

BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 35

Campinas, fevereiro de 1976

N.º 6

FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO NA ADUBAÇÃO QUÍMICA DO CAFEIEIRO

I — LATOSSOLO ROXO TRANSIÇÃO PARA LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, ORTO (1, 2)

F. R. PUPO DE MORAES (*), W. LAZZARINI, S. V. DE TOLEDO, G. S. CERVELLINI (*) e MAMOR FUJIWARA, *Seção de Café, Instituto Agrônômico*

SINOPSE

Nitrocálcio, salitre-do-chile, sulfato de amônio e uréia, nas doses de 75, 150, 225 e 300 quilogramas de N por hectare, foram estudados comparativamente em um experimento de adubação química nitrogenada em café mundo novo, instalado em latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto da região de Campinas, SP, em março de 1957, tendo sido efetuadas 11 colheitas de 1959 a 1969, inclusive. O nitrogênio foi aplicado parceladamente em 2, 4, 5 e 9 fracionamentos anuais durante a fase inicial do ensaio ou seja, até o ano agrícola 1963/64. A partir de então o esquema do parcelamento passou a 1, 2, 3 e 4 fracionamentos por ano. Após a colheita de 1969, os cafeeiros foram cortados a 50 cm do solo, efetuando-se em 1972 uma série de amostragens de solo e de folhas de cafeeiros, para a avaliação dos efeitos decorrentes da aplicação continuada das várias fontes de nitrogênio aplicadas.

As produções de café obtidas durante todo o transcorrer do ensaio revelaram uma reação altamente significativa e positiva para as doses crescentes de nitrogênio. O Nitrocálcio e o sulfato de amônio foram as melhores fontes de nitrogênio, tendo diferido significativamente da uréia e do salitre-do-chile. O sulfato de amônio foi inicialmente superior ao Nitrocálcio sendo, entretanto, superado por este na parte final do experimento.

Da colheita obtida no ano de 1961 foram separadas amostras de frutos provenientes das várias fontes de N estudadas, para determinação dos teores de macro e micronutrientes. Foram observadas diferenças no teor de N entre os

(1) Trabalho apresentado no 2.º Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas, MG, setembro de 1974. Recebido para publicação em 9 de julho de 1975.

(2) Pesquisa parcialmente subvencionada pelo Instituto Brasileiro do Café.

(*) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

tratamentos que receberam esse elemento e o controle não adubado. Foram observadas também diferenças nos teores de Fe e Mn nos frutos, entre as fontes de N utilizadas.

No final do experimento foi observado um efeito acidificante sobre o solo, em decorrência do emprego do sulfato de amônio, da uréia e do Nitrocálcio.

Observou-se aumento significativo nos teores de manganês e de alumínio nas folhas dos cafeeiros cultivados nas parcelas que receberam sulfato de amônio e uréia.

1 — INTRODUÇÃO

Na maioria das regiões cafeeiras do Brasil, com frequência o nitrogênio é o fertilizante que mais reage sobre a produção do café, fato que decorre da elevada exigência apresentada pela cultura em relação a dito nutriente. A indicação das fontes de nitrogênio mais adequadas para cada caso específico, a sua dosagem e forma de emprego se revestem, todavia, de uma certa complexidade, em decorrência da extrema mobilidade desse elemento no solo e da possível ocorrência de efeitos secundários negativos sobre o solo e a planta, além de suas implicações econômicas. Abruna & Chandler (1), comparando seis fontes de N na adubação mineral do cafeeiro, observaram o efeito acidificante do sulfato de amônio sobre o solo e, em consequência, uma elevação na concentração de Mn nas folhas.

Verliere (5), trabalhando com três fontes de N — sulfato de amônio, uréia e nitrato de cálcio, concluiu pela superioridade do primeiro em relação às outras duas. À mesma conclusão já havia chegado Robinson (4), que utilizou uréia e sulfato de amônio.

Lazzarini e Moraes (3) observaram em um experimento sobre fontes de nitrogênio, instalado em podzolizado de Lins e Marília, da região de Pindorama, SP, a ocorrência de sintomas de carência e de excesso de manganês nas folhas de cafeeiros, em decorrência do emprego do salitre-do-chile e Nitrocálcio (carência) e do sulfato de amônio (excesso).

Em trabalho anterior, publicado por Gallo e outros (2) e que foi realizado com material coletado no mesmo experimento de adubação utilizado para a presente pesquisa, observou-se que a obtenção de elevados rendimentos (em torno de 2.500 kg de café beneficiado por ha), esteve sempre associada a um elevado teor de N nas folhas, tendo a aplicação parcelada desse elemento efeito favorável sobre os níveis de nitrogênio na planta.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho foi instalado em março de 1957, em latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto, na região de Campinas, SP, um experimento fatorial 4³ para estudo da adubação nitrogenada em cafezal, utilizando-se para essa finalidade mudas

do cultivar mundo novo. Foram comparadas quatro fontes de nitrogênio — Nitrocálcio, sulfato de amônio, salitre-do-chile e uréia, aplicados nas doses de 75, 150, 225 e 330 kg de N por ha e por ano. Foram comparadas também quatro formas de parcelamentos de nitrogênio, fracionando-se a dose anual em 2, 4, 5 e 9 aplicações durante a primeira fase do experimento, isto é, de 1959 a 1963. A partir do ano de 1964, não tendo sido observada uma vantagem apreciável para o maior número de parcelamentos, o esquema de fracionamento foi alterado para 1, 2, 3 e 4 aplicações anuais.

A parcela experimental era constituída de 16 plantas (covas) dispostas em quatro linhas de quatro plantas.

O espaçamento empregado foi o de 3x2 m, com quatro plantas por cova. A área total do experimento era de 6.815 m², correspondente a 64 parcelas e 1024 plantas.

No plantio as covas foram adubadas com 266 g de superfosfato triplo. A primeira adubação potássica, 25 g de KCl, foi efetuada em 26/4/58, fazendo-se nova aplicação de igual dose em 16/9/58, juntamente com 40 g de superfosfato simples. As adubações fosfatadas e potássicas subseqüentes foram efetuadas nas bases estabelecidas no plano experimental.

A primeira adubação nitrogenada foi efetuada em maio de 1958, empregando-se as seguintes quantidades, por cafeeiro, de cada uma das fontes de N estudadas:

Salitre-do-chile	72 g
Uréia	25 g
Nitrocálcio	55 g
Sulfato de amônio	55 g

No ano agrícola 1957/58 — empregou-se em todo o ensaio exclusivamente a dose 1 de N (75 kg por ha) subdividida de acordo com o esquema de fracionamentos e nos meses seguintes:

- 2 vezes — outubro e fevereiro
- 4 vezes — outubro, dezembro, fevereiro e abril
- 5 vezes — outubro, dezembro, fevereiro, abril e julho
- 9 vezes — outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio e julho.

Quando no esquema fatorial a dose 4 deveria ser aplicada no menor número de fracionamentos, ou seja, duas vezes por ano até 1963 e uma vez por ano a partir de 1964, este tratamento foi anulado, transformando-se no nível 0 de N e conservando apenas a adubação básica PK.

No ano agrícola 1959/60 foram aplicadas as doses 1, 2, 3 e 4 de N, respectivamente 75, 150, 225 e 300 kg por ha. Apenas a dose 3, quando parcelada em duas vezes, deixou de ser aplicada, sendo substituída pela dose 2.

A partir do ano agrícola 1960/61 as adubações passaram a ser efetuadas exatamente de acordo com o plano experimental. A adubação potássica e fosfatada passou a ser feita desde então nas bases de 90 g de K_2O e 40 g de P_2O_5 por planta/ano.

Desde o início do experimento até 1968, inclusive, as fontes de N aplicadas não sofreram qualquer alteração apreciável na sua composição, apresentando os seguintes teores médios em N:

	% de N
Nitrocálcio	20,5
Salitre-do-chile	15,5
Sulfato de amônio	20,0
Uréia	45,0

A partir de 1968, entretanto, o Nitrocálcio fabricado pela Petrobrás passou a ser distribuído com 27% de N, em consequência da diminuição da porcentagem de cálcio utilizado na sua composição, a qual baixou de 42 para 20, passando também esse fertilizante a ter uma ação acidificante sobre o solo, conforme verificado no final do experimento.

A partir do ano agrícola 1964/65, em consequência da pequena reação observada, o esquema de fracionamentos do nitrogênio passou a ser feito em 1, 2, 3 e 4 parcelamentos anuais, efetuados nos seguintes meses:

- 1 vez — dezembro
- 2 vezes — outubro e fevereiro
- 3 vezes — outubro, fevereiro e abril
- 4 vezes — outubro, dezembro, fevereiro e abril.

Os dados de produção de café foram baseados na colheita dos quatro cafeeiros localizados na parte interna de cada parcela, desprezando-se as plantas marginais externas. O rendimento em café beneficiado foi calculado com base em amostras retiradas do café da colheita dos vários tratamentos, as quais foram secas e processadas separadamente.

Após a colheita de 1969, todas as plantas do ensaio foram cortadas a 50 cm de altura do solo. No ano agrícola 1969/70, foram utilizadas as quatro fontes de N do plano, porém somente na dose de 75 kg por ha e sempre em quatro fracionamentos. No ano seguinte (1970/71) empregaram-se as doses 1 e 2, sendo esta última aplicada nas parcelas que anteriormente vinham recebendo as doses 2, 3 e 4 de N, o mesmo ocorrendo no ano subsequente.

Para determinar o efeito das aplicações sucessivas das quatro fontes de N aplicadas sobre o solo e sobre o cafeeiro, em dezembro de 1972 foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 a 8 cm, em todo o ensaio.

De cada parcela correspondente às quatro fontes de N e à dose 2, equivalente a 150 kg por ha e por ano, foram coletadas duas amostras-compostas, formadas cada uma pela mistura de nove subamostras coletadas com o auxílio de trado.

As amostras assinaladas com a letra S foram coletadas junto à projeção da copa dos cafeeiros e nos pontos onde era feita a aplicação do adubo nitrogenado. As amostras assinaladas com a letra C foram coletadas no centro das ruas e, portanto, em pontos mais afastados dos locais adubados. As análises de solo foram efetuadas pela Seção de Fertilidade do Solo, do Instituto Agrônomo.

Na mesma época, foram coletadas amostras de folhas nas mesmas parcelas, para análise foliar, determinando-se os teores em Al e Mn.

Da colheita obtida em 1961 foram separadas amostras de frutos dos tratamentos correspondentes às várias fontes de nitrogênio, para análise, determinando-se os teores, separadamente para a casca e semente, de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Fe, Zn e B. Essas análises, bem como aquelas para a determinação de Al e Mn nas folhas, foram efetuadas pela Seção de Química Analítica, do Instituto Agrônomo.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos quadros 1, 2, 3, 4 e 5 são apresentadas as produções, em quilogramas de café beneficiado por planta, obtidas no experimento respectivamente durante os biênios 1961/62, 1963/64, 1965/66, 1967/68 e no quadriênio 1966/69.

As produções obtidas por fonte de nitrogênio e por dose de N, em quilogramas por planta e por hectare, por biênios no período 1959/68 e no quadriênio 1966/69, são apresentadas respectivamente nos quadros 6 e 7.

Nos quadros 8 e 9 são apresentados os resultados das análises de solo e de folhas de cafeeiros, baseados em amostras coletadas e parcelas representativas das várias fontes de N empregadas.

Os resultados das análises de frutos — casca e semente, em função das fontes de N empregadas na adubação, são apresentados nos quadros 10, 11 e 12 e compreendem, respectivamente, os teores em macronutrientes — N, P, K, Ca, Mg e S; em micronutrientes — Fe, Mn, Cu, Zn, Mo e B, e as quantidades dos elementos citados, extraída por uma colheita de 4.000 quilos de frutos secos de café, equivalentes a 100 sacos de 100 litros de café em côco.

Análise estatística — As produções de café foram reunidas em biênios, para evitar as diferenças causadas pelo ciclo bienal normalmente apresentado pelo cafeeiro. Foram também analisadas as produções obtidas no quadriênio 1966-1969.

QUADRO 1. — Fontes, doses e fracionamento de nitrogênio na adubação do café: produção acumulada de café beneficiado, em quilogramas por planta, no biênio 1961-1962(*)

Dose de N kg/ha	Fraciona- mento	FONTE DE N				Média
		Uréia	Sulfato de amônio	Salitre- -do-Chile	Nitro- cálcio	
75	2	1,664	1,277	2,175	1,512	1,657
75	4	1,641	2,066	1,996	2,214	1,979
75	5	1,775	1,773	2,572	1,270	1,848
75	9	1,623	2,195	2,095	2,323	2,059
150	2	1,739	1,772	1,168	2,321	1,750
150	4	1,457	2,013	2,161	2,243	1,969
150	5	1,487	1,887	1,328	1,502	1,551
150	9	1,686	2,195	1,941	1,887	1,927
225	2	1,728	1,869	2,245	1,859	1,925
225	4	1,950	1,723	1,403	2,145	1,805
225	5	1,716	2,228	2,153	2,402	2,125
225	9	1,670	2,387	1,318	2,263	1,910
—	—	—	—	—	—	—
300	4	2,163	2,255	1,896	2,354	2,167
300	5	1,634	2,234	2,322	2,359	2,137
300	9	2,327	2,382	2,098	2,282	2,272
Sem nitrogênio		—	—	—	—	0,713

(*) As produções representam a média dos anos 1961 e 1962.

QUADRO 2. — Fontes, doses e fracionamento de nitrogênio na adubação do café: produção acumulada de café beneficiado, em quilogramas por planta, no biênio 1963-1964(*)

Dose de N kg/ha	Fraciona- mento	FONTE DE N				Média
		Uréia	Sulfato de amônio	Salitre- -do-Chile	Nitro- cálcio	
75	2	1,328	1,377	1,145	1,437	1,322
75	4	1,187	1,491	1,369	2,145	1,548
75	5	1,637	1,532	0,932	0,818	1,230
75	9	1,695	2,259	2,041	2,509	2,126
150	2	1,823	1,904	1,160	2,331	1,805
150	4	1,423	2,145	1,722	2,012	1,826
150	5	1,709	1,772	1,282	1,068	1,458
150	9	1,741	1,927	2,023	1,859	1,888
225	2	1,618	1,945	1,904	1,664	1,783
225	4	2,010	2,064	1,446	2,440	1,990
225	5	2,127	2,173	2,041	2,400	2,185
225	9	1,950	2,463	1,445	2,504	2,091
—	—	—	—	—	—	—
300	4	1,678	2,727	1,382	2,354	2,035
300	5	2,287	2,700	1,972	2,214	2,293
300	9	2,823	2,968	2,005	2,618	2,603
Sem nitrogênio		—	—	—	—	0,641

(*) As produções representam a média dos anos 1963 e 1964.

QUADRO 3. — Fontes, doses e fracionamento do nitrogênio na adubação do cafeeiro: produção acumulada de café beneficiado, em quilogramas por planta, no biênio 1965-1966(*)

Dose de N kg/ha	Fraciona- mento	FONTE DE N				Média
		Uréia	Sulfato de amônio	Salitre- -do-Chile	Nitro- cálcio	
75	1	2,548	2,741	3,747	2,873	2,977
75	2	2,854	2,006	2,685	3,208	2,838
75	3	3,146	3,455	2,174	2,181	2,739
75	4	2,213	2,845	3,478	3,187	2,931
150	1	3,623	3,665	3,136	3,947	3,593
150	2	3,015	3,274	3,006	3,870	3,291
150	3	3,912	3,606	3,152	2,671	3,335
150	4	—	3,675	3,201	3,512	3,399
225	1	3,046	3,838	4,292	4,185	3,964
225	2	4,246	2,782	2,440	4,620	3,358
225	3	3,543	4,148	3,171	3,893	3,749
225	4	3,590	4,300	2,992	4,197	3,869
—	—	3,783	—	—	—	—
300	2	3,966	3,950	3,334	3,857	3,738
300	3	—	4,214	3,768	4,992	4,217
300	4	3,790	4,347	3,942	3,926	4,115
Sem nitrogênio		3,893	—	—	—	1,026

(*) As produções representam a média dos anos 1965 e 1966.

QUADRO 4. — Fontes, doses e fracionamento de nitrogênio na adubação do cafeeiro: produção acumulada de café beneficiado, em quilogramas por planta, no biênio 1967-1968(*)

Dose de N kg/ha	Fraciona- mento	FONTE DE N				Média
		Uréia	Sulfato de amônio	Salitre- -do-Chile	Nitro- cálcio	
75	1	1,258	1,895	2,435	1,876	1,866
75	2	1,978	1,740	1,908	2,515	2,035
75	3	1,898	1,801	1,768	1,825	1,823
75	4	1,456	1,576	2,375	2,806	2,053
150	1	2,318	2,768	2,291	2,825	2,551
150	2	2,221	2,661	1,970	2,678	2,383
150	3	2,278	2,278	1,608	1,648	1,953
150	4	2,233	2,671	2,608	2,598	2,528
225	1	2,055	2,790	3,066	2,728	2,660
225	2	2,731	2,463	2,311	2,986	2,623
225	3	2,816	2,746	2,438	3,178	2,795
225	4	2,391	3,608	2,000	3,345	2,836
—	—	—	—	—	—	—
300	2	2,538	2,841	2,518	3,335	3,054
300	3	2,615	2,791	2,758	4,053	2,808
300	4	3,845	3,296	3,130	2,753	3,256
Sem nitrogênio		—	—	—	—	0,969

(*) As produções representam a média dos anos 1967 e 1968.

QUADRO 5. — Fontes, doses e fracionamento de nitrogênio na adubação do cafeeiro: produção acumulada de café beneficiado, em quilogramas por planta, no quadriênio 1966-1969(*)

Dose de N kg/ha	Fraciona- mento	FONTE DE N				Média
		Uréia	Sulfato de amônio	Salitre- do-Chile	Nitro- cálcio	
75	1	0,677	0,918	1,087	0,895	0,894
75	2	0,920	0,830	0,901	1,108	0,940
75	3	0,893	0,919	0,764	0,793	0,842
75	4	0,686	0,780	1,740	1,138	1,086
150	1	1,102	1,352	0,977	1,241	1,168
150	2	1,001	1,158	0,763	1,254	1,044
150	3	1,004	1,166	0,779	0,903	0,988
150	4	1,041	1,196	1,068	1,052	1,089
225	1	0,966	1,295	1,407	1,244	1,228
225	2	1,241	1,034	0,909	1,354	1,135
225	3	1,192	1,042	0,924	1,292	1,113
225	4	1,244	1,453	0,857	1,435	1,247
—	—	—	—	—	—	—
300	2	1,210	1,274	0,945	1,511	1,235
300	3	1,207	1,349	3,122	1,413	1,273
300	4	1,747	1,578	1,240	1,381	1,487
Sem nitrogênio		—	—	—	—	0,396

(*) As produções representam a média dos anos 1966 a 1969.

QUADRO 6. — Fontes de nitrogênio na adubação do cafeeiro: produções de café beneficiado (média anual), por biênios, no período 1959/68 e no quadriênio 1966/69, por fonte de N e em kg por planta e por hectare, em latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto(*)

PERÍODO	FONTE DE N				d. m. s.
	Uréia	Sulfato de amônio	Salitre- do-Chile	Nitro- cálcio	
1959 + 1960	kg/planta 0,667 ab	0,718 a	0,598 b	0,718 a	0,115
	kg/ha 1112	1198	1997	1198	
1961 + 1962	kg/planta 0,881 c	1,056 a	0,920 abc	1,052 ab	0,165
	kg/ha 1198	1760	1616	1753	
1963 + 1964	kg/planta 0,928 bc	1,093 a	0,814 c	1,039 ab	0,158
	kg/ha 1547	1821	1365	1732	
1965 + 1966	kg/planta 1,728 abc	1,800 ab	1,557 c	1,838 a	0,204
	kg/ha 2880	3000	2595	3064	
1967 + 1968	kg/planta 1,204 ab	1,270 ab	1,142 b	1,405 a	0,221
	kg/ha 2028	2016	1903	2346	
Quadriên. 1966/1969	kg/planta 1,124 ab	1,148 ab	1,001 b	1,220 a	0,147
média an. kg/ha	1873	1913	1668	2033	

(*) As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente.

QUADRO 7. — Doses de nitrogênio na adubação do cafeeiro: produções médias por ano, por biênios no período 1959/68, e no quadriênio 1966/69, por dose de N, em kg por planta e por hectare, em café beneficiado, latossolo roxo, transição para latossolo vermelho amarelo orto

PERÍODO	DOSE DE N EM kg/ha					d. m. s.	
	0	75	150	225	300		
1961 + 1962	kg/planta	0,357	0,981	0,908	0,974	1,096	0,165
	kg/ha	594	1635	1514	1623	1827	
1963 + 1964	kg/planta	0,321	0,818	0,862	1,045	1,156	0,158
	kg/ha	534	1363	1437	1741	1926	
1965 + 1966	kg/planta	0,513	1,418	1,664	1,830	2,012	0,204
	kg/ha	855	2364	2774	3049	3453	
1967 + 1968	kg/planta	0,485	0,985	1,144	1,376	1,520	0,221
	kg/ha	808	1642	1907	2293	2533	
1966 + 1969	kg/planta	0,396	0,956	1,040	1,165	1,331	0,147
	kg/ha	662	1593	1733	1942	2218	

QUADRO 8. — Efeitos da fonte e dose de nitrogênio sobre o pH, $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ e Al^{3+} de um latossolo roxo da região de Campinas, após 12 anos de adubação na base de 150 kg de N por ha. (Cada valor numérico representa a média de nove subamostras). Amostragem efetuada em dezembro de 1972

TRATAMENTO	Local da Amostra	pH	Ca ++ + Mg ++	Al +++
Sem N	S	6,2	5,2	—
	C	6,4	5,8	—
Nitrocálcio	S	5,0	2,2	—
	C	6,1	4,0	—
Salitre-do-chile	S	5,8	2,1	—
	C	6,3	4,7	—
Sulf.º de amônio	S	4,3	0,7	1,5
	C	4,9	2,9	—
Uréia	S	4,4	1,2	0,9
	C	5,5	4,6	—

(*) S — Amostra retirada em pontos adubados; C — Amostra retirada em pontos não adubados.

QUADRO 9. — Concentração de manganês e alumínio nas folhas de cafeeiros cultivados em latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto, expressos em ppm sobre o peso seco e em relação à aplicação de diferentes fontes de N na adubação. Cada valor numérico representa uma repetição do respectivo tratamento

FONTE DE N	Mn	Al
Nitrocálcio	245	208
	207	212
	245	204
	315	207
Média	253	208
Uréia	516	275
	554	258
	400	270
	561	260
Média	508	266
Salitre-do-chile	174	260
	125	264
	136	258
	207	270
Média	161	263
Sulfato de amônio	559	349
	523	312
	561	333
	542	357
Média	546	332
Sem N	—	224
	190	230

d.m.s. — Para Mn — 48,20

Para Al — 21,04

QUADRO 10. — Concentração de macronutrientes nos frutos de cafeeiros cultivados em latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto, expressos em porcentagem sobre o peso seco e em relação à aplicação de diferentes fontes de N na adubação. Cada valor numérico representa a média de quatro análises

TRATAMENTO	Natureza das Amostras	N	P	K	Ca	Mg	S
S/nitrogênio	sementes	1,78	0,13	1,81	0,08	0,20	0,12
	cascas	0,63	0,14	2,62	0,20	0,08	0,13
	frutos	1,21	0,14	2,21	0,14	0,15	0,13
Nitrocálcio	sementes	2,04	0,14	1,82	0,09	0,22	0,14
	cascas	1,20	0,10	2,72	0,25	0,13	0,13
	frutos	1,62	0,12	2,27	0,17	0,18	0,14
Sal.-do-chile	sementes	2,04	0,13	1,84	0,09	0,22	0,14
	cascas	1,19	0,11	2,60	0,22	0,12	0,12
	frutos	1,62	0,12	2,21	0,16	0,17	0,13
Sulf. de amônio	sementes	1,88	0,14	1,76	0,11	0,21	0,13
	cascas	1,64	0,11	2,65	0,21	0,09	0,12
	frutos	1,76	0,12	2,19	0,16	0,15	0,13
Uréia	sementes	2,06	0,14	1,78	0,10	0,20	0,12
	cascas	1,18	0,11	2,77	0,22	0,12	0,12
	frutos	1,64	0,12	2,26	0,16	0,17	0,12

QUADRO 11. — Concentração de micronutrientes nos frutos de cafeeiros cultivados em latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto, expressos em ppm, em relação à aplicação de diferentes fontes de N na adubação. Cada valor numérico representa a média de quatro análises

TRATAMENTO	Natureza das Amostras	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	B
Sem N	sementes	92	15	18	27	0,06	12
	cascas	926	40	16	30	0,06	29
	frutos	504	27	17	28	0,06	20
Nitrocálcio	sementes	109	7	15	15	0,04	10
	cascas	1567	51	15	37	0,06	29
	frutos	828	28	15	26	0,05	19
Sal.-do-chile	sementes	103	35	14	24	0,03	10
	cascas	1167	44	14	49	0,06	28
	frutos	625	39	14	37	0,05	19
Sulf. de amônio	sementes	196	49	23	42	0,03	12
	cascas	2292	104	16	49	0,06	33
	frutos	1225	76	20	45	0,04	22
Uréia	sementes	207	49	19	28	0,04	11
	cascas	2958	99	17	50	0,06	33
	frutos	1528	73	18	39	0,05	22

QUADRO 12. — Quantidades de elementos extraídos por uma colheita de 4.000 quilogramas de frutos secos obtidos de cafeeiros cultivados em latossolo roxo transição para latossolo vermelho-amarelo, orto, em relação à aplicação de diferentes fontes de N na adubação. Cada unidade numérica representa a média de quatro análises

TRATAMENTO	MACRONUTRIENTE					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca O	MgO	S
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Sem N	48,48	12,36	106,68	7,88	9,72	5,08
Nitrocálcio	64,96	10,80	109,20	9,52	11,88	5,44
Salitre-do-chile	64,88	11,16	106,52	8,88	11,28	5,28
Sulf.º de amônio	70,40	11,36	105,72	8,96	10,00	5,16
Uréia	65,60	11,36	108,80	9,00	11,08	4,84
	MICRONUTRIENTE					
	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	B
	g	g	g	g	g	g
Sem N	2018	109	68	114	0,23	80
Nitrocálcio	3310	113	59	103	0,21	77
Salitre-do-chile	2500	157	56	146	0,18	74
Sulf.º de amônio	2899	304	78	181	0,17	88
Uréia	6110	292	71	154	0,18	86

Tendo em vista que, quando coincidente no esquema fatorial com o menor número de fracionamentos, a dose 4 de N foi anulada, tornando-se nível 0 para esse elemento, os dados foram reunidos em dois grupos. No 1.º grupo foram reunidas as doses 1, 2 e 3 de N, em quatro parcelamentos. No 2.º grupo foram reunidas as quatro doses de N em três parcelamentos, ou seja, 4, 5 e 9 vezes no início e 2, 3 e 4 a partir da colheita de 1965.

O salitre-do-chile, em contraste com as demais fontes de N, mostrou uma diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade nos 1.º, 3.º, 4.º e 5.º biênios e no quadriênio, sendo inferior ao nitrocálcio, sulfato de amônio e uréia. No 2.º quadriênio o salitre apenas não diferiu da uréia.

Os testes de Tukey para fontes, ao nível de 5%, revelaram que a uréia apresentou produções significativamente inferiores ao Nitrocálcio em todos os biênios e durante o quadriênio. Foi também inferior ao sulfato de amônio no 1.º, 2.º, 3.º e 4.º biênios, dele não diferindo no 5.º biênio e no quadriênio.

O sulfato de amônio apresentou médias superiores às obtidas com o Nitrocálcio no 1.º, 2.º e 3.º biênios, sendo inferior a esta fonte no 4.º e 5.º biênios e no quadriênio, segundo o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os efeitos lineares para doses de N foram positivos e significativos ao nível de 1% de probabilidade para a uréia, o Nitrocálcio e o sulfato de amônio nos 3.^o, 4.^o e 5.^o biênios e no quadriênio; os efeitos quadráticos não foram significativos. O nitrocálcio apresentou efeito linear positivo e significativo para doses ao nível de 5% de probabilidade também para o 1.^o e 2.^o biênios.

As demais fontes não apresentaram efeitos significativos nesses biênios, não sendo também significativos os efeitos quadráticos.

O salitre-do-chile apresentou efeito linear e positivo para doses ao nível de 5% no 4.^o e 5.^o biênios. Para os demais biênios e para o quadriênio não houve significância. O efeito quadrático foi significativo e positivo ao nível de 1% de probabilidade apenas para o quadriênio, não sendo significativo para os biênios.

Pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, a dose de 300 kg de N por ha apresentou uma produção superior às demais, durante todos os períodos analisados, exceto no biênio 1967/68, quando confundiu-se com a dose de 225 kg de N por ha.

Os parcelamentos não apresentaram efeitos de aumento sobre as produções. Foram obtidos efeitos positivos e significativos ao nível de 1% de probabilidade para o efeito quadrático dos parcelamentos do Nitrocálcio no 1.^o e 3.^o biênios e para o efeito linear do salitre-do-chile no quadriênio. Para todos os outros efeitos não houve significância estatística.

As análises de terra, efetuadas após o encerramento do ensaio, revelaram uma acidificação do solo para todas as fontes de N empregadas. O índice pH baixou apenas ligeiramente nas parcelas adubadas com o salitre-do-chile, sendo o efeito do Nitrocálcio um pouco mais evidente.

O efeito acidificante do sulfato de amônio e da uréia foi bem mais acentuado e esteve correlacionado com uma forte redução dos teores de Ca^{++} + Mg^{++} e elevação no teor de Al^{+++} .

Nas folhas, observou-se uma diferença significativa entre os teores de manganês encontrados nas parcelas adubadas com o sulfato de amônio e com uréia, relativamente às parcelas que receberam Nitrocálcio e salitre. Este tratamento diferiu também do tratamento com Nitrocálcio, quanto à concentração de Mn nas folhas. As parcelas adubadas com o sulfato de amônio apresentaram também teores de Al significativamente mais elevados, relativamente às demais fontes de N.

O teor de N nos frutos foi significativamente superior nas parcelas adubadas com N, relativamente àquelas que não receberam esse elemento. Os teores de Fe e Mn nas sementes foi significativamente superior nas parcelas adubadas com o sulfato de amônio e uréia, relativamente às demais fontes de N empregadas.

4 — CONCLUSÕES

Os resultados possibilitam as seguintes conclusões:

a) As produções de café obtidas durante todo o período do experimento revelaram uma reação altamente significativa, positiva e de natureza linear para as doses crescentes de nitrogênio.

b) O Nitrocálcio e o sulfato de amônio foram significativamente superiores à uréia e ao salitre-do-chile.

c) O fracionamento do nitrogênio não apresentou resultados significativos sobre a produção.

d) O sulfato de amônio e a uréia mostraram, no final do experimento, uma acentuada ação acidificante sobre o solo nas parcelas adubadas com esses fertilizantes. A ação acidificante provocada pelo emprego do Nitrocálcio foi menos pronunciada.

e) O teor de manganês nas folhas dos cafeeiros foi significativamente superior nas parcelas adubadas com sulfato de amônio e uréia, relativamente àquelas que receberam o Nitrocálcio e o salitre-do-chile.

f) O teor de alumínio nas folhas foi significativamente mais alto nas parcelas que receberam sulfato de amônio, comparativamente aos demais tratamentos do experimento.

g) As parcelas que receberam adubos nitrogenados apresentaram, nos frutos, teor em N significativamente mais elevado em relação àquelas que não receberam este nutriente.

h) Os teores de Fe e de Mn nas sementes de café foram significativamente mais elevados nos tratamentos que receberam o sulfato de amônio e uréia.

NITROGEN FERTILIZERS FOR COFFEE — I — RED LATOSOL TRANSITION
TO CLAY RED YELLOW LATOSOL

SUMMARY

The following sources of nitrogen were studied in a field experiment with coffee plant: Ammonium nitrate with lime (ANI), Ammonium sulphate, Chilean nitrate and urea, in doses corresponding to 75, 150, 225, and 300 kilograms of element per hectare.

The soil was a Red Latosol transition to Clay Red — Yellow Latosol from the area of Campinas County, State of São Paulo.

The experiment was installed in March, 1957 and the yield records collected from 1959 to 1969.

The total annual doses were split into 2, 4, 5, and 9 applications until 1963/64, and into 1, 2, 3, and 4 applications from that year on to the end of the experiment.

Shortly after the 1969 picking, the plants were cut down to the height of about 50 centimeters, for renewing of the aerial parts.

In 1972 a series of soil and leaf samples were taken for analysis and study of the residual effects of the fertilizers.

The yields showed a very significant increase with increasing doses of nitrogen.

ANL and ammonium sulphate were significantly superior to the urea and Chilean nitrate.

The ammonium sulphate was superior to ANL during several years but in the last few years of the experiment this situation was reversed, with ANL giving higher yields.

The mineral analysis of the fruits showed that the nitrogen, iron, and manganese contents varied with the source of nitrogen employed.

The use of ammonium sulphate, urea and ANL lowered the pH of the soil; the manganese and aluminum content of the leaves increased when ammonium sulphate or urea was used.

LITERATURA CITADA

1. ABRUNA, F. & VICENTE-CHANDLER, J. Effects of six sources of nitrogen on yields, soil acidity, and leaf composition of coffee. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 47:41-46, 1963.
2. GALLO, J. R.; HIROCE, R.; BATAGLIA, O. C. & MORAES, F. R. P. Teores de nitrogênio em folhas de cafeeiro em relação à adubação química. *Bragantia* 30:169-178, 1971.
3. LAZZARINI, W. & MORAES, F. R. P. Ensaio qualitativo, quantitativo e de fracionamento do nitrogênio. In "Experimentação Cafeeira — 1929-1963". Campinas, Instituto Agrônomo, 1967. p.178-194.
4. ROBINSON, J. B. D. Nitrogen studies in a coffee soil. III. The comparative efficiency of ammonium sulphate and urea fertilizers in the presence and absence of an organic mulch measured in terms of crop yield. *J. Agric. Sci., Cambridge* 56:61-64, 1961.
5. VERLIERE, G. Effets de trois sources d'azote sur l'évolution et le rendement du caféier. 1.^a Reunião da FAO sobre Produção e Proteção do Café. Rio de Janeiro-GB, Doc. Ce/65/32, 1965. (Mimeografado)