffee. *J. Agric. Univ. P. Rico* 47(1): 41-46.
- BELLAVITA, O.; RIVAS, A.; MORALES, A. 1965. Como producir con éxito viveros de café a plena exposición solar. *Est. Exp. de Café, Venezuela* (mimeo.) 15 pp.
- BRAVO, M.; FERNANDEZ, C.E. 1964. Repuesta de plantas jóvenes de café a la aplicación de 3 niveles de humedad en el suelo y 2 fertilizantes nitrogenados. *Turrialba*. 14(1): 15-23.
- BREMNER, J.M. 1965. Isotope — Ratio analysis of Nitrogen in Nitrogen 15 Tracer. Investigations In Methods of Soil Analysis (Part 2) Edit. C.A. BLACK. Amer. Soc. of Agron. Inc. Publisher, Madison, Wisc. U.S.A.
- CATANI, R.A.; MORAES, F.R.P. 1958. A composição química do cafeeiro. Quantidade e distribuição de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO e MgO em cafeeiros de 1 a 5 anos de idade. *Rev. Agric. Piracicaba* 33(1): 45-52.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. 1957. *Experimental Design*, 2.<sup>a</sup> Edition. John Wiley & Sons. New York. 560 pp.
- GODOY, G. Jr. 1958. Forçamento de mudas de café. *Rev. Agric. Piracicaba* 3: 179-185.
- . 1959. Forçamento de mudas de café. II — Absorção Foliar. *Rev. Agric. Piracicaba*. 34: 101-108.
- MALAVOLTA, E. e COURRY, T. 1954. Apostila de práticas de Química Agrícola — Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz" — Piracicaba (mimeo).
- MÔNACO, L.C. 1963. Café Novo Mundo: sua origem e suas características. *Rev. Soc. Rural Bras.* 43(512): 24-25.
- MONTENEGRO, L. e AVILES, A. 1960. Efecto de algunos tratamientos de fertilización en almacigueras de café. *Rev. Café de El Salvador*. 30(348): 709-716.
- MORAES, de, F.R.P. 1965. Meio ambiente e práticas culturais. In *Cultura e Adubação do Cafeeiro*. Edit. Inst. Bras. de Potassa. 2.<sup>a</sup> Edic. S. Paulo — Brasil. 277 pp.
- NEPTUNE MENARD, L. 1956. Efeito do fósforo e de alguns micronutrientes no crescimento e composição química do cafeeiro (*Coffea arabica*, L. var. caturra K.M.C.) cultivado em solução nutritiva. Tese de Doutorado (mimeo) 64 pp.
- PIMENTEL GOMES, F. 1966. Curso de Estatística Experimental. Univ. de São Paulo — ESALQ — 3.<sup>a</sup> edição. 568 pp.
- RITTENBERG, D. 1946. The preparation of gas samples for mass spectrographic isotope analysis. In *Preparation and measurement of isotopic tracers*. pp. 31-42. Ed. Ann. Arbor. Michigan. USA.
- RIVAS VASQUEZ, A. e MORALES, D.A. 1968. Aplicaciones foliares de nutrientes a plantas de café criadas en viveros a plena exposición solar. *Agronomía trop. trop.* Venezuela. 18(1): 117-130.
- SARRUGE, R.J. 1968. Estudos sobre as relações cálcio/boro e potássio/boro no cafeeiro (*Coffea arabica* L., var. Mundo Novo) Tese de Doutorado (mimeo) 78 pp.
- STEEL, R.G. e TORRIE, J.H. 1960. Principles and procedure of statistics with special reference to the biological sciences. McGraw hill Book Co. Inc. 520 pp.