

**Adubação foliar de mudas de café (*Coffea arabica*, L.,
var. *Mundo novo*) com três fontes de Nitrogênio - N¹⁵**

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura «Luiz de Queiroz» da
Universidade de São Paulo, para a
obtenção do título de Magister
Scientiae em Nutrição de Plantas.

por

Alfredo Rafael Rivas Vázquez
ENGENHEIRO - AGRÔNOMO

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
1969

Ao meu pai (In memoriam)

À minha mãe

Aos meus irmãos

OFEREÇO

e à

minha esposa

e filhos

DEDICO

I N D I C E

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DA LITERATURA	4
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1.	Variedades	9
3.2.	Solo	9
3.3.	Desenho Experimental	10
3.4.	Regime Nutricional	12
3.5.	Preparação dos vasos	13
3.6.	Preparação das mudas e transplante	13
3.7.	Irrigação	15
3.8.	Cronograma das aplicações do nitrogênio	15
3.9.	Descrição do Sistema de Pulverização	16
3.10.	Mecânica Operacional	19
3.11.	Dados Climáticos	20
3.12.	Cuidados Fitossanitários	20
3.13.	Colheita	21
3.14.	Preparação das Amostras de Plantas para as Análises Químicas	21
3.15.	Análises Químicas	21
3.16.	Determinação de N15	22
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1.	Produção da matéria seca	24
4.2.	Absorção do Nitrogênio	32
4.2.1.	Nitrogênio total em mg absorvido pela planta e suas frações	32
4.2.2.	Quantidade de nitrogênio absorvido (mg) e per- tagem absorvida deste nutriente nas frações das plantas proveniente dos adubos	39
4.2.3.	Porcentagem de nitrogênio e quantidade (mg) deste nutriente absorvido nas frações das plantas pro- veniente dos adubos aplicados ao solo e às folhas	44
4.3.	Efeito das fontes e das formas de aplicação de nitrogê- nio na absorção dos outros macronutrientes e do sódio....	50
4.3.1.	Efeito da absorção do fósforo	50
4.3.2.	Efeito da absorção do potássio	52
4.3.3.	Efeito da absorção do cálcio	55
4.3.4.	Efeito da absorção do magnésio	58
4.3.5.	Efeito da absorção do enxofre	62
4.3.6.	Efeito da absorção do sódio	65

5.	RESUMO E CONCLUSÕES	70
5.1.	Efeito na produção de matéria seca	72
5.1.1.	Entre as formas de aplicação dentro das fontes	72
5.1.2.	Entre as formas de aplicação entre as fontes	73
5.2.	Efeito na absorção do N total	73
5.2.1.	Entre as formas de aplicação dentro das fontes	73
5.2.2.	Entre as formas de aplicação entre as fontes	74
5.3.	Efeito do N absorvido proveniente dos adubos	75
5.3.1.	Entre as formas de aplicação entre as fontes	75
5.3.2.	Entre as formas de aplicação dentro das fontes	76
5.4.	Efeito das fontes e das formas de aplicação do nitrogênio na absorção dos outros macronutrientes e do sódio.....	78
6.	SUMMARY	79
6.1.	Effect in the dry matter yield	81
6.2.	Effect in the absorption of total nitrogen	81
6.3.	Effect on fertilizer nitrogen uptake	82
6.4.	Effect of methods of application and nitrogen sources on the uptake of macronutrients and sodium	83
7.	RESUMEN	84
7.1.	Efecto en la producción de materia seca	85
7.2.	Efecto en la absorción del nitrógeno total	87
7.3.	Efecto en el nitrógeno absorbido proveniente de los abonos.	87
7.4.	Efectos de las fuentes y formas de aplicación del nitrógeno sobre la absorción de los demás macronutrientes y del sodio	88
8.	AGRADECIMENTOS	89
9.	LITERATURA CITADA	91

: : : : :

INDICE DAS TABELAS

TABELA 1 - Quantidade de nutrientes aplicados a cada planta do cafeeiro	12
TABELA 2 - Pêso fresco em g por planta	14
TABELA 3 - N em mg, aplicado com as pulverizações é recebido por cada planta e as diferenças com as doses programadas	17
TABELA 4 - Produção em g de matéria sêca	24
TABELA 5 - Valores de F na Análise do Conjunto 1.....	25
TABELA 6 - Valores de F no desdobramento dos G de L do Conjunto.....	25
TABELA 7 - Confronto entre as médias das formas de aplicação e a testemunha, nas frações e no conjunto	26
TABELA 8 - Confronto entre as médias das fontes de nitrogênio e a testemunha, nas frações e no conjunto	26
TABELA 9 - Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação, nas frações da planta e no conjunto	27
TABELA 10- Confronto entre os valores das médias das fontes do nitrogênio nas frações da planta e no conjunto	27
TABELA 11- N total em mg na planta e suas frações	32
TABELA 12- Análise da Variância $\hat{\sigma}^2$	33
TABELA 13- Análise da Variância $\tilde{\sigma}^2$	33
TABELA 14- Confronto entre as médias das formas de aplicação e a testemunha, nas frações e no conjunto	34
TABELA 15- Confronto entre as médias das fontes de nitrogênio e a testemunha, nas frações e no conjunto	34
TABELA 16- Confronto entre as médias das aplicações, nas frações e no conjunto	35
TABELA 17- Confronto entre as médias das fontes, nas frações e no conjunto	35
TABELA 18- Quantidade de nitrogênio absorvido (mg) e percentagem de N absorvido nas frações das plantas proveniente das fontes de nitrogênio	40
TABELA 19- Percentagem de nitrogênio absorvido nas frações das plantas, proveniente dos adubos aplicados ao solo e às folhas	48

TABELA 20	- Quantidade de nitrogênio em mg, absorvido nas frações das plantas, proveniente dos adubos aplicados ao solo e às folhas	49
TABELA 22	- Fósforo total em mg na planta e suas frações	50
TABELA 23	- Análise da Variância	51
TABELA 24	- Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação nas frações da planta e no conjunto	51
TABELA 25	- Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto	52
TABELA 26	- Potássio total em mg na planta e suas frações	53
TABELA 27	- Análise da Variância	53
TABELA 28	- Confronto entre os valores das médias das aplicações nas frações da planta e no conjunto	54
TABELA 29	- Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto	55
TABELA 30	- Cálcio total em mg na planta e suas frações	56
TABELA 31	- Análise da Variância	56
TABELA 32	- Confronto entre os valores das médias das aplicações nas frações da planta e no conjunto	57
TABELA 33	- Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto	58
TABELA 34	- Magnésio total em mg na planta e suas frações	59
TABELA 35	- Análise da Variância	59
TABELA 36	- Análise da Variância	60
TABELA 37	- Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação nas frações da planta e no conjunto	60
TABELA 38	- Confronto dos valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto	61
TABELA 39	- Enxôfre total em mg na planta e suas frações	62
TABELA 40	- Análise da Variância	63
TABELA 41	- Análise da Variância	63
TABELA 42	- Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação nas frações da planta e no conjunto	64

TABELA 43	- Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto	65
TABELA 44	- Sódio total em mg na planta e suas frações	66
TABELA 45	- Análise da Variância	66
TABELA 46	- Análise da Variância	67
TABELA 47	- Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação nas frações da planta e no conjunto	67
TABELA 48	- Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto	68

: : : : :

1. INTRODUÇÃO

O café é um produto de grande dinâmica comercial. A maioria dos países circunscritos na faixa tropical são os responsáveis da produção e como conseqüência do abastecimento mundial. Na Venezuela a cultura do cafeeiro é básica na sua estrutura agrícola. Predomina a sua exploração nas zonas montanhosas com pronunciadas encostas razão pela qual é muito limitada a sua possibilidade de ser substituído por outra cultura.

Nos países produtores, os níveis de produtividade são dos mais variados, enquanto que Havai e Kenya produzem, 2.260 e 1.000 kg/ha, (KRUG, 1965), respectivamente, outros países, inclusive a Venezuela, produzem aproximadamente 200 kg/ha. Fatores dos mais diversos são os responsáveis por essa baixa produtividade. O uso eficiente de fertilizantes conjugado com outras práticas agronômicas refletiriam em níveis mais adequados de produtividade.

Na política de desenvolvimento agrícola na Venezuela (*)

(*) VENEZUELA. 1963. Ministério de Agricultura y Cría. Proyecto Nacional de Extensión de Café. CARACAS.

Projeto Nacional de Extensão de Café, além de uma série de práticas tais como o uso de fertilizantes, adequação de densidades no plantio, introdução de variedades de maior capacidade produtivas, cultura a plena exposição solar quando possível, uso de herbicidas, combate a pragas e doenças, irrigação, podas, etc., inclui um plano específico de produção de mudas. Como reflexo inicial ao plano em execução houve uma grande procura de mudas; no ano de 1966 foram produzidas 15.660.000 mudas (**) das quais estima-se que mais de 50% foram produzidas a plena exposição solar. Convém mencionar que, dentro do novo esquema da política cafeeira no Brasil, foi lançado recentemente um plano para o plantio de 1 bilhão de cafeeiros (Veja na 62-1969). Como se pode perceber, justifica-se plenamente que mais cuidado seja dado à produção de mudas em viveiros.

No manejo de viveiros de plantas de café, devem ser observadas algumas práticas para a obtenção de mudas aptas para o seu plantio no lugar definitivo (BELLAVITA et al., 1965); uma delas é a aplicação de fertilizantes. Há em muitos países produtores de café inúmeros trabalhos sobre o emprego dos fertilizantes no cafeeiro, existindo um consenso geral da grande demanda do nitrogênio pela planta (MULLER, 1966). Em várias regiões cafeeiras tem sido estudado o problema do mérito relativo de diversos adubos nitrogenados e os resultados nem sempre são concordantes (MALAVOLTA, 1967).

(**) VENEZUELA. 1967. Memoria y Cuenta. Ministério de Agricultura y Cria. M.A.C. CARACAS.

Atualmente está se dando muita ênfase no estudo das formas de aplicação dos nutrientes, principalmente do nitrogênio.

A aplicação de fertilizantes foliares é uma prática que tem tomado muito interesse e importância durante os últimos anos; a eficiência e rapidez da absorção dos nutrientes dá-se melhor pelas folhas em comparação com a forma tradicional de aplicar os fertilizantes no solo (HALLIDAY, 1961; WITTWER, 1963; CROCOMO et al, 1965, MALAVOLTA, 1967).

Na Estação Experimental de Café em Bramon, Edo Tachira, Venezuela, tem-se em execução um plano de trabalho sobre pulverização foliar de plantas de café em viveiro. Como uma continuação deste plano e com a idéia de se obter maiores informações na prática da pulverização foliar, foi instalado o experimento a que se refere o presente trabalho. Para tanto, foram utilizadas três fontes de nitrogênio enriquecidas com N^{15} - nitrato de sódio, sulfato de amônio e uréia - as quais foram aplicadas ou ao solo, ou em pulverizações foliar.

Os objetivos que visamos cumprir são os seguintes; avaliar através das folhas, dos caules e das raízes das mudas de café:

- 1) o efeito do nitrogênio na produção de matéria seca;
- 2) a absorção do nitrogênio proveniente do solo e de fertilizantes;
- 3) o efeito na absorção de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e sódio.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Pela importância mundial da cultura do café, existem poucos trabalhos mencionados sobre adubação do cafeeiro em viveiros.

Entre os trabalhos realizados com fontes de N em cafeeiros adultos, temos o de MORAES, 1965. Este autor comparou 4 fontes de N (nitrocálcio, salitre de Chile, sulfato de amônio e uréia) e encontrou que nas 4 localidades donde foram conduzidos o experimento, a produção era maior com as fontes do que com as testemunhas, porém, constatou que em uma localidade houve maior efeito do nitrocálcio, e nas outras, os melhores resultados foram conseguidos com o sulfato de amônio. VERLIÈRE, 1967, obteve resultados semelhantes aos de MORAES, confirmados pela diagnose foliar.

Com respeito à pulverização foliar de nitrogênio, HAVIS, 1954, e MENDES & FRANCO, 1951, não encontraram diferenças entre cafeeiros adultos pulverizados com NU-GREEN e a testemunha, embora MENDES & FRANCO (Loc.cit.) observaram ligeiras reações em algumas plantas.

CAIN, 1956, MALAVOLTA et al., 1957, AMANTH, 1961, MENDES et al., 1961, conseguiram um aumento no teor de N quando foram feitas aplicações foliares com uréia. Por outro lado, HALLIDAY, 1961, informa que em cafeeiros, os resultados com a aplicação da uréia por via foliar são contraditórios, em alguns experimentos, registra-se aumentos nos teores de N nas folhas e na produção, em outros, tal fato não ocorre. CAIN (loc. cit.) chama a atenção de que no caso de se pulverizar a planta inteira, pode ser menor a migração do nitrogênio absorvido pelas folhas, devido ao gradiente de N solúvel nas diferentes partes da planta.

Em trabalhos recentes, os resultados obtidos por AMANTH et al., 1965, sugerem que a pulverização foliar em cafeeiros pode suplantiar a aplicação ao solo, porém não a substitui, enquanto que os resultados obtidos por CARNE, 1966, indicam que somente a aplicação ao solo produz aumentos significativos na produção.

Em relação aos trabalhos de adubação foliar em viveiros de café, GODOY Jr., 1958, possivelmente o primeiro em se preocupar pelo assunto no Brasil, comparou 2 fórmulas de N-P-K em mudas de cafeeiro com 3 a 4 pares de folhas. Após 14 pulverizações com frequência de 15 dias, obteve melhor efeito de ambas as fórmulas sobre a testemunha, no que diz respeito a peso, número de folhas e galhos, porém, entre as duas fórmulas, não encontrou diferenças significativas. O mesmo autor, em 1959, apresentou resultados de um outro ensaio de

absorção foliar em mudas de café. Verificou que a pulverização somente da parte aérea foi estatisticamente inferior às duas outras formas de aplicação: a) aplicação ao solo e b) pulverização da planta e solo. A aplicação direta da solução de nutrientes no substrato se revelou superior à pulverização somente da parte aérea (sem proteção do substrato), quanto ao número de ramos e peso verde das mudas e não quanto à altura das plantas; não houve diferença entre aplicação direta ao solo e pulverização da planta e solo, o que permitiu ao autor concluir que os resultados positivos do forçamento de mudas de café, foram, provavelmente, produto da absorção foliar e da absorção pelas raízes dos nutrientes que atingiram o substrato dos laminados. CROCOMO, 1959, em cafeeiros de 6 meses de idade, vegetando em soluções nutritivas, pincelou uréia Cl^4 nas folhas virtualmente deficientes e normais; 9 horas após encontrou que 95% da uréia havia sido absorvido. Houve maior intensidade na utilização de N nas plantas deficientes do que nas normais.

MONTERO & AVILES, 1960, em vários ensaios com cafeeiros em idade de viveiro obteve, com as adubações químicas, aumento na altura das plantas, porém sem maior efeito sobre o vigor das mesmas. Encontraram que as pulverizações com uréia apresentaram-se como inconvenientes. ABRUÑA & CHANDLER, 1963, em cafeeiros de um ano de idade, estudam o efeito de 6 fontes de nitrogênio, encontrando que o $NaNO_3$ resultara inconveniente, apresentando-se como tóxico ao

queimar parte do limbo. BRAVO & FERNANDEZ, 1964, compararam o nitrato de sódio e a uréia em cafeeiros encontrando que a uréia produziu mais matéria sêca e maior área foliar do que o nitrato. Por outro lado, os autores encontraram maior concentração de N nas fôlhas das plantas, que receberam o nitrato de sódio, porém as margens de algumas fôlhas apresentaram-se com necroses que foi atribuído a um excesso de Na como tem sido mencionado com freqüência.

CORTE BRILHO et al., 1967, relatam alguns ensaios de adubação de mudas de cafeeiro. Várias combinações de substratos preparados com adubos orgânicos são irrigados com soluções de uréia, salitre de Chile, sulfato de amônio, nitrocálcio e água; a irrigação com soluções nitrogenadas permitiu o melhor desenvolvimento das mudas nos 3 tipos de solos estudados; os melhores resultados foram conseguidos pelo emprêgo do sulfato de amônio, seguido por nitrocálcio, uréia e o salitre. Os mesmos autores em outro ensaio, fizeram uma adubação básica de N-P-K no laminado e irrigaram cada 15 dias com uma solução de sulfato de amônio. Observaram os autores que a irrigação periódica foi a responsável pelas diferenças altamente significativas no desenvolvimento das mudas em 2 tipos de solos; no outro solo não foi obtido nenhum resultado significativo.

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 pêso sêco.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Variedades

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

3.2. 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, no mesmo, desenvolve-se 64% dos cafezais do Estado de São Paulo (MORAES, 1965).

Na análise química encontraram-se os seguintes valores:

pH	C%	N%	cg.mg/100 g de solo			
			PO ₄ [≡]	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
5,8	1,62	0,14	0,087	0,30	2,00	0,40

O pH foi determinado no potenciômetro Beckmann, utilizando-se a relação solo-água igual a 1:2,5. O carbono foi determinado pelo método de WALKLEY-BLACK, descrito por JACKSON, 1958; o nitrogêu

nio total pelo método de KJELDAHL, descrito por JACKSON, 1958; o fósforo solúvel e o potássio trocável pelo método descrito por CATANI et al., 1955 e o cálcio e o magnésio trocáveis pelo método de E.D.T.A. segundo GLORIA et al., 1965.

A análise granulométrica foi feita pelo método da pipeta, descrito por KILMER & ALEXANDER, 1949, deu os seguintes valores:

Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Limo	Argila	Classif. textural
7,03	15,63	42,17	10,14	19,97	11,00	Barro-arenoso

3.3. 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:

<u>Fontes</u>	<u>Tratamentos</u>
NaNO_3	A - Total da dose de nitrogênio (N^{15}) aplicado ao solo
	B - Total da dose de nitrogênio (N^{15}) aplicado em pulverização foliar
	C - Metade da dose A aplicada ao solo e metade da dose B aplicada em pulverização foliar, ambas com N^{15} .

D - Igual a anterior, mas em pulverização foliar utilizou-se N¹⁴.

E - Testemunha

F - Testemunha

(NH₄)₂SO₄ A - Total da dose de nitrogênio (N¹⁵) aplicado ao solo.

B - Total da dose de nitrogênio (N¹⁵) aplicado ao solo.

C - Metade da dose A aplicada ao solo e metade da dose B aplicado em pulverização foliar, ambas com N¹⁵.

D - Igual a anterior, mas em pulverização foliar utilizou-se N¹⁴.

E - Testemunha.

F - Testemunha.

Co(NH₂)₂ A - Total da dose de nitrogênio (N¹⁵) aplicado ao solo.

B - Total da dose de nitrogênio (N¹⁵) aplicado ao solo.

C - Metade da dose A aplicada ao solo e metade da dose B aplicada em pulverização foliar.

D - Igual a anterior, mas em pulverização foliar utilizou-se N¹⁴.

E - Testemunha.

F - 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.

3.4. Regime Nutricional

Com a finalidade de manter-se um balanço nutricional, cada muda recebeu as quantidades de nutrientes apresentadas na tabela Nº 1, dosados de acordo com as exigências do cafeeiro para idades compreendidas entre os 9 e 12 meses, segundo foi deduzido dos trabalhos de NEPTUNE, 1956, CATANI & MORAES, 1958 e SARRUGE, 1968.

TABELA Nº 1 - Quantidade de nutrientes aplicados a cada planta de cafeeiro

Elementos	Quantidades do elemento	Fontes
N	430,0 mg	NaNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
P	78,6 mg	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4$
Ca	150,0 mg	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{CaSO}_4$
K	195,0 mg	KCl
Mg	64,0 mg	MgSO_4
B	200,00 ppm	H_3BO_3
Mn	196,00 ppm	$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Fe	746,00 ppm	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Zn	134,00 ppm	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Cu	40,20 ppm	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
Mo	3,27 ppm	$\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

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.

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

3.5. Preparação dos Vasos

Foram utilizados vasos de barro, pintados internamente com neutrol, tendo uma capacidade de 6,500 kg. Os orifícios de drenagem dos vasos foram fechados para evitar possíveis perdas dos nutrientes. Cada vaso recebeu 6 kg de solo previamente peneirado em tamia Nº 20. Os vasos foram colocados na casa de vegetação da Cadeira de Química Agrícola (Fertilidade de Solo e Fertilizantes).

3.6. Preparação das Mudas 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, a raiz nua, foi pesada em balança analítica marca METLER e transplantada com a maior rapidez possível para um vaso; foram regados com a quantidade de água necessária como será visto em 3.7.

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

TABELA 2 - Pêso Fresco em g por planta

Tratamentos		Bloco I	Bloco II	Bloco III
NaNO ₃	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 ₄) ₂ SO ₄	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 ₂) ₂ CO	A	19,40	21,60	24,35
	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	F
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 diferenças estatísticas significantes, aceita-se o sorteio realizado.

3.7. Irrigação

Como critério de irrigação 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:

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>média</u>
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 de 1903,20 foi utilizado como dotação de irrigação (veja-se gráfico nº 1).

3.8. 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 fo-

liares, 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. Na Tabela 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.

3.9. Descrição do Sistema de Pulverização

Para a aplicação foliar do nitrogênio, desenhou-se um sistema especial de pulverização, consistindo essencialmente de 4 unidades:

1ª) 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 fêcho hermético da unidade.

TABELA 3 - N em mg, aplicado com as pulverizações e recebido por cada planta e as diferenças com as doses programadas

Fonte	Planta Nº	Aplicado	Recebido	DIF
NaNO ₃	3 *	974	425,55	- 4,45
	19 *	1074	425,36	- 4,64
	42 *	1174	432,32	+ 2,32
	10	759	214,54	- 0,45
	26	788,26	206,31	- 8,69
	35	859	206,86	- 8,14
	4	659	210,58	- 4,42
	15	659	240,20	+25,20
	29	659	234,20	+19,20
(NH ₄) ₂ SO ₄	5 *	924	435,84	+ 5,84
	20 *	1374	438,18	+ 8,18
	41 *	1174	428,49	- 1,51
	9	959	212,14	- 2,86
	27	959	217,00	- 2,00
	39	959	219,76	- 5,24
	12	759	224,52	+ 9,52
	22	759	227,24	+12,00
	34	759	220,76	+ 5,76
(NH ₂) ₂ CO	11 *	1174	431,14	+ 1,14
	16 *	1364	426,59	+ 3,41
	37 *	1414	427,30	- 2,70
	13	869	208,32	- 7,08
	21	959	208,99	- 5,97
	36	963	209,78	- 5,60
	1	959	211,96	- 3,04
	18	859	217,00	+ 2,00
	32	859	218,98	+ 3,98

* Plantas que receberam 430 mg de N em pulverização foliar, as demais recebem 215 mg.

2a) O mecanismo aplicador, ligado ao depósito de pressão 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.

3a) 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 tôdas as suas faces, e, b) um reostato.

A velocidade de giro do prato foi de 39 rpm.

4a) 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 sôbre 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.

3.10. Mecânica Operacional

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 eram assim concebidos para receber parte da solução que não era fixada pela muda. A começar a 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/pol² e o bico do pulverizador ficou distanciado 50 cm da altura média da planta.

3.11. Dados Climáticos

Foi levado um registro diário de temperaturas, para o qual foi usado um psicrômetro. Os valores são apresentados no gráfico nº 2. O instrumento foi cedido pela Cadeira de Física e Meteorologia Agrícola. As leituras correspondentes foram feitas 3 vezes por dia às 7-14 e 21 horas. É interessante fazer-se notar que o maior valor: 37,80°C, foi registrado no dia 22 de abril às 14 horas e o menor 5,60°C obteve-se o dia 7 de junho às 7 horas, correspondendo estes 2 valores a 51 e 58% de umidade relativa, respectivamente.

3.12. Cuidados Fitossanitários

Para se combater inesperados ataques de Leucoptera coffeella (Green e Medeville) e como controle preventivo contra a Cercospora coffeicola (Berck e Cook) uma mistura de Thioldan 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. Ac todo, foram feitas 8 pulverizações no transcorrer do trabalho.

Em cada pulverização uma gota de espalhante era utilizada.

3.13. Colheita

Sôbre 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 fôlhas, lavando-se tôdas 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 fração foi pesada em balança analítica e levada à estufa, a 60-70°C; aos 6 dias foram retiradas e pesadas novamente obtendo-se assim o pêsô da matéria sêca para cada uma das trações.

3.14. Preparação das Amostras de Plantas para as Análises Químicas

Cada fração de planta obtida foi moída em micromoinho Wylli, guardada em saquinhos de papel. Sôbre 1 g de material vegetal de cada fração e de cada planta preparou-se extrato nitroperclórico, segundo a técnica descrita por MALAVOLTA, 1964.

3.15. Análises Químicas

O nitrogênio total foi determinado pelo micro-Kjeldahl, segundo as técnicas descritas por MALAVOLTA, 1964.

O fôsforo total foi determinado pelo método de metavanadato utilizando o fotocolorímetro Klett-Summerson, seguindo as téc-

nicas descriyas por LOTT et al, 1956.

O potássio, o cálcio, o magnésio e o sódio foram determinados usando-se o Espectrofotômetro de Absorção Atômica, marca Perkin-Elmer 303 seguindo as marchas descritas em aulas (SARRUGE, 1969*).

O Enxôfre foi determinado por gravimetria seguindo as técnicas descritas por MALAVOLTA, 1964.

3.16. Determinação do N¹⁵

Na determinação do N¹⁵, 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 N₂: a) para as amostras de fertilizantes enriquecidos com N¹⁵ 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 N¹⁵ é determinada pela seguinte fórmula:

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

(*) Apontamentos de aulas.

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

$$(2) \quad R = \frac{28 (N^{14} \quad N^{14})}{29 (N^{15} \quad N^{14})}$$

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 na amostra dos fertilizantes ou da fração da planta que recebeu o adubo marcado com N^{15} . No nosso caso, utilizamos como percentagem de átomos de N^{15} na natureza, aquele encontrado na fração da planta que não recebeu o adubo marcado com N^{15} .

Gráfico I - QUANTIDADE DE ÁGUA EM ml
ml. de água APLICADA COMO IRRIGAÇÃO
por vaso

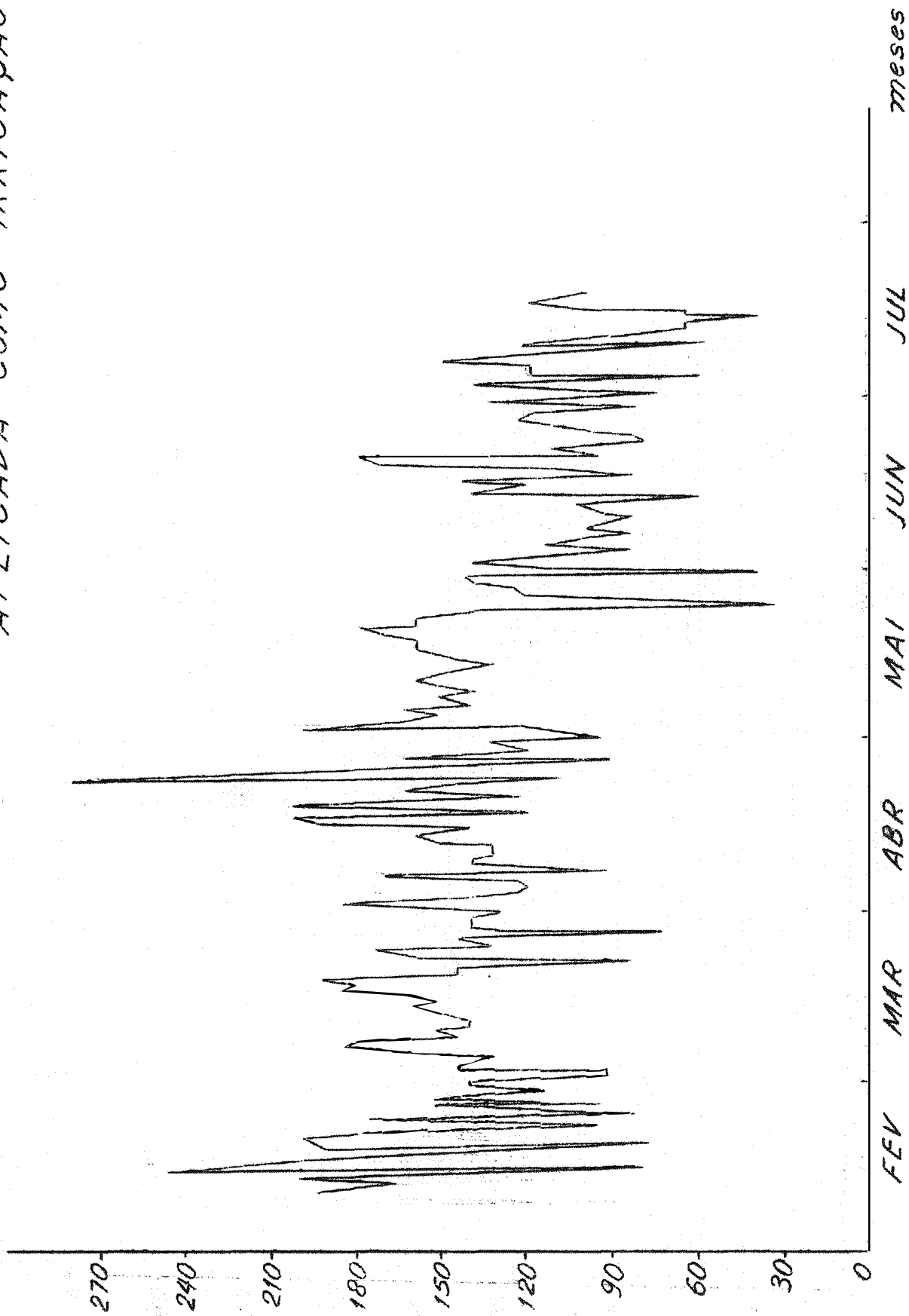
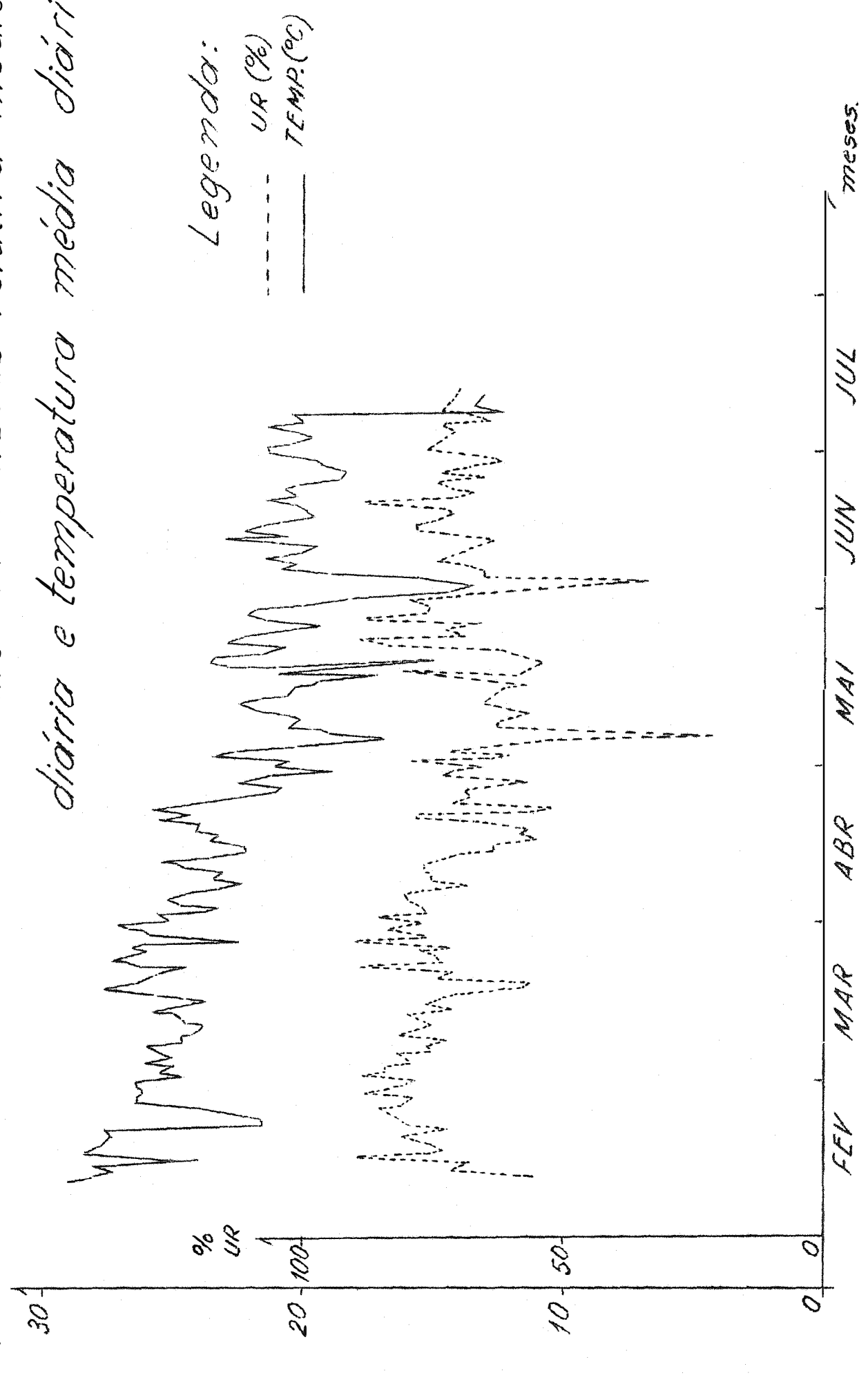


Gráfico 2 - Valores mensais da umidade relativa média diária e temperatura média diária.



Legenda:

- UR (%)
- TEMP. (°C)

4. RESULTADOS E DISCUSSAO

4.1. Produção de matéria sêca

Os valores obtidos para a produção de matéria sêca e os resultados da análise estatística destes valores encontram-se nas Tabelas 4 a 10.

TABELA 4 - Produção em g de matéria sêca (*)

Tratamentos		Fôlha	Caule	Raiz	Planta
NaNO ₃	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 ₄) ₂ SO ₄	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	32,64
(NH ₂) ₂ 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
Aplicações entre fontes	dms5%	1,74	2,18	1,76	6,42
	font.1%	2,10	2,63	2,17	8,25
Aplicações dentro fontes	dms5%	2,33	2,86	2,48	8,16
	font.1%	2,95	3,62	3,17	10,12

(*) Média de 3 repetições

TABELA 5 - Valores de F na Análise do Conjunto

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	2,01
Trat. A	13	3,16**
Erro a	26	
Parcelas	41	23,87**
Trat. B	2	9,15**
A x B	26	1,50
Erro b	56	
TOTAL	125	

C.V. = 10,37%

TABELA 6 - Valores do F no Desdobramento dos G de L do Conjunto

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	2,01
Aplicações	3	7,76**
Fontes	2	2,15
Aplic.Fontes	6	1,15
Tratamentos v.s.test. 1		6,23*
Entre test.	1	0,31
Tratamentos	(13)	3,16**
Residuo a	26	
Parcelas	41	

C.V. = 35,92%

TABELA 7 - Confronto entre as médias das formas de aplicação e a testemunha, nas frações e no conjunto

FRAÇÕES	A	C	D	B	Test.	Teste de DUNNETT	
						5% dms	1%
Fôlha	12,11	11,16	10,21	7,56	6,70	2,27	3,03
Caule	13,03	11,51	11,32	8,29	8,53	2,80	3,74
Raiz	13,08	10,21	10,41	7,95	8,53	2,30	3,07
Conjunto	12,74	10,96	10,65	7,93	7,92	3,97	5,32

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas.

1% _____ 5% -----

TABELA 8 - Confronto entre as médias das fontes de nitrogênio e a testemunha, nas frações e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO	Test.	Teste de DUNNETT	
					5% dms	1%
Fôlha	10,29	10,38	10,24	6,70	2,50	3,28
Caule	10,10	12,00	11,01	8,53	3,08	4,05
Raiz	9,48	11,48	10,28	8,53	2,53	3,33
Conjunto	9,96	11,29	10,51	7,92	4,19	5,76

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas.

1% _____ 5% -----

TABELA 9 - Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação, nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	A	C	D	B	Teste de TUKEY	
					5% dms	1%
Fôlha	12,11	11,16	10,21	7,56	2,33	2,95
Caule	13,03	11,51	11,32	8,29	2,86	3,62
Raiz	13,08	10,21	10,41	7,95	2,48	3,17
Conjunto	12,74	10,96	10,65	7,93		
Teste de DUNCAN	5% dms	D ₂ 2,18	D ₃ 2,30	D ₄ 2,36		
	1%	2,93	3,06	3,16		

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas.

1% _____ 5% _____

TABELA 10 - Confronto entre os valores das médias das fontes de nitrogênio nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO	Teste de TUKEY	
				5% dms	1%
Fôlha	10,29	10,28	10,24	2,35	3,14
Caule	10,16	12,00	11,01	2,96	3,81
Raiz	9,48	11,48	10,28	2,37	2,99
Conjunto	9,97	11,25	10,51		
Teste de DUNCAN	5% dms	D ₂ 1,89	D ₃ 1,99		
	1%	2,59	2,65		

A análise da variância dos dados (Tabelas 5 e 6) mostram, para a produção de matéria seca, diferenças entre as formas de aplicação, como também entre as fontes de nitrogênio e na comparação daquelas e destas com a testemunha.

Nas análises estatísticas dos valores das médias das formas de aplicação do nitrogênio, das fontes de nitrogênio e da testemunha, as diferenças são mais acentuadas na fração fôlha (Tabelas 7 e 8). 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 fôlha, 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.

No confronto entre as médias das fontes e as médias das testemunhas (Tabela 8), observa-se na fração fôlha, 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 t \hat{o} da.

Quando \acute{e} feita a compara \tilde{c} o entre as formas de aplica \tilde{c} o nas diferentes fra \tilde{c} oes das plantas (Tabela 9), verifica-se que, nas fra \tilde{c} oes f \hat{o} lha e caule, os tratamentos A (Aplica \tilde{c} o do nitrog \hat{e} nio ao solo) e C e D (Aplica \tilde{c} o do nitrog \hat{e} nio 1/2 ao solo e 1/2 foliar) n \hat{a} o apresentam diferen \tilde{c} as entre \hat{e} les, mas, sim, com o tratamento B (Aplica \tilde{c} o foliar). Na fra \tilde{c} o ra \hat{i} z, o nitrog \hat{e} nio aplicado ao solo produz mais mat \acute{e} ria s \acute{e} ca; os demais contrastes n \hat{a} o s \hat{a} o significativos.

Quando \acute{e} feita a an \acute{a} lise para as m \acute{e} dias do conjunto, aparecem diferen \tilde{c} as estat \acute{i} sticas em todos os confrontos, salvo nos tratamentos C e D. A aplica \tilde{c} o ao solo do nitrog \hat{e} nio se diferencia da aplica \tilde{c} o foliar d \hat{e} ste nutriente ao n \acute{i} vel do 1%, por \acute{e} m os demais contrastes feitos acusam diferen \tilde{c} as ao n \acute{i} vel de 5%.

Nos confrontos entre as m \acute{e} dias das fontes nas diversas fra \tilde{c} oes das plantas (Tabela 10), n \hat{a} o h \hat{a} nenhuma diferen \tilde{c} a estat \acute{i} stica.

Quando se faz o confronto das m \acute{e} dias das formas de aplica \tilde{c} o, dentro de cada fonte, considerando-se os valores da Tabela 4, verifica-se que na fra \tilde{c} o f \hat{o} lha, n \hat{a} o h \hat{a} diferen \tilde{c} a entre a aplica \tilde{c} o ao solo do nitrato de s \acute{o} dio e a aplica \tilde{c} o d \hat{e} ste adubo 1/2 solo e 1/2 f \hat{o} lha; ambas as formas de aplica \tilde{c} o por sua vez foram superio

à aplicação foliar. Com o sulfato de amônio, não há diferença estatística entre as formas de aplicação deste adubo 1/2 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 das formas de aplicação entre fontes (Tabela 4), 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 caule, a aplicação ao solo do sulfato de amônio resulta superior ao nitrato de sódio e a uréia, não havendo entre estes, nenhuma diferença estatística. Na aplicação foliar, o sulfato de amônio apresenta-se superior ao nitrato de sódio, porém, tanto o sulfato de amônio como o nitrato de sódio produzem o mesmo efeito do que uréia. Nos tratamentos com a aplicação do adubo 1/2 solo + 1/2 foliar, não há diferença estatística entre o sulfato de amônio, uréia e nitrato de sódio.

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 dentro 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 fôlha. 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 fôlha), não há diferença estatística exceto com o sulfato de amônio. Essa tendência é mais observada na fração fôlha.

Considerando, quer seja as fontes, quer seja as formas de aplicação ou as frações da planta ou a planta tóda, o tratamentos no qual o nitrogênio foi aplicado exclusivamente nas fôlhas produz a menor quantidade de matéria seca.

4.2. Absorção do nitrogênio

4.2.1. Nitrogênio total em mg absorvido pela planta e suas frações

Na Tabela 11, encontram-se os valores em mg de nitrogênio total e nas Tabelas 12 a 17 encontram-se os resultados das análises estatísticas destes valores.

TABELA 11 - N total em mg na planta e suas frações(*)

Tratamentos		Fôlha	Caule	Raiz	Planta
NaNO ₃	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 ₄) ₂ SO ₄	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 ₂) ₂ 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
Aplicações entre fontes	5% dms	53,61	19,81	29,64	68,86
	1%	67,71	25,03	37,44	112,26
Aplicações dentro fontes	5% dms	42,28	15,68	23,24	70,14
	1%	54,24	20,12	29,81	89,91

(*) Média de 3 repetições

TABELA 12 - Análise da variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	5,85 **
Tratamento A	13	
Resíduo a	26	
Parcelas	41	7,94 **
Tratamento B	2	382,84 **
A x B	26	3,21 **
Resíduo b	56	
TOTAL	125	

C.V. = 18,50%

No desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos são obtidos os seguintes valores de F.

TABELA 13 - Análise da variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	3,35
Aplicações	3	9,80 **
Fontes	2	0,96
Aplicações x Fontes	6	1,65
Tratamentos x test.	1	34,56 **
Entre testemunhas	1	0,24
Tratamentos	(13)	5,85 **
Resíduo a	26	
Parcelas	41	

C.V. = 29,95%

TABELA 14 - Confronto entre as médias das formas de aplicação e a testemunha, nas frações e no conjunto

FRAÇÕES	A	C	D	B	Test.	Teste de DUNNETT	
						5% dms	1%
Fôlha	252,64	225,74	232,57	177,26	104,66	47,52	63,58
Caule	103,91	76,57	76,26	53,55	40,38	17,66	23,62
Raiz	149,72	103,77	107,31	83,71	76,44	26,33	35,23
Conjunto	168,76	135,36	135,10	104,84	73,82	23,73	31,19

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas.

1% _____ 5% -----

TABELA 15 - Confrontos entre as médias das fontes de nitrogênio e a testemunha, nas frações e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO	Test.	Teste de DUNNETT	
					5% dms	1%
Fôlha	245,02	225,85	195,29	104,66	45,40	59,17
Caule	73,12	77,49	82,36	40,38	17,54	23,05
Raiz	99,77	117,52	116,09	76,44	26,33	35,23
Conjunto	139,30	140,29	131,25	73,82	43,29	67,92

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas.

1% _____ 5% -----

TABELA 16 - Confronto entre as médias das aplicações, nas frações e no conjunto

FRAÇÕES	A	C	D	B
Fôlha	252,64	225,74	232,57	177,26
Caule	103,91	76,57	76,26	53,55
Raíz	149,72	103,77	107,31	83,71
Conjunto	168,76	135,76	135,10	104,84
Teste de 5%	D ₂ 28,13	D ₃ 29,62	D ₄ 30,61	
DUNCAN 1%	33,37	38,96	40,06	

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas. 1% _____ 5% -----

TABELA 17 - Confronto entre as médias das fontes, nas frações e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO
Fôlha	245,02	225,85	195,17
Caule	75,12	77,49	82,36
Raíz	99,77	117,52	116,09
Conjunto	139,30	140,29	131,25
Teste de 5%	D ₂ 24,37	D ₃ 25,66	
DUNCAN 1%	32,37	33,75	

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas. 1% _____ 5% -----

Nas Tabelas 12 e 13 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 apresentados na Tabela 14, observa-se que nas frações caule e raiz não aparece diferença significativa entre aplicação somente foliar (B) e testemunha; porém, na fração fôlha e na planta (conjunto) tôdas as formas de aplicação são superiores à testemunha.

Em relação às fontes, verifica-se pelos valores da Tabela 15 que, tanto nas frações fôlha e caule como também na análise do conjunto, tôdas as fontes mostram-se altamente significativas quando comparados com a testemunha; porém, na fração raiz, não há diferenças significativas entre o nitrato de sódio e a testemunha.

Na comparação entre as formas de aplicação (Tabela 16), observa-se que em tôdas as frações a aplicação exclusivamente foliar foi inferior às outras, porém, nas frações fôlha 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 (Tabela 11), a aplicação ao solo e a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar, na

fração fôlha, 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 fôlha; quanto às outras fontes, não há diferenças estatísticas entre a aplicação ao solo do nitrogênio e a aplicação 1/2 solo + 1/2 à fôlha. 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 foliar 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 (Tabela 17), evidencia-se um efeito das fontes somente na fração fôlha, 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 fôlhas 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 (Tabela 11), observa-se que, na fração fôlha, o efeito das fontes quando aplicadas ao solo é semelhante; o mesmo ocorrendo quando as mesmas são aplicadas às fôlhas; na aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar, o nitrato de sódio tem um comportamento semelhante ao sulfato de amônio, sen

do, 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 fôlha, porém, com a uréia há maior absorção de nitrogênio do que com o nitrato de sódio. Para as três fontes, não há diferença estatística entre o tratamento B (aplicação foliar) e os tratamentos C e D (aplicação do adubo 1/2 ao solo + 1/2 à fôlha).

Do 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 per

mite acreditar que a absorção do nitrogênio a partir da fonte sulfato de amônio pode ter sido feita através do íon NH_4 , ou ainda, que o processo de nitrificação do sulfato de amônio e o processo de amonificação e nitrificação da uréia tinham tódas as condições apropriadas para se realizar.

4.2.2. Quantidade de nitrogênio absorvido (mg) e percentagem absorvida deste nutriente nas frações das plantas proveniente dos adubos

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

$$(3) \frac{\% \text{ de átomos de } \text{N}^{15} \text{ em excesso na fração da planta}}{\% \text{ de átomos de } \text{N}^{15} \text{ em excesso no fertilizante}} \times \frac{\text{mg de N total na amostra}}{\text{mg de N total na amostra}}$$

A percentagem de nitrogênio absorvido encontrada nas diversas frações das plantas, proveniente do fertilizante foi obtida a partir da seguinte fórmula:

$$(4) \frac{\text{Quantidade de N total em mg na fração da planta}}{\text{Quantidade de N em mg proveniente do fertilizante}} \times 100$$

Os valores calculados apresentam-se na Tabela 18, ao pé da qual também são apresentados os resultados da análise da variância.

TABELA 18 - Quantidade de nitrogênio absorvida (mg) e percentagem de N absorvida nas frações das plantas proveniente das fontes de nitrogênio (*)

		F ô l h a		C a u l e		R a í z	
		mg	%	mg	%	mg	%
NaNO ₃	A	96,14	36,07	27,20	35,36	43,48	33,90
	B	37,84	20,65	5,12	12,16	7,67	10,38
	C	99,55	34,79	28,01	28,75	28,52	27,61
	D	66,43	27,16	16,12	21,32	23,19	24,75
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	83,49	32,07	32,55	30,49	50,14	32,06
	B	20,72	10,56	7,06	10,90	9,31	9,45
	C	63,32	29,73	15,50	24,01	25,71	25,39
	D	53,68	22,87	17,55	23,77	29,12	25,56
(NH ₂) ₂ CO	A	77,65	33,60	37,78	29,50	55,88	33,97
	B	22,39	14,70	9,58	17,83	9,65	12,26
	C	49,67	27,77	12,90	18,76	35,06	32,82
	D	26,44	12,11	13,13	16,64	23,64	20,52

(*) Média de 3 repetições

Teste de TUCKEY		Aplicações	Teste de TUCKEY		Fontes
	5%	4,52		5%	10,63
dms	1%	6,86	dms	1%	17,80

Análise da Variância

Causas	G de L	F
Entre as frações	2	4,76 **
Dentro frações	11	7,82 **
Entre x Dentro	22	12,21 **
Resíduo	72	
Total	107	

C.V.=14,75%

Deve-se fazer notar que os valores obtidos para o tratamento D, os quais encontram-se na Tabela 18, indicam a quantidade de nitrogênio em mg e a percentagem de nitrogênio nas frações das plantas, proveniente do adubo quando era aplicada a metade da dose do tratamento A, ou seja, 215 mg de N. E o tratamento C continua representando aquele no qual o nitrogênio era aplicado 1/2 ao solo + 1/2 foliar.

Pelos dados da Tabela 18, 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 óbvio, maior na fração fôlha. Por outro lado, observa-se uma distribuição em percentagem quase uniforme do nitrogênio nas diversas frações da planta.

Quando se faz a comparação das médias das formas de aplicação entre as fontes (Tabela 18) verifica-se que:

Na fração fôlha, 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 à uréia. Esse fato não corrobora os resultados obtidos com o nitrogênio total (Tabela 11), os quais não mostram diferenças estatísticas entre as fontes quando aplicadas 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 do 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 C) o nitrato de sódio produziu melhor efeito seguido pelo sulfato de amônio e pela uréia, porém, como nos casos anteriores, o comportamento do nitrogênio total foi diferente.

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 obtidos nos valores do N total.

Na aplicação exclusivamente foliar, as três fontes tiveram um comportamento cujos resultados concordam com os obtidos na análise do N total.

Na aplicação 1/2 ao solo + 1/2 foliar (C), o nitrato de sódio foi de melhor efeito que o sulfato de amônio e que a uréia, ainda, o sulfato de amônio resultara de comportamento igual que a uréia. Estes resultados não concordam com os obtidos na análise do N total.

Na fração raiz, a uréia aplicada ao solo resulta-se superior ao sulfato de amônio e ao nitrato de sódio e ainda o sulfato de amônio é superior ao nitrato. No N total, pelo contrário, a uréia teve um comportamento semelhante ao sulfato de amônio

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

Quando se faz o confronto dos valores das médias das formas de aplicação dentro das fontes de nitrogênio (Tabela 18), evidencia-se que:

Na fração fôlha, o nitrato de sódio aplicado 1/2 solo + 1/2 foliar (C) é de efeito semelhante àquele quando é aplicado exclusivamente ao solo, porém, resulta de maior efeito que o tratamento somente foliar (B). Todavia, êste resulta-se inferior ao aplicado ao solo (A). Esta tendência concorda com os resultados obtidos no estado do N total.

No caso do sulfato de amônio, quando êle é aplicado ao solo (A) apresenta diferenças estatísticas sôbre a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar (C) e sôbre a exclusivamente foliar(B); a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar resulta-se superior à aplicação exclusivamente fo-

liar (B). Tais resultados diferem dos obtidos em N total.

A uréia acusa resultados semelhantes aos do sulfato de amônio.

Na fração caule, os resultados obtidos nas três fontes são correspondentes aos apresentados por cada uma na fração fôlha.

Na fração raiz, os resultados são similares aos obtidos na fração fôlha 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.

O tratamento D, no qual só foram empregados 250 mg de N¹⁵, mostra que proporcionalmente houve maior absorção de nitrogênio que o tratamento A, fato este que é generalizado para tôdas 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.

4.2.3. Percentagem de nitrogênio e quantidade (mg) deste nutriente absorvido nas frações das plantas proveniente dos adubos aplicados ao solo e às fôlhas

Os valores encontrados nas Tabelas 19 e 20 foram calculados segundo as fórmulas (3) e (4) apresentados em 4.2.2.

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 N^{15} tanto no solo como nas folhas, enquanto que o tratamento D recebeu o N^{15} somente no solo; então, por subtração do tratamento D de C, obtém-se a percentagem do nitrogênio nas frações das plantas proveniente do adubo quando aplicado às folhas. Em vista disso, C e D aparecem, agora, unidos (Tabela 19).

Nas terceira, sexta e nona colunas (Tabelas 19 e 20), aparecem as percentagens de nitrogênio e as quantidades deste nutriente em mg, absorvido nas frações da planta, proveniente dos adubos aplicados às folhas; nas segunda, quinta e oitavacolunas encontram-se as percentagens de nitrogênio e as quantidades deste nutriente nas frações das plantas proveniente dos adubos aplicados ao solo. Nas colunas quarta, sétima e décima, encontra-se, nas frações das plantas, a contribuição do nitrogênio do solo, em percentagem e em mg. Na Tabela 19, evidencia-se que as percentagens de nitrogênio, nas diversas frações das plantas, provenientes do adubo quando este foi aplicado somente ao solo não apresentam variações sensíveis tanto para as formas de aplicação como para as fontes, observando-se um comportamento bastante uniforme em todos os tratamentos. No referente à aplicação apenas foliar, variações das mais diversas são encontradas, principalmente, no tratamento com o nitrato

de sódio; variações estas, que se apresentam em dependências da fonte empregada ou da fração estudada. Notável é o fato da migração até a raiz do N absorvido para uma percentagem maior de absorção do nitrato de sódio pelas folhas, maior percentagem de nitrogênio da uréia encontra-se na raiz e no caule; o sulfato de amônio apresenta-se com valores intermediários dos correspondentes a essas fontes.

O tratamento CD permitiu diferenciar o nitrogênio absorvido pela planta, proveniente do adubo aplicado ao solo, daquele aplicado nas folhas. Referente ao nitrogênio absorvido pelas plantas proveniente do adubo aplicado no solo, foi observado na fração folha maior absorção do nitrogênio da fonte nitrato de sódio, apresentando ligeiras diferenças com o sulfato de amônio, mas ambas as fontes são, marcadamente, diferentes da uréia. Na fração caule a maior absorção do nitrogênio proveniente do adubo aplicado no solo foi do sulfato de amônio, seguido do nitrato de sódio e da uréia com pequenas diferenças; pode-se admitir certo acúmulo do nitrogênio da uréia no caule, o que também se verifica com o sulfato de amônio, porém em muito menor proporção. Na fração raiz, a maior absorção correspondeu ao sulfato de amônio, mas não foram apresentadas maiores diferenças entre as fontes.

Em geral, entre as fontes empregadas e as formas de aplicação utilizadas, a maior absorção do nitrogênio proveniente do

adubo, nas frações das plantas, correspondem à aplicação ao solo; não se manifestou, entretanto, maiores diferenças entre essas fontes.

Em relação ao nitrogênio absorvido pelas plantas, proveniente do adubo, quando o nutriente foi aplicado por via foliar, observou-se na fração fôlha uma maior absorção do nitrogênio quando foi empregado a NaNO_3 ; menores valores são obtidos pela uréia e com o sulfato de amônio. Na fração caule, resulta o nitrato de sódio como responsável pelo maior acúmulo de nitrogênio, sendo o sulfato de amônio praticamente nulo em seu efeito enquanto a uréia atinge valores consideravelmente desprezíveis. No caso da fração raiz, as plantas reagem com marcantes diferenças; a uréia é a responsável pela maior absorção do nitrogênio, comprovando o seu alto grau de migração; o nitrato de sódio manifesta um pobre acúmulo de nitrogênio e o sulfato de amônio tem efeito totalmente nulo.

Em geral, quando o adubo foi aplicado em iguais doses, ao solo e à fôlha, a absorção do nitrogênio proveniente do adubo aplicado por via foliar, nas diferentes frações das plantas, foi maior quando usada a uréia que as demais fontes, salvo na fração caule, na qual o nitrato de sódio acusou os valores mais altos.

Entre os valores expressos em percentagens (Tabela 19) e os valores absolutos (Tabela 20) a tendência é concordante, como logicamente tenha que ser.

TABELA 19 -- Percentagem de nitrogênio absorvido nas frações das plantas, proveniente dos adubos aplicados ao solo e às folhas

Tratamentos	F Ô L H A				C A U L E				R A I Z				
	ADUBO		Total	Solo	ADUBO		Total	Solo	ADUBO		Total	Solo	
	Solo	Fôlha			Solo	Fôlha			Solo	Fôlha			
NaNO ₃	A	36,07	-	100	63,93	35,36	-	100	64,64	33,90	-	100	66,10
	B	-	20,65	100	79,35	-	12,16	100	87,84	-	10,38	100	89,62
	CD	27,16	7,63	100	65,21	21,18	7,57	100	71,25	24,75	2,86	100	72,39
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	32,07	-	100	67,93	30,49	-	100	69,51	32,06	-	100	67,94
	B	-	10,56	100	89,44	-	10,90	100	89,10	-	9,45	100	90,55
	CD	22,87	6,86	100	70,27	23,77	0,24	100	75,99	25,56	-	100	74,44
(NH ₂) ₂ CO	A	33,60	-	100	66,40	29,50	-	100	70,50	33,97	-	100	66,03
	B	-	14,70	100	85,30	-	17,83	100	82,17	-	12,26	100	87,74
	CD	12,11	15,66	100	72,23	18,76	2,12	100	81,24	20,52	12,30	100	67,18

TABELA 20 - Quantidade de nitrogênio em mg, absorvido nas frações das plantas, proveniente dos adubos aplicados ao solo e às folhas

Tratamentos	F Ó L H A			C A U L E			R A I Z			
	ADUBO		Total	ADUBO		Total	ADUBO		Total	
	Solo	Fôlha		Solo	Fôlha		Solo	Fôlha		
NaNO ₃	A	96,14	-	27,20	-	49,74	43,49	-	84,77	128,26
	B	-	37,84	-	5,12	37,00	-	7,67	69,19	73,86
	CD	72,00	20,22	18,36	6,56	61,80	24,30	2,80	74,09	101,19
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	83,49	-	32,55	-	74,22	50,14	-	106,24	156,38
	B	-	20,72	-	7,06	57,74	-	9,31	89,23	98,54
	CD	51,10	15,33	16,45	0,17	52,58	28,42	-	82,79	111,21
(NH ₂) ₂ CO	A	77,65	-	37,78	-	90,29	55,88	-	108,64	164,52
	B	-	22,39	-	9,58	44,16	-	9,65	69,09	78,73
	CD	24,08	31,14	13,85	1,56	58,41	22,82	13,68	74,71	111,21

4.3. Efeito das fontes e das formas de aplicação do nitrogênio na absorção dos outros macronutrientes e do sódio

4.3.1. Efeito na absorção do fósforo

Na Tabela 22 apresentam-se os valores obtidos em mg para o fósforo total na planta e nas suas frações e nas Tabelas 23 a 25, os resultados das análises estatísticas.

TABELA 22 - Fósforo total em mg na planta e suas frações (*)

Tratamentos		Fôlha	Caule	Raiz	Planta
NaNO ₃	A	11,80	6,79	10,58	29,17
	B	9,45	5,44	5,53	20,42
	CD	13,02	8,45	9,60	31,07
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	9,87	9,06	13,77	32,70
	B	9,77	9,39	9,40	28,56
	CD	9,48	7,12	9,24	25,84
(NH ₂) ₂ CO	A	9,06	7,13	12,60	28,56
	B	7,69	6,73	8,08	22,50
	CD	10,61	8,37	9,58	28,56
Testemunhas	E	8,08	7,21	7,51	22,80
	F	7,24	6,01	7,96	21,21

(*) Média de 3 repetições

Na análise do conjunto dos dados, obtém-se os seguintes valores de F.

TABELA 23 - Análise de Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	0,17
Trat. (A)	13	1,34
Resíduo (a)	26	
Parcelas	41	9,59**
Trat. (B)	2	38,26**
A x B	26	3,18**
Resíduo (b)	56	
Total	125	

C.V. = 14,87%

TABELA 24 - Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	A	CD	B
Fôlha	10,25	11,04	8,97
Caule	7,66	7,97	7,19
Raíz	12,32	9,17	9,08
Conjunto	10,08	9,39	8,41
Teste de DUNCAN	D2	1,3	
	dms5%	2,58	2,50
	dms1%	3,17	3,31

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas. 5%

No confronto dos valores das médias das formas de aplicação, (Tabela 24) apenas observou-se diferenças estatísticas na fração raiz, na qual deu-se a maior absorção do fósforo; porém, as diferenças observadas não foram suficientemente consistentes para que aparecesse qualquer efeito no conjunto, os nossos resultados não confirmam os achados por GRECHUKHINA et al., 1961; êstes pesquisadores encontraram que aplicações foliares de nitrogênio incrementam a absorção do fósforo pelas raízes.

TABELA 25 - Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO
Fôlha	11,82	9,65	9,49
Caule	7,28	8,17	7,65
Raiz	8,82	10,41	9,96
Conjunto	9,31	9,41	9,03
Teste de DUNCAN	D2	D3	
dms 5%	2,06	2,17	
dms 1%	2,75	2,87	

Como mostram os dados da Tabela 25 as fontes nitrogenadas não exerceram influência na absorção do fósforo.

4.3.2. Efeito na absorção do potássio

Na Tabela 26 encontram-se as quantidades em mg de potássio

total nas diversas frações das plantas e nas Tabelas 27, 28 e 29, os resultados das análises estatísticas.

TABELA 26 - Potássio total em mg na planta (*) e suas frações

Tratamentos		Fôlha	Caule	Raiz	Planta
NaNO ₃	A	268,59	92,63	182,00	543,22
	B	159,79	60,43	105,76	325,48
	CD	258,73	101,36	178,77	538,86
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	264,06	127,29	245,24	639,59
	B	269,02	93,33	171,89	538,24
	CD	277,00	92,12	175,91	545,03
(NH ₂) ₂ CO	A	255,85	99,88	232,55	588,28
	B	191,04	71,19	134,42	396,65
	CD	277,16	109,64	175,81	562,61
Testemunhas	E	176,07	74,96	150,63	401,66
	F	193,17	63,13	150,92	407,22

(*) Média de 3 repetições.

Na análise da variância foram obtidos os seguintes valores de F.

TABELA 27 - Análise da Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	0,59
Trat.(A)	13	2,21
Resíduo (a)	26	
Parcelas	41	6,63**
Trat.(B)	2	271,38**
A x B	26	1,33
Resíduo (B)	56	
Total	125	

C.V. = 17,31%

TABELA 28 - Confronto entre os valores das médias das aplicações nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	A	CD	B
Fôlha	262,83	270,94	206,45
Caule	106,60	101,04	73,43
Raiz	219,93	176,83	137,43
Conjunto	196,45	182,94	139,08
Teste DE DUNCAN	D ₂	D ₃	
dms 5%	40,95	43,12	
dms 1%	54,65	59,96	

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas.

1% _____ 5%

Os resultados da análise estatística apresentados na Tabela 28 mostra nas frações fôlha e raiz diferenças estatísticas para as formas de aplicação. Na fração fôlha, com as aplicações dos adubos 1/2 solo + 1/2 foliar, há maior absorção do potássio, porém não estatisticamente significativos quando comparado com a aplicação destes adubos no solo.

Na fração raiz, ao contrário, maior absorção de K deu-se com a aplicação dos adubos no solo.

No conjunto as aplicações dos adubos no solo e 1/2 solo + 1/2 foliar favoreceram maior absorção do potássio que a aplicação

foliar. Os nossos resultados não coincidem nem com aqueles de GRECHUKHIN, et al, 1961, que afirmam que a aplicação foliar de N incrementa a absorção de K do solo e nem com aquele de SUKUMARAN et al, 1966, que acharam haver aumento no conteúdo de K nas folhas de fumo com as pulverizações de nitrogênio.

TABELA 29 - Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO_3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$
Fôlha	236,34	271,77	250,30
Caule	86,19	102,22	97,59
Raíz	161,33	192,94	179,65
Conjunto	161,29	188,98	175,85
Teste de DUNCAN	D_2	D_3	
dms 5%	35,50	37,38	
dms 1%	48,38	49,38	

Nas comparações feitas entre as médias das fontes (Tabela 29), não foi obtida nenhuma significância estatística.

4.3.3. Efeito na absorção do cálcio

Na Tabela 30, apresentam-se os valores obtidos em mg para

o cálcio total na planta e nas suas diversas frações e nas Tabelas 31 a 34, os resultados das análises estatísticas.

TABELA 30 - Cálcio total em mg na planta e suas frações (*)

Tratamentos		Fôlha	Caule	Raiz	Planta
NaNO ₃	A	87,84	20,96	30,36	139,16
	B	69,69	16,60	18,20	104,49
	CD	92,91	23,55	28,78	145,24
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	111,01	26,54	57,08	194,63
	B	79,78	19,93	27,02	126,73
	CD	99,66	18,39	30,14	148,19
(NH ₂) ₂ CO	A	88,65	23,41	40,16	152,22
	B	64,57	16,78	24,47	105,82
	CD	96,12	21,78	28,51	146,41
Testemunhas	E	85,63	16,77	27,16	129,56
	F	58,32	14,98	21,62	94,92

(*) Médias de 3 repetições

Na análise da variância, foram obtidos os seguintes valores de F.

TABELA 31 - Análise da Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	0,84
Tratamento A	13	1,83
Resíduo a	26	
Parcelas	41	2,83**
Tratamento B	2	322,12**
A x B	26	0,82
Resíduo B	56	
Total	125	

C.V. = 27,87%

TABELA 32 - Confronto entre os valores das médias das aplicações nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	A	CD	B
Fôlha	95,83	94,49	71,35
Caule	23,64	21,42	17,77
Raiz	42,20	30,27	23,23
Conjunto	53,89	48,72	37,45
Teste de DUNCAN	D2	D3	
dms 5%	13,85	14,53	
dms 1%	18,31	19,20	

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas.

1% ————— 5% —————

Na fração fôlha (Tabela 32) as aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar foram superiores, no seu efeito, ao tratamento só foliar, para o estímulo da absorção do cálcio, quando as mudas foram adubadas com nitrogênio. Na fração raiz, mostra-se um melhor efeito para a absorção do cálcio somente quando o nitrogênio é aplicado ao solo, fato êste que se repete no conjunto.

TABELA 33 - Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO
Fôlha	85,76	95,03	86,46
Caule	21,17	21,06	20,94
Raiz	26,53	36,09	30,40
Conjunto	44,48	50,76	45,94
Teste de DUNCAN	D2	D3	
dms 5%	13,13	14,28	
dms 1%	15,44	16,21	

Quando se faz o confronto entre as médias das fontes (Tabela 33), observa-se que em nenhuma das comparações possíveis, há diferenças estatísticas; tôdas as fontes têm efeito semelhante na absorção do cálcio por parte das plantas.

4.3.4. Efeito na absorção do magnésio

A Tabela 34 mostra os valores em mg do magnésio total na planta e suas frações e as Tabelas 35 a 38, os resultados das análises estatísticas.

TABELA 34 - Magnésio total em mg na planta e suas frações (*)

Tratamentos		Fôlha	Caule	Raiz	Planta
NaNO ₃	A	30,30	7,76	25,59	63,68
	B	21,79	5,92	13,68	41,39
	CD	30,79	8,46	25,56	64,81
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	32,27	9,62	44,59	86,48
	B	25,58	6,99	26,01	58,58
	CD	26,92	7,28	28,41	62,61
(NH ₂) ₂ CO	A	30,78	10,30	35,31	76,39
	B	18,17	6,08	18,83	43,08
	CD	28,81	9,21	25,02	63,04
Testemunhas	E	20,18	5,90	22,71	48,79
	F	17,19	5,12	20,79	43,10

(*) Média de 3 repetições

TABELA 35 - Análise da Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	2,03
Tratamento (A)	13	2,87 *
Resíduo (a)	26	
Parcelas	41	6,22 **
Tratamento (B)	2	292,82 **
A x B	26	2,84 **
Resíduo (b)	56	
Total	125	

C.V. = 20,32%

No desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos foram obtidos os seguintes valores de F.

TABELA 36 - Análise da Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	2,04
Aplicações	3	6,54 **
Fontes	2	2,50
Aplic. x Fontes	6	1,03
Tratamentos x test.	1	6,27 *
Entre test.	1	0,27
Tratamentos	(13)	(2,87)
Resíduo (a)	26	
Parcelas	41	

C.V. = 37,17%

TABELA 37 - Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	A	CD	B
Fôlha	31,13	28,79	21,85
Caule	9,23	8,32	6,33
Raiz	35,16	26,33	19,51
Conjunto	21,84	21,66	15,93
Teste de DUNCAN		D2	D3
dms 5%		5,24	5,50
dms 1%		6,97	7,29

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas. 1% _____ 5% -----

As formas de aplicação do nitrogênio (Tabela 37), exerceram diferentes efeitos no conteúdo do magnésio na fração fôlha as aplicações dos adubos no solo e 1/2 solo + 1/2 foliar resultaram superiores à aplicação foliar; na fração raiz ressalta o fato de que a aplicação ao solo foi superior às outras formas de aplicação. Todos êsses efeitos, em geral, foram suficientemente consistentes para influenciar os resultados da análise do conjunto, na qual evidenciase diferenças estatísticas ao nível de 5% para a aplicação ao solo e para a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar.

TABELA 38 - Confronto dos valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO
Fôlha	28,43	27,92	26,64
Caule	7,65	7,80	8,70
Raiz	22,60	31,86	26,05
Conjunto	19,50	22,53	20,46
Teste de DUNCAN	D2	D3	
dms 5%	4,53	4,75	
dms 1%	6,03	6,30	

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas, 1% 5%

No confronto entre as médias das fontes (Tabela 38) somente na fração raiz, há diferença estatística entre o sulfato de amônio e o nitrato de sódio ao nível de 1% e entre aquele e a uréia, ao nível de 5%, mas entre o nitrato e a uréia não há diferença estatística.

4.3.5. Efeito na absorção do enxofre

A Tabela 39 mostra os resultados do enxofre total na planta e suas frações e as Tabelas 40 a 43, os resultados das análises estatísticas.

TABELA 39 - Enxofre total em mg na planta e suas frações(*)

Tratamentos		Fôlha	Caule	Raiz	Planta
NaNO ₃	A	23,85	7,67	29,00	60,52
	B	22,92	5,33	19,06	47,31
	CD	24,40	7,88	30,33	62,61
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	25,58	10,89	54,54	91,01
	B	69,69	8,24	27,85	105,78
	CD	46,14	8,57	33,34	88,05
(NH ₂) ₂ CO	A	25,02	6,86	38,06	69,94
	B	16,13	6,50	19,58	42,21
	CD	24,57	8,40	29,33	62,30
Testemunhas	E	25,34	28,81	26,72	74,87
	F	15,33	24,54	22,95	62,82

(*) Média de 3 repetições

Na análise da variância foram obtidos os seguintes valores de F.

TABELA 40 - Análise da Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	1,66 ñs
Tratamento (A)	13	4,12 **
Resíduo (a)	26	
Parcelas	41	2,91 **
Tratamento (B)	2	87,03 **
A x B	26	4,37 **
Resíduo (b)	56	
Total	125	

C.V. = 37,37%

Nos desdobramentos dos G de L dos tratamentos são obtidos os seguintes valores de F.

TABELA 41 - Análise da Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	1,66
Aplicações	3	0,72
Fontes	2	2,47
Aplic. x Fontes	6	6,62 **
Tratamentos vx test.	1	1,66
Entre test.	1	5,10 *
Tratamentos	(13)	4,12 **
Resíduo (a)	26	
Total	41	

C.V. = 44,05%

TABELA 42 - Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	A	CD	B
Fôlha	24,82	31,70	36,25
Caulo	8,35	8,28	6,69
Raiz	40,54	31,02	22,16
Conjunto	24,57	23,67	21,70
Teste de DUNCAN		D2	D3
dms 1%		8,40	8,85
dms 5%		11,15	11,63

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas.

1% _____ 5% _____

Tanto na fração fôlha como na fração raiz (Tabela 42), observam-se efeitos significativos nas formas de aplicação. Nas fôlhas, na aplicação foliar do sulfato de amônio há maior absorção do enxôfre, aliás, CROCOMO e NEPTUNE MENARD, 1961, em experimento conduzido com cafeeiro utilizando enxôfre-radioativo (S^{35}) encontraram uma absorção dêste nutriente pelas fôlhas.

Na aplicação ao solo do sulfato de amônio, na fração raiz, observa-se maior absorção do enxôfre quando comparado com as outras fontes; porém, o conteúdo de S encontrado na fração fôlhas dos tratamentos nos quais as três fontes são aplicados ao solo não mostra

ram diferenças significativas; êsse fato vem mostrar a pouca mobilidade dêste nutriente.

TABELA 43 - Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO
Fôlha	23,89	46,89	22,57
Caule	7,19	9,08	7,54
Raiz	27,18	37,29	29,08
Conjunto	19,42	31,09	19,73
Teste de DUNCAN	D2	D3	
dms 5%	2,42	3,21	
dms 1%	2,55	3,35	

As extremidades dos traços indicam diferenças significativas 1% _____

No confronto entre os valores das médias das fontes (Tabela 43) a fração caule não apresentou diferenças estatísticas; porém, tanto na fôlha e raiz como no conjunto é ressaltado o efeito do sulfato de amônio na absorção do enxôfre fato êste que seria lógico se esperar.

4.3.6. Efeito na absorção do sódio

A Tabela 44 apresenta os valores obtidos em mg para o sódio total na planta e nas suas diversas frações e as Tabelas 45, 46, 47 e 48, os resultados das análises estatísticas.

TABELA 44 - Sódio total em mg na planta e suas frações(*).

Tratamentos		Fôlha	Caule	Raiz	Planta
NaNO ₃	A	20,35	4,07	6,65	31,07
	B	55,91	3,52	3,70	63,13
	CD	54,37	4,63	8,05	67,05
(NH ₄) ₂ SO ₄	A	5,23	4,25	3,56	13,04
	B	5,64	3,89	2,70	12,23
	CD	3,88	3,89	3,34	11,11
(NH ₂) ₂ CO	A	3,43	3,43	4,78	11,64
	B	1,46	1,99	1,36	4,81
	CD	3,95	3,74	2,93	10,62
Testemunhas	E	2,63	2,96	2,76	8,35
	F	1,75	2,63	3,07	7,45

(*) Média de 3 repetições

Na análise da variância foram obtidos os seguintes valores de F.

TABELA 45 - Análise da Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	1,72
Tratamento(A)	13	17,13 **
Resíduo (a)	26	
Parcelas	41	6,85 **
Tratamento(B)	2	75,58 **
A x B	26	14,47 **
Resíduo (b)	56	
Total	125	

C.V. = 67,98%

No desdobramento dos graus de liberdade dos tratamentos foram obtidos os seguintes valores de F.

TABELA 46 - Análise da Variância

CAUSAS	G de L	F
Blocos	2	1,72
Aplicações	3	3,73 *
Fontes	2	70,95 **
Aplic. x Fontes	6	85,62 **
Tratamentos vs Test.	1	18,28 **
Entre Test.	1	0,01
Tratamentos	(13)	75,58
Resíduo (a)	26	
Parcelas	41	

C.V. = 61,55%

TABELA 47 - Confronto entre os valores das médias das formas de aplicação nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	A	GD	B
Fôlha	9,67	23,73	21,00
Caule	3,91	4,09	3,13
Raiz	4,91	4,77	2,59
Conjunto	6,16	10,36	8,91
Teste de DUNCAN	D2	D3	
dms 5%	5,17	5,45	
dms 1%	6,86	7,16	

TABELA 48 - Confronto entre os valores das médias das fontes nas frações da planta e no conjunto

FRAÇÕES	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	(NH ₂) ₂ CO
Fôlha	46,25	7,16	5,20
Caule	4,22	3,98	3,23
Raiz	6,62	3,23	3,00
Conjunto	19,031	4,79	3,82
Teste de DUNCAN	D2	D3	
dms 1%	4,47	3,12	
dms 5%	5,93	6,19	

O alto coeficiente de variação encontrado nos impõe certas restrições em relação aos dados obtidos sobre a absorção do sódio pelas mudas de café.

De qualquer modo, o nitrato de sódio nas suas várias formas de aplicação mostra uma grande absorção do elemento sódio, principalmente, na fração fôlha.

Observa-se uma migração do sódio aplicado ao solo até as fôlhas, porém quando é aplicado nas fôlhas não ocorre a migração deste elemento, acontecendo como consequência um acúmulo de sódio nas fôlhas. Este fato pode ser considerado limitante para o emprego do nitrato de sódio em aplicações foliares para o cafeeiro. Aliás, ABRUNA e CHANDLER, 1963, evidenciaram alta concentração de sódio em fôlhas de cafeeiros adubados com NaNO₃ e consideraram este fato como possível causa da baixa produção obtida e BRAVO e FERNANDEZ, 1964, fazem ao sódio o responsável pelas necroses foliares observadas em cafeeiros.

ros adubados com êssa fonte. No decorrer do presente trabalho não foi observada necrose alguma nas fôlhas, apesar do alto conteúdo de sódio encontrado nestas.

5. RESUMO E CONCLUSOES

O presente trabalho foi conduzido com a finalidade de se avaliar o efeito da aplicação foliar do nitrogênio em mudas de café (Coffea arabica L, var. Mundo Nôvo). Para isso, três fontes de fertilizantes nitrogenados - 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 N^{15} em excesso, respectivamente, foram utilizados, aplicando-as de várias formas: 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 (1/2 da dose ao solo e 1/2 da dose às folhas), além das correspondentes testemunhas. No caso da terceira forma de aplicação, foram feitos dois tratamentos: em um deles o N^{15} era aplicado ao solo e à folha (é o tratamento C) e no outro (tratamento D), o N^{15} era aplicado apenas ao solo e o N^{14} era aplicado às folhas. Por diferença entre um tratamento e outro, teríamos a contribuição da aplicação foliar.

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, cultivados em casa de vegetação, foram transplantadas em 20-12-1968 para vasos de barro, pintados internamente com neutrol, contendo 6 kg de um solo podzolizado, variação Lins e Marília como substrato e onde permaneceram até 17-7-1969 data de conclusão do trabalho; 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 dos macronutrientes e do sódio.

A produção de matéria seca, a quantidade de nitrogênio total absorvido, aquela proveniente do solo e dos fertilizantes, e a quantidade dos outros macronutrientes e do sódio absorvido, por cada tratamento, em cada fração e na planta toda, foram utilizados para avaliar o efeito da adubação foliar das fontes de nitrogênio.

Para a aplicação foliar do nitrogênio, desenhou-se um sistema especial de pulverização, composto de um depósito de pressão, um mecanismo aplicador, uma unidade de exposição e uma unidade coletora. Duas características essenciais do sistema eram a exposição da planta em todas as suas faces à solução pulverizada, e a recolha do excesso de solução que não fosse retida na planta durante a pulverização. O excesso de solução era conduzido para um depósito final; numa parte alíquota, fez-se a determinação do nitrogênio total. Subtraindo da quantidade de nitrogênio aplicada a quantidade recolhida

da, obtém-se a quantidade neta de nitrogênio aplicada à planta ;
êstes valores assim achados regimentaram o número de pulverizações,
as quais alcançaram até um total de 15 para algumas plantas.

Cuidados especiais foram tomados tanto no combate de
pragas e moléstias como também no contrôlo da irrigação.

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

5.1. Efeito na produção de matéria sêca

5.1.1. Entre as formas de aplicação dentro das fontes

a) As aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar do nitrato de sódio produzem maior quantidade de matéria sêca que a aplicação exclusivamente foliar nas frações e na planta.

b) A aplicação so solo do sulfato de amônio é de melhor efeito às 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.

c) A aplicação ao solo da uréia é de melhor efeito que a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar, nas frações e na planta tóda. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar é mais benéficia que a exclusivamente foliar.

5.1.2. Entre as formas de aplicação entre as fontes

a) As três fontes são de efeitos semelhantes na fração fôlha.

b) A aplicação ao solo do sulfato de amônio foi mais efetiva na fração caule. A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar foi similar nas três fontes.

c) 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.

d) Os efeitos obtidos na planta são correspondentes aos obtidos na fração fôlha.

5.1.3. 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.

5.2. Efeito na absorção do nitrogênio total

5.2.1. Entre as formas de aplicação dentro das fontes

a) As aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar são as responsáveis por uma maior absorção do nitrogênio, na fração fôlha, que a aplicação exclusivamente foliar, nas três fontes.

b) As aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar são de melhor efeito que a aplicação foliar com o nitrato de sódio, na fração caule. O sulfato de amônio e a uréia aplicada ao solo foi similar à

aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar, e ambas de maior efeito que a aplicação somente foliar.

c) A aplicação ao solo em cada fonte é de melhor efeito que 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; no sulfato de amônio a aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar é similar à aplicação exclusivamente foliar.

d) As aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar é de melhor efeito 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 as outras formas de aplicação.

e) As formas de aplicação dentro das fontes, mostram na planta toda as mesmas tendências encontradas nas frações.

5.2.2. Entre as formas de aplicação entre as fontes

a) As aplicações ao solo e exclusivamente foliar, nas três fontes, são semelhantes nos seus efeitos, na fração fôlha.

A aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar do nitrato de sódio é similar ao sulfato de amônio, mas do nitrato é melhor que a uréia e, a uréia e o sulfato de amônio são de efeitos semelhantes.

b) A aplicação ao solo da uréia é melhor que o sulfato de amônio e nitrato de sódio, na fração caule.

c) A aplicação ao solo de nitrato de sódio é semelhante ao sulfato de amônio na fração raiz. O sulfato de amônio é similar à uréia. E a uréia é melhor que o nitrato de sódio.

Nas aplicações 1/2 solo + 1/2 foliar e exclusivamente foliar não há diferenças.

d) As formas 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 foi aplicado ao solo.

5.3. Efeito do nitrogênio absorvido proveniente dos adubos

5.3.1. Entre as formas de aplicação entre as fontes

a) O nitrogênio absorvido proveniente do nitrato de sódio aplicado ao solo, às folhas e 1/2 solo + 1/2 foliar é de melhor efeito que o sulfato de amônio e a uréia na fração fôlha.

O nitrogênio absorvido proveniente do sulfato de amônio é de efeito maior à uréia, na aplicação ao solo e na aplicação 1/2 solo + 1/2 foliar, na fração fôlha.

b) O nitrogênio absorvido proveniente da uréia aplicada ao solo e às folhas é maior do que aquele absorvido pelo sulfato de amônio e pelo nitrato de sódio, na fração caule. O sulfato de amônio mostra-se superior ao nitrato de sódio. O nitrogênio absorvido proveniente do nitrato de sódio, quando aplicado 1/2 ao solo e 1/2 foliar é maior que o

sulfato de amônio e a uréia, na mesma fração. O sulfato de amônio é melhor que a uréia.

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

5.3.2. Entre as formas de aplicação dentro das fontes

a) As aplicações ao solo e 1/2 solo + 1/2 foliar na absorção do nitrogênio proveniente do nitrato de sódio foi de maior efeito à aplicação foliar, na fração fôlha.

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 fôlha.

A aplicação 1 /2 solo + 1/2 foliar é de melhor efeito que a exclusivamente foliar.

No caso da uréia, o efeito é similar ao sulfato de amônio.

b) Na absorção do nitrogênio proveniente do adubo na fração caule e na fração raiz as formas de aplicação foram de efeitos similares para as três fontes, sendo maior a absorção do nitrogênio com a aplicação ao solo e menor a absorção com a aplicação às fôlhas.

c) No caso da aplicação da metade da dose de nitrogênio (N¹⁵) 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 foi maior, seguida pelo sulfato de amônio e pela uréia.

d) Há maior absorção do nitrogênio na fração fôlha com as fontes NaNO_3 e $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, quando o nitrogênio é aplicado ao solo. Na planta tôda, as três fontes acusaram 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.

e) É difícil explicar a pouca absorção do nitrogênio aplicado às fôlhas, com as diferentes fontes, destacando-se o nitrato de sódio sobre a uréia.

f) 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 fôlha como sulfato de amônio, não há essa migração.

g) Nem sempre, a quantidade do nitrogênio total em mg 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 fôlhas 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.

5.4. Efeito das fontes e das formas de aplicação de nitrogênio na absorção dos outros macronutrientes e do sódio

As fontes e as formas de aplicação não exercem nenhum efeito na absorção do fósforo, do potássio e do cálcio.

Em relação à absorção do magnésio, o sulfato de amônio determina maior absorção deste nutriente na fração raiz.

Há maior absorção do enxofre na fração folha quando o sulfato de amônio é aplicado às folhas e maior absorção deste nutriente na fração raiz quando o sulfato de amônio é aplicado ao solo.

Ocorre maior absorção de sódio na fração folha quando o nitrato de sódio é aplicado às folhas.

6. SUMMARY

This work was accomplished with the object of evaluating the effect of foliar application of nitrogen in coffee plants (*Coffea arabica* L., var. Mundo Novo). Three sources of nitrogen fertilizers were used: NaNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ and $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ 0,7, 0,6 and 0,4 atom% 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. With regard to the third method of application, two different treatments were used: one contemplated the application of N^{15} to the soil and to the leaves, and the other to the soil and to N^{14} in the leaves. Through the difference between these two treatments the contribution of foliar application is obtained.

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 grown in a greenhouse were transplanted to pots on December 20, 1968. The inside of the pots was painted with "Neutrol" and filled with 6 kg of a podzolized soil, Lins and Marilia variations. The coffee plants were grown until the final date of this work, July 17, 1969. The plants were then separated in three fractions: root, stem and leaves. These fractions were oven dried, weighed, ground and analyzed for macronutrients and sodium.

The dry matter yield, the amount of total nitrogen uptake, the quantity of same coming from the soil and fertilizer, the quantity corresponding to the other macronutrients and sodium absorbed, 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. This system contains two essential characteristics: first, the exposition of the plant in all its phases to the applied solution, and second, the recovery of the excess of the solution which was not retained in the plant during the spraying.

The recovered solution is collected and an aliquote is analyzed for total nitrogen. The difference between the amount of applied nitrogen and the amount collected is the net quantity of

nitrogen received by the plant under treatment. The values encountered determined the number of applications, which reached a total of 15 for some plants.

The most outstanding conclusions obtained are as follows:

6.1. Effect in the dry matter yield

a) Comparing the methods of application for the sources, a positive effect was obtained with the application to the soil and to one half soil and one half foliar application of sodium nitrate. Better effects were obtained by using ammonium sulphate and urea with soil application. In the three sources the combined application of soil and leaves was always superior to the solely foliar application.

b) In the comparison of methods of application within the sources, similar effect was obtained among them, when the whole plant was studied.

c) 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.

6.2. Effect in the absorption of total nitrogen

a) Comparing the methods of application for the sources, the application to the soil and to one half soil and one half foliar

application were superior to the solely foliar application for sodium nitrate, when the whole plant was studied.

The application to the soil of ammonium sulphate and of urea resulted in being of better effect than the other methods of application.

b) When comparing the methods of application for the sources and studying the whole plant, similar effects were not observed, the exception being nitrogen applied to the soil.

6.3. Effect on fertilizer nitrogen uptake

a) When sources of nitrogen were compared the higher response was achieved with soil application of urea, the result being similar to that obtained with ammonium sulphate.

b) In relation to methods of application between sources, a higher effect was obtained with application to the soil compared to foliar application for the three sources under study and when the whole plant is considered.

c) A relatively higher uptake for the three sources applied to the soil in halves was achieved when compared to application of the total dosis to the soil.

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

e) 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.

6.4. Effect of methods of application and nitrogen sources on the uptake of macronutrients and sodium

No effect was observed on the uptake of phosphorus, potassium and calcium by the plants. On the other hand, higher uptake was evident for sulfur and sodium in accordance with the source used. A high uptake of magnesium by the roots was also observed when ammonium sulphate was used.

7. RESUMEN

El presente trabajo fué realizado con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación foliar del nitrógeno en plantas de café (Coffea arabica L., var. Mundo Novo). Para tal fin, tres fuentes de fertilizantes nitrogenados NaNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ y $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ enriquecidos con 0,7 , 0,6 y 0,4 % de átomos de N^{15} en exceso, respectivamente, fueron utilizados. Cada fuente fué aplicada en tres formas diferentes: 1) aplicación total de la dosis al suelo, 2) aplicación total de la dosis por vía foliar y 3) aplicación fraccionada de la dosis, mitad al suelo y mitad en aspersión foliar; además, fueron incluidos los testigos correspondientes. Para el caso de la tercera forma de aplicación fueron hechos dos tratamientos diferentes, uno contemplaba la aplicación del N^{15} al suelo y en las hojas, y el otro, en el suelo y N^{14} en las hojas; al hacerse la diferencia entre estos dos tratamientos se obtiene la contribución de la aplicación foliar.

El diseño experimental fué de bloques al azar, con 14 tratamientos y 3 repeticiones, con parte de los tratamientos en arreglo factorial

Las plantas de café, de 6 meses de edad, cultivadas en estufa, fueron trasplantadas el 20-12-1968 para recipientes de barro cocido, internamente pintados con "Neutrol", conteniendo 6 kg de un suelo podzolizado, variación Lins y Marilia, donde permanecieron hasta el 17-7-1969, fecha de conclusión del trabajo. Luego después, las plantas fueron separadas en fracciones raíz, tallo y hojas. Sobre estas fracciones, secadas en estufa, pesadas y molidas, se hicieron los análisis químicos de los macronutrientes y del sodio.

La producción de materia seca, la cantidad de nitrógeno total absorbido, la cantidad del mismo proveniente del suelo y del fertilizante, la correspondiente a los otros macronutrientes y la del sodio absorbido, por cada tratamiento, por cada fracción y por la planta toda, fueron los factores utilizados para la evaluación de los efectos del abono foliar de las fuentes de nitrógeno probadas.

Para la aplicación foliar del nitrógeno, fué proyectado un sistema especial de aspersión. Dos características esenciales son propias de este sistema: una, la exposición de la planta en todas sus faces a la solución asperjada, y otra, la captación del exceso de solución que no fuera retenido en la planta durante la aspersión.

La solución captada es conducida a un depósito final, y en una parte alícuota se hace la determinación del nitrógeno total. Al sustraer de la cantidad de nitrógeno aplicada, la cantidad reco -

lectada, se obtiene la cantidad neta de nitrógeno recibida por la planta bajo tratamiento; los valores así encontrados rigieron el número de aplicaciones, las cuales, alcanzaron hasta un total de 15 para algunas plantas.

Entre las conclusiones obtenidas, las más relevantes son las siguientes:

7.1. Efecto en la producción de materia seca

a) En la comparación entre las formas de aplicación dentro de las fuentes, se obtuvo efecto benéfico con la aplicación al suelo y mitad al suelo + mitad foliar del nitrato de sodio. Con el sulfato de amonio y con la úrea fueron obtenidos mejores efectos con la aplicación al suelo. En las tres fuentes, la aplicación combinada al suelo y a las hojas fué siempre superior a la aplicación exclusivamente foliar.

b) En la comparación entre las formas de aplicación entre las fuentes se logró efecto semejante entre ellas, cuando se estudió la planta toda.

c) Dentro de un concepto general, el efecto habido de las tres fuentes fué semejante y la aplicación al suelo seguida por la aplicación mitad al suelo + mitad foliar fueron las responsables por la mayor producción de materia seca.

7.2. Efecto en la absorción del nitrógeno total

a) Cuando se comparan las formas de aplicación dentro de las fuentes, las aplicaciones al suelo y mitad al suelo + mitad foliar fueron de efecto superior a la aplicación exclusivamente foliar para el nitrato de sodio, cuando se estudia la planta toda.

La aplicación al suelo del sulfato de amonio y de la úrea resultaron de mejor efecto que las otras formas de aplicación.

b) En la comparación entre las formas de aplicación entre las fuentes, cuando se estudia la planta toda, no se observaron las mismas tendencias con las fracciones, excepto para el caso en el cual el nitrógeno es aplicado al suelo.

7.3. Efecto en el nitrógeno absorbido proveniente de los abonos

a) En la comparación entre las fuentes, mejor efecto fue obtenido con la úrea en la aplicación al suelo, habiendo semejanza con el sulfato de amonio.

b) En la comparación de las formas de aplicación dentro de las fuentes, el tratamiento aplicación al suelo revela mejor efecto que la aplicación foliar, para las tres fuentes, cuando se estudia la planta toda.

c) En el caso de la aplicación de la mitad de la dosis de nitrógeno (N^{15}) al suelo (Tratamiento D), hubo una absorción relativamente mayor de las tres fuentes, cuando comparada con el tratamiento en el cual todo el nitrógeno es aplicado al suelo.

d) Es difícil, en el presente trabajo, explicar la poca absorción del nitrógeno aplicado a las hojas con las diferentes fuentes, destacándose el nitrato de sodio sobre la urea.

e) Es evidente la translocación del nitrógeno aplicado en aspersión, desde la parte aérea hasta las raíces. En el tratamiento combinado de la mitad al suelo + mitad foliar, cuando se aplica el sulfato de amonio no hubo tal efecto.

7.4. Efectos de las fuentes y formas de aplicación del nitrógeno sobre la absorción de los demás macronutrientes y del sodio

Sobre la absorción del fósforo, del potasio y del calcio no fué observado ningún efecto; por lo contrario, mayor absorción de azufre y sodio fué obtenido, variando de acuerdo a las fuentes. Fué observado una mayor absorción de magnesio por las raíces cuando el sulfato de amonio fué usado.

8. AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são devidos às seguintes pessoas e Instituições:

- Dr. André Martin Louis Neptune, orientador do candidato, Professor de Disciplina da Cadeira de Química Agrícola (Fertilidade do Solo e Fertilizantes) da E.S.A. "Luiz de Queiroz".
- Dr. Roland Vencovski, Professor-Assistente de Genética Quantitativa, da E.S.A. "Luiz de Queiroz", pela orientação no planejamento e análise estatística.
- Dr. Geraldo Mialhe, Professor-Assistente de Mecânica Agrícola, da E.S.A. "Luiz de Queiroz", pela orientação no projeto do sistema pulverizador.
- Dr. Enéas Salati, Professor-Assistente da Cadeira de Física e Meteorologia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", pelo seu auxílio na análise do N¹⁵.
- Prof. Dr. Admar Cervellini, Diretor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da E.S.A. "Luiz de Queiroz", pelas facilidades postas à nossa disposição.
- Dr. Nilson Villanova, Professor-Assistente da Cadeira de Física e Meteorologia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", pelo auxílio e material emprestado.
- Dr. E. Malavolta, DD. Diretor da E.S.A. "Luiz de Queiroz", pelas defêrências brindadas a nós.
- Dr. F.R. Pupo de Moraes, Chefe da Seção de Café do Instituto Agrônômico de Campinas, pelo material cedido e revisão do plano de trabalho.

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo.

Sr. Sérgio Rodrigues, de Plástico Metalma, pelo material cedido.

Instituto de Genética, da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), da ESALQ.

Ministério de Agricultura y Cría, ao Centro de Investigaciones Agronómicas, à Estación Experimental de Café. Ao Concejo Nacional de Investigaciones Agrícolas e ao Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Da Venezuela.

Organização dos Estados Americanos (OEA), Projeto Multinacional de Agricultura.

Eng^o Agr^o Júlío Laca Buendía, Sr. Walter Basso, Sr. Vinicius Ferraz, Sr^a Bárbara de Saravia, Sr. Ayrton Razera.

Sr. Mário Zandoval, Sr. Affonso de Andrade Canto, Sr. Ângelo Smaniotto.

À tôdas e cada uma daquelas pessoas que de uma forma ou de outra, colaboraram com o presente trabalho.

9. LITERATURA CITADA

ABRUÑA, F.; Vicente CHANDLER. 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.

ANANTH, B.R. 1961

A preliminary note on foliar nutrition of coffee. *E.Afr. Agric. For J.* 25: 235-236.

ANANTH, B.R.; B.R.V. Iyengar; N.G. CHOKKANA. 1965.

Foliar nutrition of arabica coffee. *Indian coff* 29 (11): 11-19.

BELLAVITA, O; A. RIVAS, V.; A. MORALES. 1965.

Como producir con éxito viveros de café a plena exposición solar. *Est. Exp. de Café, Venezuela* (mimeo.) 15 pp.

BRAVO MANUEL; C.E. FERNANDEZ. 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 - Ration analysis of Nitrogen in Nitrogen 15 Tracer
Investigations In Methods of Soil Analysis (Part 2) Edit. C.A. BLCK. Amen Soc. of Agron. Inc. Publisher, Madison, Wis. U.S.A.

CAIN, J.C. 1956

Absorption and metabolism of urea by leaves of coffee, cacao and banana. *Proc. Am. Soc. Hort. Sc.* 67: 277-286.

CARNE, R.S. 1966.

a fertilizer leaf spray for coffee. *Papua New Guin Agric. J.* 18: 80-85.

CATANI, R.A.; F.R.P. MORAES. 1958.

A composição química do cafeeiro. Quantidade e distribuição de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO em cafeeiros de 1 a 5 anos de idade. Revta Agric. Piracicaba 33 (1): 45-52.

_____ ; J.R. GALLO; C. GARGANTINI, H. 1955.

Amostragem do solo, métodos de Análises, Interpretação e Indicações para fins de fertilidade. Bolm nº 69. Inst. Agron. Campinas.

COCRHAN, W.G. G.M. COX. 1957.

Experimental Designs 2ª Edition. John Wiley & Sons, New York. 560 pp.

CORTE BRILHO, C.; J.I. FIGUEIREDO; S.VASCO DE TOLEDO. 1967.

Projeto 211-C - Adubação Orgânica e Química de Mudas em Viveiro. In Experimentação Cafeeira 1929-1963. Secretaria da Agricultura. Inst. Agron. de Campinas. 292 pp.

CROCOMO, O.J. 1959.

Estudo sobre o metabolismo de uréia-C¹⁴ Aplicada às folhas de Cafeeiro (Coffea arabica L. var. Bourbon, B.Rodr. Choussy), normal e deficiente em nitrogênio. Tese de Livre Docência (mimeo) 83 pp.

_____ ; M.L. NEPTUNE. 1961.

Estudo sobre a distribuição do S³⁵ em cafeeiros (Coffea arabica L. Bourbon). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", XVIII:169-182.

_____ , L.A.M. NEPTUNE; H.REYES, Z. 1965.

Absorción de iones por las plantas. Univ. del Zulia. Facultad de Agronomía. Maracaibo, Venezuela. 187 pp.

GLORIA, N.A. de; R.A. CATANI; T. MATUO. 1965.

O método do E.D.T.A. na determinação de cálcio e magnésio trocável do solo. Revta. Agric. Piracicaba 40: 67-74.

GODOY, G.Jr. 1958.

Forçamento de mudas de café. Revta. Agric. Piracicaba 3:179-185.

_____ 1959.

Revta. Agric. Piracicaba. 34: 101-108.

GRECHUKHINA, C.A.; TIMOFEEVA G.F. 1961.

Effect of foliar application of macronutrients on the root absorption of mineral salts. Vestn Leningrad Univ. 16, no 3, Ser. Biol. 1:35-45 (Resumo).

HALLIDAY, D.J. 1961.

Foliar application of major nutrients to fruit and plantation crops. Outl. Agricul. Autumn 3 (3): 111-115.

HAVIS, J.R.; D. FLESTER; K.L. OLSEN. 1953.

Absorption of urea by coffee leaves. Turrialba 3(4): 150-156.

JACKSON, M.L. 1958.

Soil Chemical Analysis. Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall Inc. 498 pp.

KILMER, V.J. & L.T. ALEXANDER. 1949.

Methods of making mechanical analysis of soils. Soil Sci; 68: 15-26.

KRUGG, C.A. 1965.

A cafeicultura no Mundo In Cultura e Adubação do cafeeiro. Edit. Inst. Bras. de Potassa 2ª Edição - São Paulo - Brasil. 277 pp.

LOTT, W.L.; J.P. NERY; R. GALLO, J. 1956.

A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Inst. Agron. Campinas. Bolm. 79 pp. 29.

MALAVOLTA, E. 1964.

Análises químicas dos teores totais. In Curso Internacional de diagnose foliar IICA, ESALQ, Piracicaba (mimeo).

_____, 1967.

Manual de Química Agrícola. Adubos e Adubações. Biblioteca Agronômica Ceres Editorial Ceres. 2ª Edição - São Paulo - Brasil - 606 pp.

_____ & T. COURY, 1954.

Apostila de práticas de Química Agrícola - Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz" - Piracicaba (mimeo).

_____; H.P. HAAG; F.A.F. MELLO; M.O.C. BRASIL SO, 1967.

Nutrição mineral de algumas culturas tropicais. Livr. Pioneira Ed. São Paulo - Brasil - 251 pp.

- _____ ; J.D.P. ARZOLLA & H.P. HAAG. 1957.
Absorption of urea spray bu coffee leaves under field conditions.
p/ *Physiol.*, Lancaster 32:XIV (supp.)
- MENDES, H.C. e C.M. FRANCO, 1954.
Nota sôbre a aplicação de "Mu-Green" a fôlhas de cafeeiros apre-
sentando sintomas de carência de nitrogênio. *Bolm. Suptdcia.*
Serv. Café 29 (329): 17-20 - São Paulo - Brasil.
- _____ ; C.M. FRANCO; J.R. GALLO; M.V. de MORAES. 1961.
Absorção de urea pelas fôlhas do cafeeiro. *Bragantia* 20:513-528.
- MÔNACO, L.C. 1963.
Café Nôvo Mundo: sua origem e suas características. *Revta. Soc.*
Rural Bras. 43 (512): 24-25.
- MONTENEGRO, L. y AVILES PACA. 1960.
Efecto de algunos tratamientos de fertilización en almacigueras
de café. *Revta. 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. 2ª Edic. S. Paulo - Brasil -
277 pp.
- _____. 1965.
Coffee fertilizing experiments with various sources de nitrogen.
Pap. Irt. Sess. FAO tech. wkg party coffee prod. Rio de Janeiro.
(c/65) 70.
- MULLER, L.E. 1966.
Coffee Nutrition. In *Nutrition of fruit crops. Tropical, Sub-*
Tropical. Temperature Tree and small Fruits. N.F. Childers, editor.
Horticultural Publications. Rutgers. New Brunswick. N.J.
- NEPTUNE, M.L. 1956.
Efeito do fôsforo 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 -
3ª 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.; A. MORALES D. 1968.

Aplicaciones foliares de nutrientes a plantas de café criadas en viveros a plena exposición solar. Agronomía 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.

SUKUMARAN, K.M.; C.K.N. NAIR. 1966.

Investigations on the effect of foliar applications of nitrogenous fertilizers on quality constituents of chewing tobacco. (*Nicotiana tabacum* Linn). Agric. Res. J. Kerala 4 (1): 1-10.

STEEL, R.G.; JAMES H, TORRIE. 1960.

Principles and procedure of statistics with special reference to the biological sciences. McGraw hill Book Co. Inc. 520 pp.

VERLIÈRE, G. 1967.

Effets de trois sources d'azote sur l'évolution du sol, la nutrition minérale et le rendement du caféier. Café, cacao, thé 12 (2) : 139-156.

WITTWER, S.H. 1963.

Foliar applications of fertilizer. Department of Horticulture. Michigan. State University E. Lansing. Mich. USA. 60 pp.