

ÂNGELA MARIA CANGIANI FURLANI
Engenheira Agrônoma
Instituto Agronômico do Estado
Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE CLORETO E DE SULFATO DE POTÁSSIO
NA NUTRIÇÃO DO CAFEEIRO (Coffea arabica 'Catuaí')

*Dissertação de Mestrado apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de
São Paulo.*

ORIENTADOR: Prof. Dr. Renato Amílcare Catani

PIRACICABA - ESTADO DE SÃO PAULO

1973

A meus pais

A meu esposo e a meu filho

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Renato Amílcare Catani, pela orientação dada ao trabalho.

Ao Eng. Agr. Ferdinando Roberto Pupo de Moraes, pela concessão do material necessário à instalação do experimento e por possibilitar a realização do mesmo na Seção de Café do Instituto Agronômico.

Ao Eng. Agr. Coaracy Moraes Franco, pelas sugestões e pela colaboração no trabalho fotográfico.

Ao Eng. Agr. José Romano Gallo, pelas facilidades concedidas e pela revisão do texto.

Aos Engs. Agrs. Dr. Ondino Cleante Bataglia, Dr. Rúter Hiroce, Pedro Roberto Furlani e ao PhD. Dunalvo dos Santos pelas sugestões e revisão do texto.

Aos funcionários da Seção de Química Analítica do Instituto Agronômico, pela colaboração.

Ao Senhor Raphael Pompeo de Camargo, pelos desenhos.

Ao Instituto Brasileiro do Café e ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico, pelos auxílios concedidos ao Instituto Agronômico, através de convênios.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas, pela concessão das bolsas de Pós-Graduação e de Pesquisador Assistente, nível B.

ÍNDICE

	página
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA	7
3 - MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. - Parte experimental	10
3.2. - Análises químicas	13
3.3. - Análise estatística	13
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
Concentração de cloro nas folhas em função dos tratamen <u>tos</u>	15
Concentração de potássio nas folhas em função dos trata <u>mentos</u>	30
Concentração de enxofre nas folhas em função dos trata <u>mentos</u>	36
Concentração de cálcio e magnésio nas folhas em função dos tratamentos	37

Concentração de nitrogênio e fósforo nas folhas em função dos tratamentos	39
Concentração de micronutrientes nas folhas e caules em função dos tratamentos	40
Resultados da análise estatística	45
5 - CONCLUSÕES	51
6 - RESUMO	53
7 - SUMMARY	55
8 - LITERATURA CITADA	57

1 - INTRODUÇÃO

O cloro é encontrado na crosta terrestre na proporção de 314 ppm (RANKAMA & SAHAMA, 1968). Nas plantas ocorre em quantidade relativamente grande em comparação com os demais micronutrientes. EATON (1966) compilou dados sobre a concentração de cloro em mais de 40 espécies e verificou uma variação de menos de 0,01% a mais de 5% na matéria seca.

Inúmeros autores vêm contribuindo, desde há muito tempo, para o esclarecimento da função do íon cloreto no metabolismo da planta. CHENIAE (1970), na revisão bibliográfica de seu trabalho, citou inúmeros pesquisadores que demonstraram que a evolução do O_2 na fotossíntese é dependente da presença do íon cloreto. Entretanto, os primeiros experimentos permitiram concluir que era essencial para o processo fotoquímico primário de evolução do O_2 (fotossistema I), teoria esta deixada de lado atualmente. Mais recentemente, outros pesquisadores localizaram os efeitos da depleção do íon cloreto dentro do fotossistema II, o que foi também comprovado por CHENIAE (1970). O íon cloreto atua estimulando o transporte de elétrons dentro do fotossistema II. O manganês também está envolvido nesse passo da fotossíntese.

Já há alguns anos vem-se observando que o efeito do cloro na nutrição tem relevada importância para as cultu

ras, principalmente em regiões excessivamente pobres do elemento. Assim, OLLAGNIER & OCHS (1971) observaram um aumento crescente da produção, em plantações de palmeiras e coqueiros, pelo aumento da dose de cloreto de potássio aplicada. Este experimento foi levado a efeito em diversas regiões da América, África, Ásia e Oceania. Pela análise foliar, determinaram uma correlação positiva entre o aumento na produção e o teor de cloro nas folhas. Essa correlação não foi observada para o potássio.

Entretanto, devido ao uso crescente de adubos potássicos clorados na maior parte das culturas, vem se acentuando o problema inverso, que se constitui no excesso de cloro nas plantas.

EATON (1966) apresentou dados compilados de inúmeros autores, acima dos quais as plantas exibiam sintomas de toxicidez. Em abacateiros, esses limites nas folhas variaram desde 0,22% até 1,48%. Em pomelo de 1,28% a 2,77%, em batata 5,35%, em arroz de 1,85% a 2,12%, etc. BERNSTEIN & HAYWARD (1958) e EPSTEIN & JEFFERIES (1964) observaram também essas diferentes capacidades de tolerância entre espécies e mesmo entre variedades ou linhagens.

Além da tolerância, o aparecimento ou não de sintomas de toxicidez depende dos diversos mecanismos envolvidos na absorção e transporte desse íon.

KUIPER (1968) observou uma estreita correlação entre a composição dos lipídios transportadores e a acumulação de cloreto, nas folhas de estacas de videiras. Nas variedades com menor capacidade de acumulação, os lipídios das raízes se constituíam por fosfatidilcolina e fosfatidiletanolamina (fração rica em ácidos graxos saturados de cadeia longa). Nas variedades com a maior acumulação, os lipídeos das raízes se constituíam por diglicerídeos de monogalactose (fração rica em ácidos graxos poli-insaturados).

HIATT (1967) verificou que as raízes de cevada absorvem maior quantidade de Cl^- que de K^+ , de soluções de concentração igual ou menor a 10^{-4}M . De soluções de concentração superior a 10^{-3}M , o K^+ é absorvido em maior proporção que o Cl^- . Na absorção de íons de soluções de K_2SO_4 , independente -mente da concentração da solução, a absorção de K^+ sempre excedeu a de SO_4^{2-} , sendo esta última negligível em comparação com a absorção de Cl^- .

Esses fenômenos na absorção do K^+ e do Cl^- , podem ser explicados pelo mecanismo duplo de absorção: o mecanismo de alta afinidade ou baixa concentração que atua no plasmalema e é bastante seletivo, e o mecanismo de baixa afinidade ou alta concentração que atua no tonoplasto e é pouco seletivo (EPS TEIN, 1966; LEGGETT, 1968; LATIES, 1969; MAC ROBBIE, 1971; PITMAN, 1971). Então, a absorção de Cl^- no plasmalema é bas

tante intensa, enquanto que o catión é repellido ou pouco absorvido. No tonoplasto, não há seletividade e tanto o K^+ como o Cl^- , são ativamente transportados do citoplasma para o vacúolo (PIERCE & HIGINBOTHAM, 1970). Além disso, foi verificado que esses dois mecanismos estão relacionados com o potencial elétrico da célula (diferença de potencial entre o citoplasma e o vacúolo) e foi sugerido que possivelmente um hormônio esteja envolvido na regulação desse potencial (PITMAN et al., 1971). Essa cinética foi também estudada por CRAM & LATIES (1971).

Entretanto, NISSEN (1971) estudando a absorção do SO_4^{2-} , obteve dados que indicaram não haver uma dualidade de mecanismos implicada nessa absorção. Para uma série de concentrações (acima e abaixo de $10^{-3}M$) observou isotermas multifásicas, cada fase obedecendo a cinética de Michaelis-Menten.

Quanto às consequências da acumulação excessiva de íons cloreto dentro da planta, a primeira delas talvez seja o gasto extra de energia no transporte desses íons, com redução no crescimento, pois foi sugerido que o influxo de Cl^- é dependente da energia fornecida pela fosforilação oxidativa (LIVNE & LEVIN, 1967; ROBINSON & SMITH, 1970). Esses autores constataram em folhas de ervilhas e citrus, respectivamente, que o influxo é proporcional à concentração externa e quanto maior essa concentração, maior a elevação na taxa de respiração dessas plantas.

PITMAN et al. (1971) observaram correlações inversas entre a concentração de KCl e a concentração de açúcares dentro da célula. Explicam dizendo que esses íons inibem o transporte de açúcar no interior da célula, o que deveria provocar um aumento no nível de açúcar do citoplasma. Mas esse açúcar seria então consumido, aumentando a respiração, fornecendo assim energia para o transporte dos íons.

Então, mais especificamente, parece ser o ATP a fonte de energia para o transporte desses íons e foi observado um aumento na atividade da ATPase, proporcional ao aumento da concentração de Cl^- e de K^+ . FISHER et al. (1970) constataram em diversas gramíneas, um alto coeficiente de correlação entre o fluxo de íons K^+ e a atividade da ATPase (0,94). PORATH & MAYBER (1971) observaram em ervilha, um aumento na atividade da ATPase com o aumento da concentração de Cl^- e um de créscimo proporcional no nível de ATP. Com o SO_4^{2-} não foi observada essa correlação.

Além disso, o excesso de Cl^- parece influir no metabolismo dos carboidratos. PORATH & MAYBER (1968) estudaram o efeito do cloro e do sulfato, medindo a liberação de CO_2 dos carbonos C_1 e C_6 da glucose e a atividade específica de diversas enzimas glicolíticas. Concluíram que com o aumento da concentração de Cl^- há um desvio da glicólise para o ciclo das fosfato-pentoses.

Estas considerações põem em evidência a complexidade de que envolve o íon cloreto na fisiologia e no metabolismo da planta. São muitos os pesquisadores que se empenham no esclarecimento do assunto mas muitos aspectos estão por ser ainda estudados e complementados.

Este trabalho foi limitado ao estudo da variação dos teores de Cl, K e S nas folhas de cafeeiro, em função das quantidades de cloreto e de sulfato de potássio aplicadas, acompanhado de observações sobre os sintomas de toxidez e sobre o desenvolvimento das plantas. Complementando, procurou-se determinar também os efeitos desses tratamentos na concentração de outros nutrientes nas plantas.

O cafeeiro foi visado para este experimento, por ser uma planta bastante exigente em potássio, quer para a formação e desenvolvimento de suas raízes, troncos, ramos e folhas, quer para a produção de frutos. Assim, alguns dados obtidos para as condições do Estado de São Paulo (CATANI et al., 1965), revelaram que a parte aérea de 4 plantas de cafeeiro numa cova (com exceção dos frutos), continha 130,9 g de K aos 5 anos de idade e 179,9 g de K aos 10 anos de idade.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

COURY (1957) fez citação de inúmeros autores que estudaram os efeitos tóxicos do cloro e os danos provocados em diversas espécies. Apresentou dados analíticos em plantas e estudou o efeito de doses crescentes de cloreto e de sulfato de potássio, na qualidade dos produtos de colheita de algumas culturas. Entretanto, não relacionou as características observadas com o teor de cloreto nas folhas.

MAGNITSKI (1961) observou que em batata, a aplicação de KCl provocou um decréscimo na colheita e aparecimento de sintomas de queima e necrose nas folhas, relacionados com altos teores de cloro.

FENN et al. (1970), trabalhando com abacateiro, estudaram os efeitos de vários níveis de cloro e constataram sintomas nas folhas, associados com altos teores do elemento. Explicaram o aparecimento das necroses dizendo que os níveis mais elevados de cloreto, provocariam um transporte massal do elemento, que não poderia ser totalmente absorvido pelas células da folha. A concentração extracelular quebraria os gradientes de pressão osmótica que são necessários para manter a pressão de turgescência, provocando então, a destruição das células, o que resultaria no aparecimento dos sintomas necróticos. Quanto às consequências, consideraram que a toxidez resultaria na

redução do crescimento devido às perdas de energia despendidas na excessiva acumulação salina.

Nos bananais do Estado de São Paulo, ROMANO GALLO et al. (1972) registraram altos teores de K e Cl. Num estudo da composição química das diversas partes da bananeira, detectaram 4,74% de K no engaço e 2,62% de Cl no pseudocaule. O K foi o elemento extraído em maior quantidade pela bananeira, seguido pelo cloro e nitrogênio. Num estudo de distribuição por frequência dos teores de 15 elementos nas folhas de bananeira, ROMANO GALLO et al. (1973) salientaram que os teores de cloro nas folhas chegaram a 1,31% e que sua distribuição por frequência acompanhou a do potássio. Contudo não observaram nenhuma associação com sintomas de toxidez.

Poucos são os trabalhos que tratam do teor de cloro no cafeeiro. MULLER (1966) apresentou uma série de dados sobre macro e micronutrientes no cafeeiro, mas nada mencionou sobre a concentração de cloro. Citou apenas o fato de não terem sido constatados sintomas de deficiência desse elemento na referida planta.

CATANI et al. (1967) determinaram a concentração e a quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro e salientaram a alta concentração de cloro nas diversas partes da planta, principalmente nas folhas e frutos. Determinaram teores superiores a 7300 ppm nas folhas e a 3400 ppm nos frutos.

ARANA (1967) fez um experimento com adubação de cafeeiro, aplicando doses crescentes de KCl e K_2SO_4 . Utilizou mudas com 6 meses de idade, em viveiros, e plantas adultas com 4 anos no campo. Nas mudas observou sintomas de toxidez nos tratamentos com doses altas de cloreto, oito dias após a aplicação do adubo, caracterizados por queima e necrose das folhas e defoliação. Pela análise verificou que as folhas anormais a apresentavam teores superiores a 3000 ppm de Cl e correspondiam ao tratamento onde aplicou 0,6g de K_2O na forma de KCl por muda. Os tratamentos com as mesmas doses de K_2O , na forma de K_2SO_4 , não apresentaram qualquer anormalidade. Estas plantas tinham no máximo 2000 ppm de Cl. No campo, observou que as plantas que receberam aplicações de 400g de K_2O (na forma de KCl), mostraram sintomas de toxidez para concentrações de Cl acima de 2900 ppm.

Entretanto, CATANI et al. (1969) analisaram folhas de cafeeiros adubados com quantidades crescentes de KCl, de um experimento levado a efeito pela Seção de Café do Instituto Agrônômico e constataram que a planta que recebeu a dose máxima de 400g de K_2O na forma de KCl, apresentou um teor superior a 5000 ppm de cloreto e apesar disso, não foram verificados sintomas de toxidez.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. - Parte experimental

O experimento foi instalado em casa de vegetação, em 60 vasos com capacidade para 10 kg, providos de pratos coletores de água e pintados internamente com neutrol.

Os vasos foram cheios com 10 kg de terra, procedente de um solo do Grande Grupo Latossolo Vermelho-Amarelo-orto, passada através de peneira de malha de 4 mm.

A análise química do solo utilizado, efetuada no Departamento de Química da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", revelou as seguintes características: pH = 4,80 ; $PO_4^{3-} = 0,04$, $K^+ = 0,18$, $Ca^{2+} + Mg^{2+} = 1,25$, $Al^{3+} = 0,90$ e $H^+ = 4,80$ e.mg/100 g terra; % C = 0,83.

As mudas de café utilizadas (Coffea arabica 'Caturai') tinham aproximadamente 2 meses de idade, com 2 pares de folhas normais e foram plantadas em número de quatro por vaso, em 30/10/1971.

Os tratamentos com 5 repetições foram os seguintes:

1. $N_0P_0K_0$ (testemunha) - 0 g de K_2O por vaso.
2. $N_1P_1K_0$ (NP) - 0 g de K_2O por vaso.
3. $N_1P_1K_1$ (KCl-1) - 2,0 g de K_2O na forma de KCl puro por vaso.
4. $N_1P_1K_2$ (KCl-2) - 4,0 g de K_2O na forma de KCl puro por vaso.

5. $N_1P_1K_3$ (KCl-3)- 8,0 g de K_2O na forma de KCl puro por vaso.
6. $N_1P_1K_4$ (KCl-4)-16,0 g de K_2O na forma de KCl puro por vaso.
7. $N_1P_1K_5$ (KCl-5)-32,0 g de K_2O na forma de KCl puro por vaso.
8. $N_1P_1K_1$ (K_2SO_4 -1)- 2,0 g de K_2O na forma de K_2SO_4 puro por vaso.
9. $N_1P_1K_2$ (K_2SO_4 -2)- 4,0 g de K_2O na forma de K_2SO_4 puro por vaso.
10. $N_1P_1K_3$ (K_2SO_4 -3)- 8,0 g de K_2O na forma de K_2SO_4 puro por vaso.
11. $N_1P_1K_4$ (K_2SO_4 -4)-16,0 g de K_2O na forma de K_2SO_4 puro por vaso.
12. $N_1P_1K_5$ (K_2SO_4 -5)-32,0 g de K_2O na forma de K_2SO_4 puro por vaso.

As doses de nitrogênio e de fósforo, utilizadas por vaso, foram na proporção de 2,0 g de N na forma de NH_4NO_3 puro e 2,2 g de P_2O_5 na forma de $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ puro.

As doses de K_2O foram aplicadas parceladamente, a fim de se evitar um aumento brusco da pressão osmótica junto às raízes, pois houve morte das mudas, quando transplantadas em vasos contendo as doses totais dos sais.

A água utilizada para irrigação foi destilada e calculou-se o volume necessário para atingir o ponto de saturação (aproximadamente 3 litros). Nas irrigações posteriores adicionou-se água suficiente para completar 2,5 litros, através de pesagens, a fim de se evitar perdas por drenagem. Para is

so, os vasos foram previamente tarados.

Quando as mudas se apresentaram com 5 meses de idade, isto é, em 1/2/1972, foram aplicados as doses totais de N e P_2O_5 , dissolvidos na água de irrigação.

Quinze dias após a aplicação de N e P_2O_5 , isto é, em 14/2/1972, aplicou-se nos tratamentos 3 e 8 a dose 1 de K_2O , dissolvida na água de irrigação. A dose 2 de K_2O foi aplicada nos tratamentos 4, 5, 6 e 7 na forma de KCl e nos tratamentos 9, 10, 11, 12 na forma de K_2SO_4 .

Mais quinze dias depois da aplicação das doses 1 e 2, isto é, em 28/2/1972, completou-se a dose 3 de K_2O nos vasos correspondentes aos tratamentos 5, 6, 7 e 10, 11 e 12. Nesta data procedeu-se a primeira amostragem tirando-se 20 folhas do terço inferior das plantas, para cada tratamento, as quais foram lavadas, secas e moídas para as devidas análises.

Assim foi feito sucessivamente, cada 15 dias, coletando-se amostras de folhas após a aplicação dos sais, até completar a última dose de K_2O . Depois disso, foram feitas mais 3 coletas de folhas.

Concluindo o experimento, que teve 7 meses de duração, separaram-se folhas, caules e amostras de terra de cada um dos 12 tratamentos. Nas folhas e caules foram procedidas as análises químicas, enquanto que nas amostras de terra fizeram-

se as determinações das mesmas características analisadas na a mostra de terra inicial.

3.2. - Análises químicas

As amostras de plantas foram preparadas e analisa-
das segundo técnicas e procedimentos atualmente em uso na Se
ção de Química Analítica do Instituto Agrônômico do Estado .
Procederam-se as determinações dos teores de N, P, S e B segundo
do LOTT et al. (1956, 1961); K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn e Mo
por espectrofotometria de absorção atômica (BATAGLIA & ROMANO
GALLO, 1972; ROMANO GALLO et al., 1971; BATAGLIA, 1972; PER
KIN ELMER, 1968); Cl por titulação coulométrica (CANGIANI FUR
LANI & ROMANO GALLO, 1972).

As amostras de terra foram analisadas no Departamento
to de Química da ESALQ, onde se procederam as determinações da
mesmas características químicas apresentadas no início do expe
rimento.

3.3. - Análise estatística dos resultados obtidos

Para verificar o efeito dos tratamentos na concen-
tração de K, Cl, S, N, P, Ca, Mg e micronutrientes, aplicaram-
se diversos testes, descritos em PIMENTEL GOMES (1970). Ini
cialmente fez-se o teste básico para a análise da variância, que
é o teste F. Desde que o teste F tenha sido significativo, a

plicou-se o teste de Scheffé contrastando as médias dos tratamentos com KCl, com as médias dos tratamentos com K_2SO_4 , a fim de se verificar o efeito da natureza da fonte de potássio sobre a concentração dos citados elementos. A seguir, aplicou-se o teste de Tukey para contraste entre duas médias, para verificar o efeito das doses crescentes de potássio aplicadas. Utilizou-se este teste também, para verificar se houve diferença significativa entre as médias das diversas épocas de amostragem e entre os teores nas folhas e nos caules.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos referentes às análises de N, P, K, Ca, Mg, S e Cl efetuadas nas folhas, estão apresentados nos quadros 1 a 6. Verifica-se por esses dados que o aumento de concentração de cloro foi acentuado e progressivo, à medida que foram sendo aumentadas as doses de cloreto de potássio. Isto pode ser melhor visualizado no gráfico 1, no qual podem ser observadas as curvas ascendentes da concentração de Cl em escala logarítmica, para os tratamentos com cloreto de potássio.

Nas folhas procedentes dos tratamentos que não receberam cloreto de potássio, isto é, testemunha, NP e K_2SO_4 -1 a K_2SO_4 -5, apareceram teores variáveis e relativamente elevados de cloro. A existência do Cl nos citados tratamentos, talvez possa ser explicada pelo fornecimento do cloreto pelo próprio solo e por uma possível contaminação através das irrigações ou dos frascos usados para a irrigação, embora no ensaio tenha sido utilizada água destilada.

As figuras nºs 1 a 5 mostram comparativamente o crescimento médio das plantas em função dos tratamentos e pelos dados do quadro 6, associados aos sintomas visuais, observa-se que as plantas que receberam as doses 1 e 2 de cloreto de potássio, não sofreram danos pela concentração de cloreto, apresentando respectivamente 5503 e 9408 ppm nas folhas mais ve

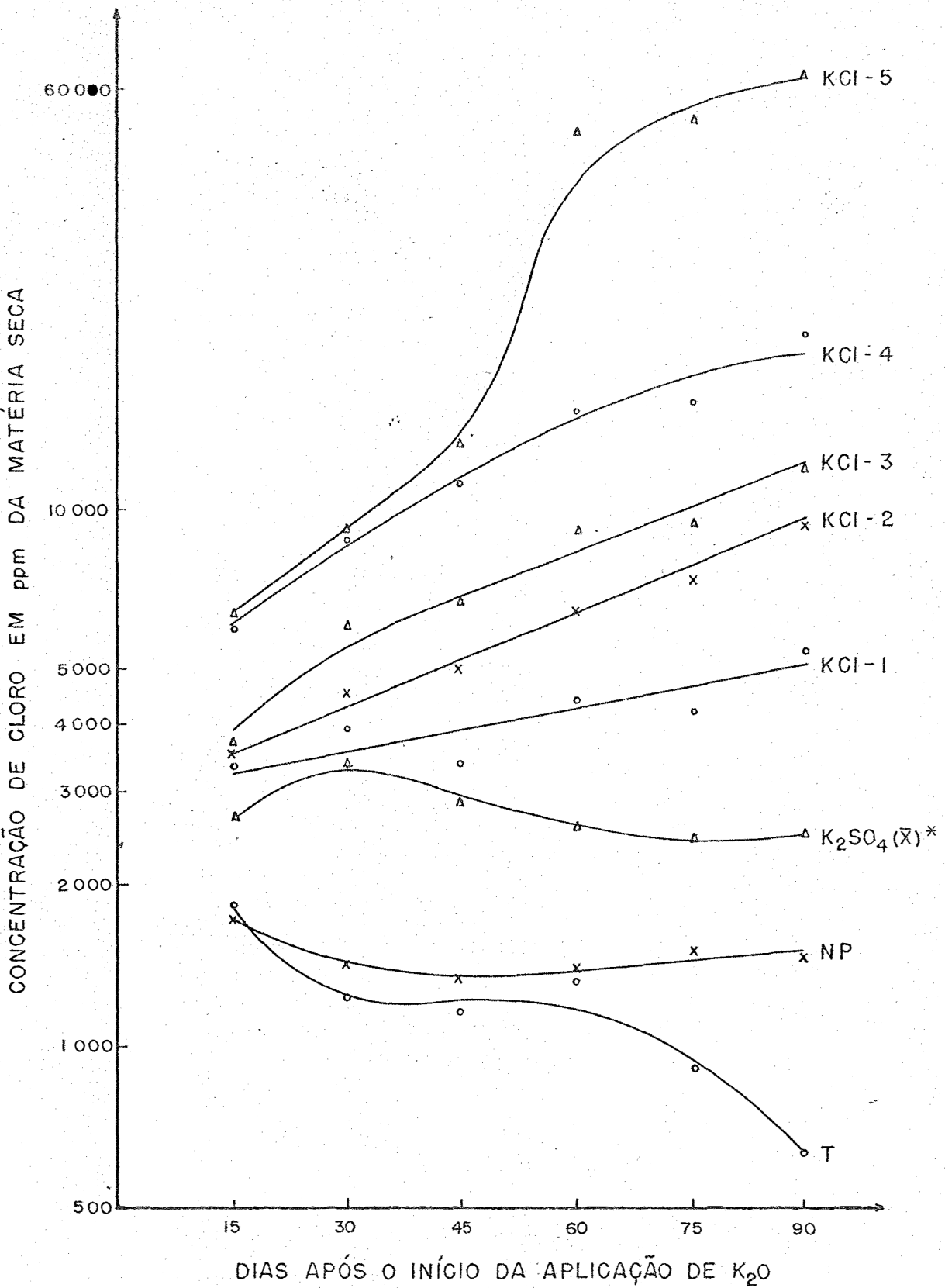


Gráfico 1 - Variação da concentração de cloro (ppm) nas folhas do terço inferior das mudas de cafeeiro, em função dos tratamentos.

(x̄)* Média de cloro nos tratamentos com K₂SO₄.

QUADRO 1 - Dados analíticos (expressos no material seco) de folhas de caféiro procedentes da 1ª amostragem (28/2/1972), quinze dias após o início da aplicação de K_2O , depois de completar a dose 3 (8,0 g de K_2O) nos tratamentos 5, 6, 7, 10, 11 e 12.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
1) Testemunha	% 3,57	% 0,106	% 2,16	% 0,99	% 0,17	% 0,137	ppm 1874
2) NP	3,80	0,102	2,24	0,71	0,19	0,131	1775
3) KCl-1	3,50	0,108	2,38	1,11	0,27	0,135	3372
4) KCl-2	3,49	0,098	2,50	0,77	0,17	0,145	3372
5) KCl-3	3,28	0,098	2,48	0,82	0,18	0,123	3550
6) KCl-4	3,21	0,103	2,51	0,82	0,20	0,157	6035
7) KCl-5	3,87	0,103	2,49	0,84	0,22	0,146	6390
8) K_2SO_4 -1	3,74	0,112	2,48	0,92	0,18	0,141	2130
9) K_2SO_4 -2	3,15	0,112	2,50	0,87	0,15	0,156	2130
10) K_2SO_4 -3	3,61	0,115	2,48	0,88	0,10	0,160	3550
11) K_2SO_4 -4	3,27	0,115	2,57	0,86	0,18	0,184	2663
12) K_2SO_4 -5	3,31	0,118	2,63	0,83	0,22	0,189	2840

QUADRO 2 -- Dados analíticos (expressos no material seco) de folhas de caféiro procedentes da 2ª amostragem (14/3/1972), trinta dias após o início da aplicação de K₂O, depois de completar a dose 4 (16,0 g de K₂O) nos tratamentos 6, 7, 11 e 12.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%	%	%	%	%	%	ppm
1) Testemunha	3,93	0,103	1,75	1,36	0,21	0,129	1243
2) NP	3,81	0,106	2,16	1,17	0,21	0,133	1429
3) KCl-1	3,84	0,100	2,49	1,15	0,15	0,143	3905
4) KCl-2	3,73	0,089	2,58	1,02	0,14	0,124	4615
5) KCl-3	3,72	0,089	2,53	0,97	0,22	0,146	6213
6) KCl-4	4,08	0,089	2,53	0,88	0,19	0,144	9053
7) KCl-5	4,32	0,098	2,57	0,87	0,20	0,128	9230
8) K ₂ SO ₄ -1	3,69	0,106	2,62	1,06	0,19	0,153	3195
9) K ₂ SO ₄ -2	3,77	0,112	2,68	0,93	0,14	0,189	3728
10) K ₂ SO ₄ -3	3,79	0,114	2,58	0,88	0,18	0,200	2840
11) K ₂ SO ₄ -4	3,74	0,111	2,55	0,98	0,19	0,194	3728
12) K ₂ SO ₄ -5	3,66	0,106	2,49	0,96	0,14	0,187	3195

QUADRO 3- Dados analíticos (expressos no material seco) de folhas de caféiro procedentes da 3ª amostragem (28/3/1972), quarenta e cinco dias após o início da aplicação de K_2O , depois de completar a dose 5 (32,0 g de K_2O), nos tratamentos 7 e 12.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
1) Testemunha	% 4,08	% 0,111	% 1,65	% 0,92	% 0,16	% 0,147	ppm 1156
2) NP	4,21	0,118	1,76	1,01	0,24	0,134	1360
3) KCl-1	3,88	0,115	2,21	0,91	0,17	0,141	3373
4) KCl-2	3,77	0,106	2,45	0,93	0,17	0,129	5148
5) KCl-3	3,87	0,098	2,57	0,89	0,18	0,153	6745
6) KCl-4	3,98	0,095	2,87	0,91	0,14	0,147	11360
7) KCl-5	3,93	0,095	3,00	0,86	0,19	0,135	13313
8) K_2SO_4 -1	3,91	0,112	2,42	1,12	0,21	0,173	3373
9) K_2SO_4 -2	3,87	0,118	2,58	0,97	0,15	0,205	2663
10) K_2SO_4 -3	3,76	0,115	2,78	0,97	0,17	0,196	2663
11) K_2SO_4 -4	3,66	0,115	2,67	0,93	0,15	0,194	2840
12) K_2SO_4 -5	3,74	0,111	2,72	0,87	0,18	0,194	2840

QUADRO 4 - Dados analíticos (expressos no material seco) de folhas de caféiro procedentes da 5ª amostragem (14/4/1972), sessenta dias após o início da aplicação de K_2O .

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%	%	%	%	%	%	ppm
1) Testemunha	4,27	0,111	1,30	0,96	0,18	0,112	1420
2) NP	4,28	0,121	1,38	0,92	0,23	0,101	1392
3) KCl-1	3,79	0,093	2,27	0,98	0,14	0,120	4970
4) KCl-2	3,77	0,093	2,45	1,01	0,14	0,141	6568
5) KCl-3	3,88	0,092	2,31	1,05	0,19	0,135	9230
6) KCl-4	3,65	0,085	2,95	0,92	0,24	0,130	15088
7) KCl-5	3,79	0,079	5,08	0,78	0,22	0,125	50588
8) K_2SO_4 -1	4,08	0,133	2,36	1,01	0,14	0,176	1775
9) K_2SO_4 -2	3,56	0,108	2,58	1,08	0,18	0,178	2485
10) K_2SO_4 -3	3,56	0,109	2,68	0,91	0,22	0,173	3195
11) K_2SO_4 -4	3,66	0,103	2,76	0,87	0,17	0,192	2663
12) K_2SO_4 -5	3,65	0,096	2,91	0,84	0,15	0,220	3018

QUADRO 5 - Dados analíticos (expressos no material seco) de folhas de cafeeiro procedentes da 6ª amostragem (28/4/1972), setenta e cinco dias após o início da aplicação de K_2O .

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%	%	%	%	%	%	ppm
1) Testemunha	4,03	0,127	1,21	0,81	0,23	0,103	932
2) NP	4,23	0,128	1,22	0,87	0,23	0,107	1516
3) KCl-1	3,77	0,100	2,45	0,93	0,18	0,145	4793
4) KCl-2	3,87	0,103	2,38	0,87	0,22	0,118	7455
5) KCl-3	3,90	0,084	2,41	0,88	0,20	0,143	9408
6) KCl-4	3,68	0,078	3,13	0,74	0,21	0,131	15798
7) KCl-5	3,30	0,078	5,68	0,70	0,22	0,141	52363
8) K_2SO_4 -1	4,26	0,127	2,30	1,01	0,22	0,216	1775
9) K_2SO_4 -2	3,76	0,103	2,54	1,06	0,14	0,177	2130
10) K_2SO_4 -3	3,83	0,100	2,59	0,86	0,19	0,182	3018
11) K_2SO_4 -4	3,73	0,100	2,77	0,83	0,17	0,222	2485
12) K_2SO_4 -5	3,87	0,074	2,82	0,79	0,14	0,201	2840

QUADRO 6 - Dados analíticos (expressos no material seco) de folhas de caféiro procedentes da 7ª amostragem (12/5/1972), noventa dias após o início da aplicação de K_2O e correspondentes às plantas das figuras 2 a 11, de mesma data.

Tra ^{ta} men ^{to} s	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%	%	%	%	%	%	ppm
1) Testemunha	4,14	0,147	1,16	0,98	0,22	0,128	650
2) NP	4,18	0,135	1,17	1,02	0,25	0,136	1494
3) KCl-1	4,07	0,109	2,26	1,12	0,20	0,147	5503
4) KCl-2	3,97	0,109	2,56	0,87	0,23	0,146	9408
5) KCl-3	4,02	0,100	2,63	0,80	0,21	0,138	12070
6) KCl-4	3,85	0,092	3,30	0,79	0,22	0,154	21300
7) KCl-5	2,97	0,110	6,03	0,72	0,25	0,129	66563
8) K_2SO_4 -1	4,17	0,144	2,55	1,17	0,19	0,216	1775
9) K_2SO_4 -2	4,04	0,121	2,77	0,98	0,21	0,207	2663
10) K_2SO_4 -3	3,93	0,111	2,86	0,83	0,17	0,200	3018
11) K_2SO_4 -4	3,96	0,096	2,98	0,79	0,17	0,216	2130
12) K_2SO_4 -5	3,84	0,082	3,15	0,83	0,18	0,284	3018

lhas, e um teor médio relativo a todas as folhas de 3728 e 7633 ppm, respectivamente (quadro 8). Por esses dados concluiu-se então, que no presente experimento, a muda de café não foi prejudicada pela concentração de cloreto, até um teor máximo de 9400 ppm e um teor médio aproximado de 7600 ppm (figuras 1 e 2), para o cultivar estudado.

ARANA (1967) observou queima nas folhas de mudas de café que tinham recebido 1,0 g de KCl e apresentaram apenas, 3400 ppm de Cl. Atribuiu essa queima ao excesso de Cl, pois em plantas com 4 anos, que receberam 400 g de K_2O (KCl) no campo, observaram-se esses sintomas em folhas com concentração de Cl superior a 2875 ppm. Foi estabelecido o limite de toxidez para o cloro em 2000 ppm, mas não se mencionou o cultivar utilizado no experimento.

Verificou-se uma acentuada redução no crescimento das plantas que receberam as doses 3 e 4 de cloreto de potássio. As plantas que receberam a dose 3, apresentaram um teor de 12070 ppm de Cl nas folhas mais velhas (quadro 6) e um teor médio para todas as folhas de 10224 ppm (quadro 8, figuras 3 e 4).

No quadro 7 são apresentados os dados analíticos das folhas que receberam a dose 5 de cloreto de potássio, três dias após ter sido aplicada a última parcela do sal para completar essa dose. Foram constatados sintomas de queima, ne

FIGURA 1



FIGURA 2



Figuras 1 e 2 - Comparação entre o crescimento médio das plantas dos tratamentos $N_0P_0K_0$ (testemunha) , $N_1P_1K_0$ (NP), $N_1P_1K_1$ (KCl-1) e $N_1P_1K_2$ (KCl-2).

FIGURA 3



FIGURA 4



Figuras 3 e 4 - Comparação entre o crescimento médio das plantas dos tratamentos $N_0P_0K_0$ (testemunha) , $N_1P_1K_1$ (KCl-1), $N_1P_1K_3$ (KCl-3) e $N_1P_1K_4$ (KCl-4).

FIGURA 5



FIGURA 6



Figuras 5 e 6 - Comparação entre o crescimento médio das plantas dos tratamentos $N_0P_0K_0$ (testemunha), $N_1P_1K_1$ (KCL-1) e $N_1P_1K_5$ (KCL-5). Sintomas de queima, necrose e defoliação observados nas plantas do tratamento KCL-5.

crose e defoliação, os quais são mostrados nas figuras 5 e 6. Essas plantas apresentaram um teor de Cl nas folhas, da ordem de 44375 ppm. Das 5 repetições, apenas uma única planta so breviveu até o final do experimento, na qual foi encontrado um teor de até 66563 ppm de Cl nas folhas mais velhas (quadro 6).

QUADRO 7 - Dados analíticos (expressos no material seco) de folhas de cafeeiro procedentes da 4ª amostragem, e fetuada em 1/4/1972, por ocasião do aparecimento dos sintomas de queima e necrose.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%	%	%	%	%	%	ppm
KCl-5	3,70	0,100	5,16	0,76	0,24	0,113	44375

Esses sintomas de redução no crescimento, necrose e defoliação observados nas plantas que receberam as doses 3, 4 e 5 de cloreto de potássio, parecem estar associados com o cloro e não com o potássio, como será comentado mais adiante.

No presente ensaio, as plantas tratadas com doses crescentes de K_2SO_4 mostraram-se normais e bem desenvolvidas, (figuras 7 a 11). Mesmo as plantas que receberam as doses mais elevadas do sal, embora apresentassem uma alta concentração de potássio nas folhas, não mostraram quaisquer sinais de toxidez ou redução no crescimento.

QUADRO 8 - Dados analíticos médios (expressos no material seco) de todas as folhas das plantas de cada tratamento, por ocasião do término do experimento (2/6/1972), sessenta e cinco dias após completar a última dose de K_2O .

Treatamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%	%	%	%	%	%	ppm
1) Testemunha	3,37	0,133	0,95	0,91	0,37	0,123	139
2) NP	3,92	0,140	1,19	0,93	0,39	0,127	341
3) KCl-1	3,52	0,121	2,95	0,74	0,25	0,139	3728
4) KCl-2	3,60	0,133	3,15	0,67	0,25	0,128	7633
5) KCl-3	3,83	0,135	3,49	0,49	0,23	0,132	10224
6) KCl-4	3,89	0,144	4,25	0,35	0,20	0,138	19348
7) KCl-5	3,55	0,114	7,01	0,32	0,17	0,112	51475
8) K_2SO_4 -1	3,62	0,144	3,30	0,85	0,27	0,183	514
9) K_2SO_4 -2	3,63	0,140	3,44	0,82	0,27	0,181	937
10) K_2SO_4 -3	3,67	0,125	3,64	0,56	0,25	0,171	1242
11) K_2SO_4 -4	3,57	0,125	4,01	0,40	0,22	0,184	858
12) K_2SO_4 -5	3,88	0,106	4,21	0,27	0,18	0,264	1255

QUADRO 9 - Dados analíticos médios (expressos no material seco) de todos os caules das plantas por ocasião do término do experimento : (2/6/1972), sessenta e cinco dias após completar a última dose de K_2O .

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl
	%	%	%	%	%	%	ppm
1) Testemunha	1,22	0,086	0,74	0,43	0,15	0,058	207
2) NP	1,19	0,081	0,81	0,32	0,15	0,048	82
3) KCl-1	1,26	0,067	1,51	0,30	0,12	0,044	1429
4) KCl-2	1,37	0,070	1,64	0,27	0,12	0,048	2485
5) KCl-3	1,53	0,075	1,80	0,23	0,14	0,054	3018
6) KCl-4	1,44	0,064	1,96	0,21	0,12	0,069	5503
7) KCl-5	1,62	0,055	4,99	0,22	0,13	0,078	42778
8) K_2SO_4 -1	1,52	0,070	1,62	0,38	0,14	0,088	183
9) K_2SO_4 -2	1,46	0,067	1,82	0,32	0,13	0,065	503
10) K_2SO_4 -3	1,54	0,061	1,93	0,27	0,12	0,067	412
11) K_2SO_4 -4	1,45	0,059	1,96	0,23	0,11	0,076	423
12) K_2SO_4 -5	1,44	0,054	2,23	0,20	0,11	0,097	511

A variação na concentração de potássio nas plantas, em função da natureza da fonte (KCl e K_2SO_4), pode ser observada nos gráficos 2 e 3, onde estão apresentadas as curvas de concentração de potássio nas folhas (construídas com os dados dos quadros de 1 a 6), até aos 90 dias após o início da aplicação dos sais. A concentração de K mostrou-se progressiva, tanto nas plantas que receberam KCl como nas que receberam K_2SO_4 e pelo teste de Scheffé não foi encontrada diferença significativa entre as médias dos tratamentos com um e outro sal (quadro 13). Contudo foram observadas diferenças significativas entre o teor médio de K do tratamento $KCl-5$ e as demais médias, isto é, embora tenham sido aplicadas as mesmas doses de K_2O , as plantas que receberam a dose 5 na forma de KCl apresentaram maior concentração de potássio (6,03%) que as plantas que receberam a dose 5 na forma de K_2SO_4 (3,15%, quadro 6). O mesmo fato ocorreu com as plantas que receberam a dose 4 de K_2O , não tendo sido significativa a diferença entre os teores médios.



Figura 7 - Comparação entre o crescimento das plantas dos tratamentos $N_0P_0K_0$ (testemunha), $N_1P_1K_1$ (K_2SO_4-1) e $N_1P_1K_2$ (K_2SO_4-2).

FIGURA 8



FIGURA 9



Figuras 8 e 9 - Comparação entre o crescimento das plantas dos tratamentos $N_0P_0K_0$ (testemunha), $N_1P_1K_3(K_2SO_4-3)$, $N_1P_1K_4(K_2SO_4-4)$, $N_1P_1K_5(K_2SO_4-5)$ e $N_1P_1K_5(KCl-5)$.

FIGURA 10



FIGURA 11



Figuras 10 e 11. -- Comparação entre o crescimento médio das plantas dos tratamentos com KCl e das plantas dos tratamentos com K_2SO_4 .

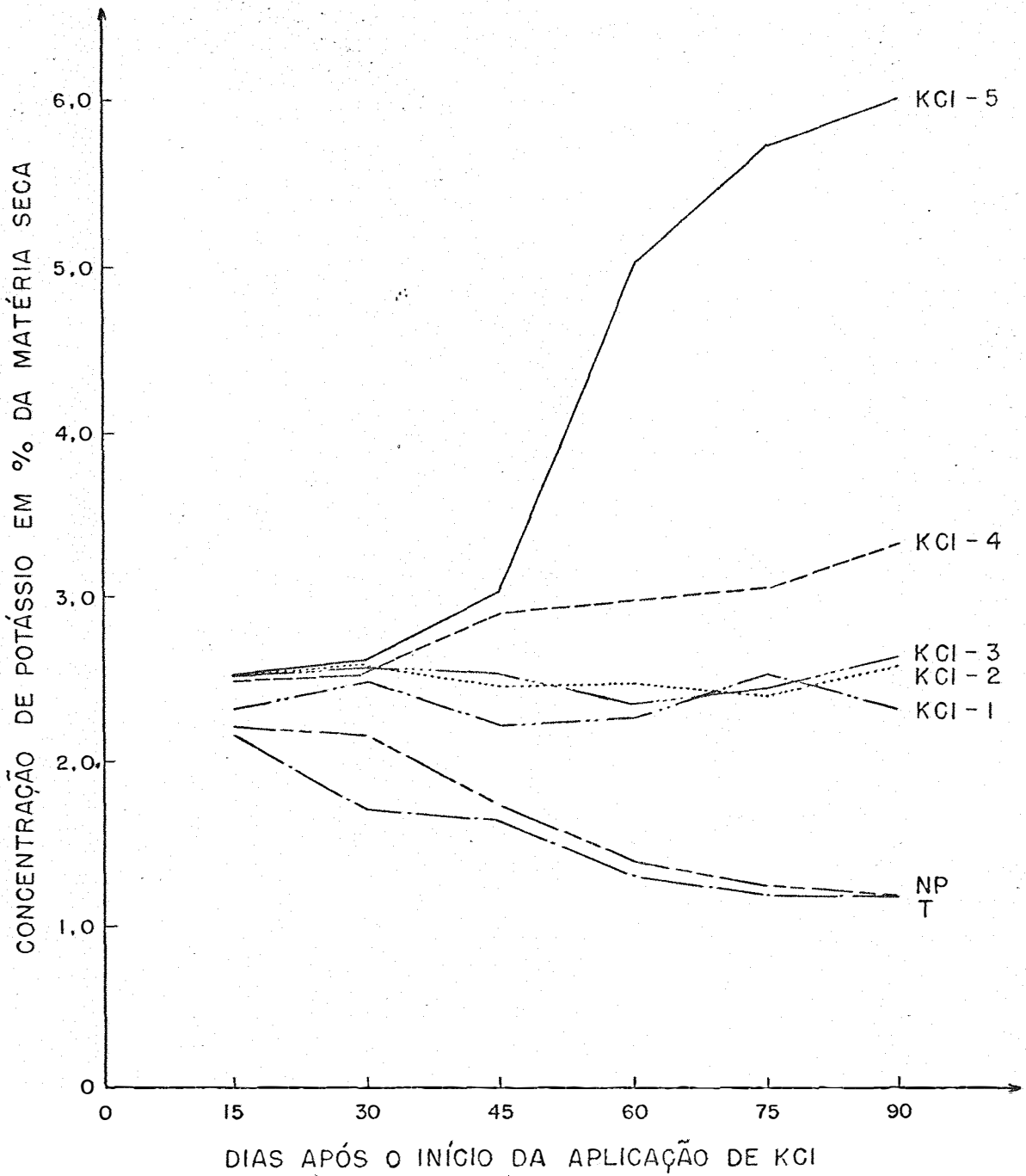


Gráfico 2 - Variação da concentração de potássio (%) nas folhas de cafeeiro, em função da variação das doses de cloreto de potássio aplicadas.

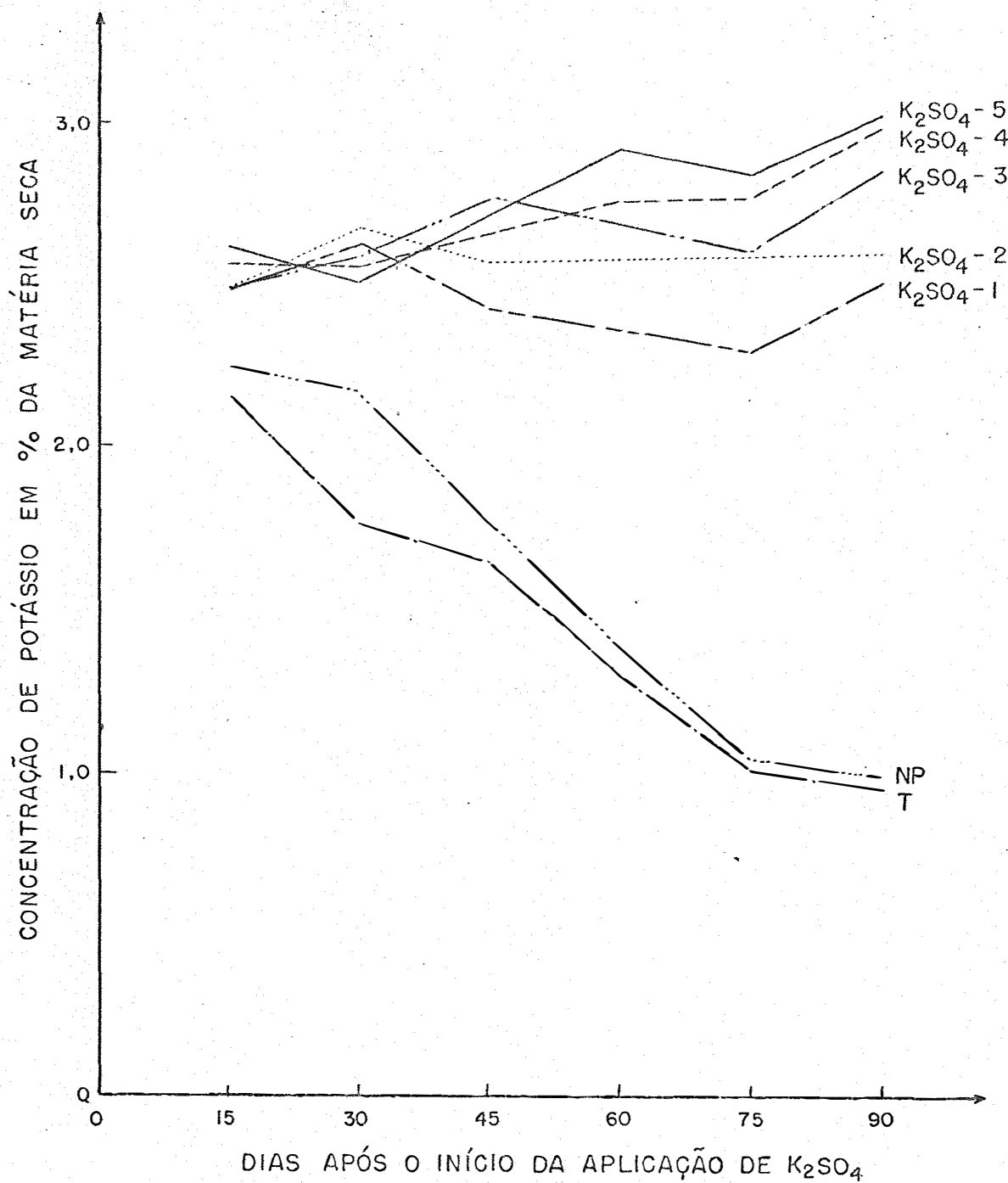


Gráfico 3 - Variação da concentração de potássio (%) nas folhas de cafeeiro, em função da variação das doses de sulfato de potássio aplicadas.

Para se verificar a relação entre os teores de potássio nas plantas tratadas com cloreto de potássio e os sintomas observados, calculou-se o balanço catiônico entre o K, Ca e Mg para todos os tratamentos.

Culot et al., 1958, citados por MULLER (1966), estabeleceram a distribuição percentual dos catiões como adequada para café arábico em: potássio - 30 a 50% do total ; cálcio - 30 a 50% e magnésio - 15 a 30%.

Pelos dados do balanço catiônico, apresentados no quadro 10 e calculados com os teores encontrados nas folhas mais velhas, do quadro 6, observa-se que as plantas tratadas com as doses 1 e 2 de K_2O , enquadram-se nos limites apresentados pelo mencionado autor e que para as demais doses, houve um desequilíbrio tanto para os tratamentos com sulfato de potássio como para os tratamentos com cloreto de potássio. Não obstante só foram constatados efeitos nocivos nas plantas tratadas com cloreto de potássio, o que evidencia que os sintomas observados se devem ao excesso de cloro. Tudo indica que foram provocados principalmente pela elevada pressão osmótica no interior dos tecidos, pois observou-se que essas plantas apresentaram-se com as folhas constantemente mur-chas, sem conseguirem voltar à turgescência normal.

Os teores de enxofre mostraram-se constantes nas plantas tratadas com KCl e gradativamente mais elevados nas

plantas tratadas com K_2SO_4 . A análise estatística revelou que o contraste das médias dos tratamentos com K_2SO_4 com as médias dos tratamentos com KCl (teste de Scheffé), foi altamente significativo, isto é, a concentração de enxofre foi significativamente maior nos tratamentos com K_2SO_4 . Entretanto, não houve um aumento de concentração de S progressivo como o que ocorreu com o Cl e o K, pois somente houve diferença significativa (teste de Tukey, quadro 13) entre as médias dos tratamentos K_2SO_4 -1 e K_2SO_4 -5. O teor máximo de enxofre encontrado nas folhas mais velhas das plantas que receberam a dose 5 de K_2SO_4 foi de 0,284% (quadro 6). Entre as épocas de amostragem notou-se uma elevação na média da última delas, diferindo da 1ª média ao nível de 1% pelo teste de Tukey (quadro 14).

O estudo estatístico do efeito dos tratamentos na concentração de outros nutrientes, está apresentado também no quadro 13 e a análise do efeito das épocas de amostragem está apresentada no quadro 14.

Com relação ao cálcio, a análise revelou pelo teste de Scheffé, que o contraste das médias dos tratamentos com KCl, contra as médias dos tratamentos com K_2SO_4 , não foi significativo, isto é, não houve diferença significativa na concentração de cálcio em função da natureza da fonte de potássio (cloreto ou sulfato). Entretanto, houve diferença altamente significativa entre as médias de cálcio, quando se elevou

QUADRO 10 -- Balanço catiônico entre o K, Ca e Mg nas folhas de caféiro, coletadas em 12/5/1972, calculado a partir das porcentagens desses elementos na matéria seca, apresentadas no quadro 6.

Tratamentos	e.mg/100 g de matéria seca				% da soma		
	K	Ca	Mg	Soma	K	Ca	Mg
1) Testemunha	30	49	18	97	31	51	19
2) NP	30	51	21	102	29	50	21
3) KCl-1	58	56	17	131	44	43	13
4) KCl-2	66	44	19	129	51	34	15
5) KCl-3	67	40	18	125	54	32	14
6) KCl-4	85	40	18	143	59	28	13
7) KCl-5	155	36	21	212	73	17	10
8) K ₂ SO ₄ -1	65	59	16	140	46	42	11
9) K ₂ SO ₄ -2	71	49	18	138	51	36	13
10) K ₂ SO ₄ -3	73	42	14	129	57	33	11
11) K ₂ SO ₄ -4	76	40	14	130	58	31	11
12) K ₂ SO ₄ -5	81	42	15	138	59	30	11

a dose de potássio, tanto na forma de KCl como na forma de K_2SO_4 (teste de Tukey), isto é, a concentração de cálcio diminuiu com o aumento da concentração de potássio, antagonismo conhecido de vários pesquisadores (MULLER, 1966; FORESTIER, 1967, 1968). Entre as médias relativas às diversas épocas de amostragem, a maior delas ocorreu na 2ª coleta, sendo que nas duas últimas observou-se uma queda significativa ao nível de 5% e de 1%, respectivamente.

Para o magnésio, não se observaram diferenças significativas entre os teores médios calculados com os dados dos quadros 1 a 6, mas pelos dados do quadro 8, podemos notar uma queda na concentração de magnésio com o aumento da concentração de potássio. Entre as épocas de amostragem observou-se um pequeno decréscimo até a 3ª amostragem e depois disso, um acréscimo até a 6ª amostragem. Foi significativa somente a diferença entre a média da 3ª amostragem (mínima) e a média da 6ª amostragem (máxima).

Quanto ao nitrogênio, não houve diferença entre as médias dos diversos tratamentos. Constatou-se apenas que a média da 1ª amostragem diferiu (ao nível de 1% pelo teste de Tukey) das médias das 5 demais amostragens, isto é, houve um aumento progressivo no teor de nitrogênio das plantas.

Com relação ao fósforo, observou-se que o contraste das médias dos tratamentos com K_2SO_4 , contra as médias

dos tratamentos com KCl, foi significativo ao nível de 5% pelo teste de Scheffé, isto é, a concentração de fósforo foi significativamente menor nos tratamentos com KCl. Dentre as médias dos tratamentos com K_2SO_4 observou-se uma queda gradativa nos teores, mas só houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos K_2SO_4-1 e K_2SO_4-5 . Quanto às épocas de amostragem, a última apresentou teor mais elevado de fósforo, significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Os mesmos resultados estatísticos, acima discutidos sobre o efeito dos tratamentos, foram obtidos com as médias dos teores em todas as folhas e caules dos quadros 8 e 9, para os elementos N, K, Ca, Mg e Cl (quadro 15). Apenas as médias dos teores de P e S em todas as folhas e caules, não apresentaram diferença significativa em função dos tratamentos.

Finalmente, os teores médios desses sete elementos, obtidos com os dados dos quadros 8 e 9, apresentaram-se sempre maiores nas folhas que nos caules, com diferença significativas ao nível de 1% pelo teste de Tukey (quadro 16).

Na análise dos dados de micronutrientes dos quadros 11 e 12, observou-se que não houve diferença significativa entre as médias dos teores de ferro para os diversos tratamentos, o mesmo ocorrendo com as médias dos de manganês. Observou-se porém, um maior acúmulo de ferro e manganês nas folhas do que nos caules (diferenças altamente significativas, quadros 17 e 18).

QUADRO 11 - Micronutrientes em ppm na matéria seca, nas amostras finais de folhas de caféiro, coletadas em 2/6/1972.

Treatamentos	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	B
1) Testemunha	150	212	7,7	10,7	0,03	20
2) NP	126	212	9,3	13,0	0,02	23
3) KCl-1	119	180	7,4	13,0	0,02	16
4) KCl-2	133	180	10,3	11,7	0,02	14
5) KCl-3	133	154	10,3	18,3	0,01	14
6) KCl-4	112	136	8,2	12,0	0,04	19
7) KCl-5	88	89	10,6	10,7	0,04	40
8) K ₂ SO ₄ -1	137	190	8,6	11,7	0,01	21
9) K ₂ SO ₄ -2	154	173	6,3	12,0	0,02	20
10) K ₂ SO ₄ -3	119	136	6,3	11,7	0,01	18
11) K ₂ SO ₄ -4	119	128	4,2	10,7	0,02	22
12) K ₂ SO ₄ -5	137	91	3,8	11,0	0,02	20

QUADRO 12 - Micronutrientes em ppm na matéria seca, nas amostras finais de caules de café, coletadas em 2/6/1972.

Tratamentos	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	B
1) Testemunha	63	78	12,3	14,0	0,01	11
2) NP	56	75	12,1	15,7	0,02	12
3) KCl-1	60	63	10,0	13,3	0,02	11
4) KCl-2	53	60	12,0	14,0	0,01	16
5) KCl-3	70	61	10,9	15,7	0,01	10
6) KCl-4	91	63	10,6	13,3	0,01	22
7) KCl-5	81	75	11,8	17,3	0,01	24
8) K ₂ SO ₄ -1	77	67	10,9	18,3	0,01	16
9) K ₂ SO ₄ -2	70	61	8,2	19,0	0,02	6
10) K ₂ SO ₄ -3	53	54	7,7	18,3	0,01	7
11) K ₂ SO ₄ -4	77	60	6,1	12,0	0,01	19
12) K ₂ SO ₄ -5	63	52	3,4	10,3	0,01	8

Para o cobre observou-se maior concentração nos tratamentos com KCl do que nos tratamentos com K_2SO_4 (diferença significativa ao nível de 1% pelo teste de Scheffé, quadro 17). Dentre os tratamentos com K_2SO_4 , os teores de cobre apresentaram-se gradativamente mais baixos, com o aumento das doses aplicadas. Os contrastes da média do tratamento K_2SO_4-1 com as médias dos tratamentos K_2SO_4-4 e K_2SO_4-5 , mostraram-se altamente significativos.

Ao contrário dos demais micronutrientes, o cobre e o zinco se acumularam mais nos caules do que nas folhas, para todos os tratamentos (contrastos altamente significativos, quadro 18).

Os dados de molibdênio não apresentaram nenhuma diferença significativa, mas os de boro acusaram um acúmulo desse nutriente no tratamento KCl-5, significativo ao nível de 5% pelo teste de Tukey (quadro 17). Além disso, para todos os tratamentos houve maior acúmulo de boro nas folhas do que nos caules (contraste significativo ao nível de 1% pelo teste de Tukey, quadro 18).

Entretanto, os teores de micronutrientes apresentados nos quadros 11 e 12, não devem ser comparados com os níveis normais atribuídos ao cafeeiro para folhas definidas, porque representam a média de todas as folhas das plantas.

O efeito do cloreto de potássio e do sulfato de po

tássio sobre as raízes das plantas, pôde ser observado, mas devido à dificuldade de separação das raízes da terra, não foi possível determinar-se os pesos exatos correspondentes a cada tratamento e nem mesmo fotografá-las. Observou-se um grande número de raízes mortas, nos vasos que receberam as doses mais altas de KCl. Isto pode ser explicação pela elevada pressão osmótica desenvolvida na solução do solo, pois o KCl é o fertilizante que apresenta o maior índice salino. O índice salino refere-se ao aumento na pressão osmótica da solução do solo, produzido por determinado fertilizante, em relação à pressão osmótica produzida por igual quantidade em peso de nitrato de sódio (salitre do Chile), ao qual foi dado o índice 100. Assim, o KCl com 60% de K_2O , tem um índice salino igual a 116 e o K_2SO_4 um índice salino igual a 46 (ANDA, 1971; COELHO & VERLENGIA, 1971).

Quanto as análises das terras no final do experimento, verificou-se que as características químicas não se alteraram em relação ao início do experimento, com exceção evidentemente do teor de K que cresceu em todas as amostras tratadas com KCl e com K_2SO_4 .

QUADRO 13 - Médias das 6 amostragens para os tratamentos, obtidas a partir dos dados dos quadros de 1 a 6. Resultados do teste F e do teste de Scheffé. Na agenda: resultados do teste de Tukey.

Tratamentos	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Cl ppm
1) Testemunha (m_1)	4,003	0,117	1,538	1,003	0,195	0,126	1213
2) NP (m_2)	4,085	0,118	1,655	0,950	0,225	0,124	1494
3) KCl-1 (m_3)	3,808	0,104	2,343	1,033	0,185	0,139	4319
4) KCl-2 (m_4)	3,767	0,100	2,487	0,912	0,178	0,134	6094
5) KCl-3 (m_5)	3,778	0,094	2,477	0,902	0,197	0,140	7869
6) KCl-4 (m_6)	3,742	0,090	2,882	0,843	0,200	0,144	13106
7) KCl-5 (m_7)	3,697	0,094	4,142	0,795	0,217	0,134	33075
8) K_2SO_4 -1 (m_8)	3,975	0,122	2,455	1,048	0,188	0,179	2337
9) K_2SO_4 -2 (m_9)	3,692	0,112	2,608	0,982	0,162	0,185	2633
10) K_2SO_4 -3 (m_{10})	3,747	0,111	2,662	0,888	0,172	0,185	3047
11) K_2SO_4 -4 (m_{11})	3,670	0,107	2,717	0,887	0,172	0,200	2752
12) K_2SO_4 -5 (m_{12})	3,678	0,098	2,787	0,853	0,168	0,213	2899
F	2,52 (*)	6,27 (**)	9,01 (**)	5,09 (**)	5,75 (**)	20,69 (**)	8,34 (**)
CV %	5,7	9,9	20,6	9,37	10,6	10,7	112,5
Scheffé (\bar{Y})	0,030 (ns)	0,068 (*)	1,102 (ns)	0,163 (ns)	0,115 (ns)	0,271 (**)	50795 (*)

(*) significativo ao nível de 5%

(**) significativo ao nível de 1%

(ns) não significativo

Resultados do teste de Tukey:

K - Contrastes altamente significativos entre a média m_7 e as demais médias.

S - Contraste significativo ao nível de 5% entre as médias m_8 e m_{12} .

Cl- Contrastes altamente significativos entre a média m_7 e as demais médias.

P - Significativo ao nível de 5% o contraste entre as médias m_8 e m_{12} .

Ca- Contrastes altamente significativos entre as médias m_3 e m_4 , m_3 e m_5 , m_3 e m_6 , m_8 e m_{10} , m_8 e m_{11} , m_8 e m_{12} .

QUADRO 14 - Médias dos tratamentos para as diversas épocas de amostragem, obtidas a partir dos dados dos quadros 1 a 6.

Elementos	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	F
N	3,483	3,840	3,888	3,828	3,853	3,928	6,71 (***)
P	0,108	0,102	0,109	0,102	0,100	0,113	2,72 (*)
K	2,452	2,461	2,468	2,586	2,625	2,785	0,74 (ns)
Ca	0,868	1,019	0,941	0,944	0,863	0,908	5,41 (***)
Mg	0,186	0,180	0,176	0,183	0,196	0,208	4,50 (***)
S	0,150	0,156	0,162	0,150	0,157	0,175	3,45 (*)
Cl	3307	4365	4736	8553	8679	10799	1,87 (ns)

(*) significativo ao nível de 5%
 (***) significativo ao nível de 1%
 (ns) não significativo

Resultados do Teste de Tukey:

N- contrastes significativos ao nível de 1% entre as médias, para as 6 amostragens.

P- contraste significativo ao nível de 5% entre as médias da 5ª e 6ª amostragens.

Ca-contrastes significativos ao nível de 1% e 5%, entre as médias da 2ª e 1ª, 2ª e 5ª e 2ª e 6ª amostragens.

S- contrast. altamente significativ. entre as médias da 1ª e 6ª amostragens.

QUADRO 15 - Médias dos teores nos caules e folhas para os tratamentos, obtidas a partir dos dados dos quadros 8 e 9. Resultados do Teste F e do Teste de Scheffé.

Tratamentos	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Cl ppm
1) Testemunha (m ₁)	2,295	0,110	0,845	0,670	0,280	0,091	173
2) NP (m ₂)	2,555	0,111	1,000	0,625	0,270	0,088	212
3) KCl-1 (m ₃)	2,390	0,094	2,230	0,520	0,185	0,092	2579
4) KCl-2 (m ₄)	2,485	0,102	2,395	0,470	0,185	0,088	5509
5) KCl-3 (m ₅)	2,680	0,105	2,645	0,360	0,185	0,093	6621
6) KCl-4 (m ₆)	2,665	0,104	3,105	0,280	0,160	0,104	12426
7) KCl-5 (m ₇)	2,585	0,085	6,000	0,270	0,150	0,095	47127
8) K ₂ SO ₄ -1 (m ₈)	2,570	0,107	2,460	0,615	0,205	0,136	349
9) K ₂ SO ₄ -2 (m ₉)	2,545	0,104	2,630	0,570	0,200	0,123	720
10) K ₂ SO ₄ -3 (m ₁₀)	2,605	0,093	2,785	0,415	0,185	0,119	827
11) K ₂ SO ₄ -4 (m ₁₁)	2,510	0,092	2,985	0,315	0,165	0,130	641
12) K ₂ SO ₄ -5 (m ₁₂)	2,660	0,080	3,220	0,235	0,145	0,181	883
F	1,19 (ns)	0,198(**)	16,31(***)	2,94(ns)	2,65(ns)	2,72(ns)	35,74(***)
C.V. %	5,81	30,5	16,7	28,5	19,1	21,0	48,7
Scheffé	-----	0,014(ns)	2,295(ns)	-----	-----	-----	70392(***)

(*) significativo ao nível de 5%

(**) significativo ao nível de 1%

(ns) não significativo

QUADRO 16 - Médias dos tratamentos para caules e folhas, obtidas a partir dos dados dos quadros 8 e 9. Resultados do teste F e do de Tukey.

Partes da planta	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Cl ppm
Folhas	3,671	0,130	3,466	0,609	0,254	0,157	8141
Caules	1,420	0,063	1,918	0,282	0,132	0,066	4795
F	1388 (***)	25,27 (***)	71,20 (***)	39,97 (***)	66,18 (***)	89,09 (***)	6,77 (*)
Tukey	2,251 (***)	0,067 (***)	1,548 (***)	0,327 (***)	0,122 (***)	0,091 (***)	3346 (*)

(*) significativo ao nível de 5%

(**) significativo ao nível de 1%

QUADRO 17 - Médias dos teores de micronutrientes nos caules e folhas (ppm), para os tratamentos, obtidas a partir dos dados dos quadros 11 e 12. Resultados dos testes F, de Scheffé e na agenda os resultados do teste de Tukey.

Tratamentos	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	B
1) Testemunha (m_1)	106,50	145,00	10,00	12,35	0,020	15,50
2) NP (m_2)	91,00	143,50	10,70	14,35	0,017	17,50
3) KCl-1 (m_3)	89,50	121,50	8,70	13,15	0,019	18,50
4) KCl-2 (m_4)	93,00	120,00	11,15	12,85	0,014	15,00
5) KCl-3 (m_5)	101,50	107,50	10,60	17,00	0,011	12,00
6) KCl-4 (m_6)	101,50	99,50	9,40	12,65	0,025	20,50
7) KCl-5 (m_7)	84,50	82,00	11,20	14,00	0,027	32,00
8) K_2SO_4 -1 (m_8)	107,00	128,50	9,75	15,00	0,012	18,50
9) K_2SO_4 -2 (m_9)	112,00	117,00	7,25	15,50	0,016	13,00
10) K_2SO_4 -3 (m_{10})	86,00	95,00	7,00	15,00	0,009	12,50
11) K_2SO_4 -4 (m_{11})	98,00	94,00	5,15	11,35	0,014	20,50
12) K_2SO_4 -5 (m_{12})	100,00	71,50	3,60	10,65	0,014	14,00
F	0,51 (ns)	1,41(ns)	15,82(**)	1,29(ns)	0,88(ns)	3,37 (*)
Scheffé	-----	-----	18,30(**)	-----	-----	14,50(ns)

(*) significativo ao nível de 5%

(**) significativo ao nível de 1%

(ns) não significativo

Resultados do teste de Tukey:

Cu - Contrastes altamente significativos entre as médias m_8 e m_{11} e m_8 e m_{12} .

B - Contraste altamente significativo entre as médias m_5 e m_7 .

QUADRO 18 - Médias dos teores de micronutrientes (ppm) nos tratamentos, para caules e folhas, obtidas a partir dos dados dos quadros 11 e 12. Resultados do teste F e do teste de Tukey.

Partes da planta	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo	B
Folhas	127,25	156,75	7,75	12,21	0,0198	20,58
Caules	67,83	64,08	9,67	15,10	0,0132	13,50
F	69,68 (***)	46,84 (***)	28,57 (***)	9,69 (***)	3,97 (ns)	16,36 (***)
Tukey	59,45 (***)	92,67 (***)	1,92 (***)	2,89 (***)	-----	7,08 (***)

(***) significativo ao nível de 1%

(ns) não significativo

5 - CONCLUSÕES

5.1. - A concentração de cloro nas plantas cresceu à medida que se aumentaram as doses de KCl aplicadas. O acréscimo no teor de K nas folhas, a princípio foi pequeno, porém conforme cresceu a concentração de KCl no solo, tendeu a acompanhar o de cloro. Nas plantas que receberam K_2SO_4 , o acréscimo no teor de enxofre foi pequeno e o acréscimo no teor de potássio, foi menor do que o das plantas que receberam KCl.

5.2. - Os sintomas de redução no crescimento, necrose e defoliação observados nas plantas que receberam as doses 3, 4 e 5 de K_2O na forma de KCl, estão associados com o cloro e não com o potássio pois o desequilíbrío entre os catíons K, Ca e Mg, devido ao aumento no teor de K e queda nos teores de Ca e Mg, ocorreu tanto nas plantas tratadas com KCl como nas tratadas com K_2SO_4 . E estas últimas mostraram-se normais e bem desenvolvidas.

5.3. - No presente experimento com o cultivar 'Catuai', as mudas não foram prejudicadas pelo cloro, até um teor máximo relativo às folhas mais velhas de 9400 ppm e um teor médio relativo a todas as folhas de 7600 ppm.

5.4. - Confirmou-se o antagonismo já descrito por outros pesquisadores entre o potássio, cálcio e magnésio, isto é, à medida que aumentou o teor de potássio nas folhas, diminuiu o de cálcio. Pelos dados médios obtidos de todas as

folhas, observou-se também uma queda nos teores de magnésio.

5.5. - Constatou-se menor concentração de fósforo nas plantas tratadas com KCl e dentre as plantas tratadas com K_2SO_4 houve uma queda gradativa no teor de fósforo conforme cresceu a quantidade de K_2SO_4 aplicada.

5.6. - Com referência à concentração de micronutrientes, observou-se maior concentração de cobre nas plantas tratadas com KCl e dentre os tratamentos com K_2SO_4 , os teores de cobre apresentaram-se gradativamente mais baixos, com o aumento das doses aplicadas. Constituindo exceção, o cobre e o zinco se acumularam mais nos caules do que nas folhas, para todos os tratamentos. Ocorreu um acúmulo de boro nas plantas que receberam a dose maior de KCl.

6 - RESUMO

No presente trabalho foram estudadas as variações nos teores de K, Cl e S nas folhas de cafeeiro (Coffea arabica 'Catuaí'), em função das quantidades de cloreto e de sulfato de potássio aplicadas, acompanhadas de observações sobre os sintomas de toxidez e sobre o desenvolvimento das plantas. Determinou-se também os efeitos desses tratamentos na concentração de outros nutrientes nas plantas.

O ensaio foi instalado em vasos, em casa de vegetação, constando de 12 tratamentos com 5 repetições e o solo utilizado procedeu do Grande Grupo Latossolo Vermelho Amarelo-orto. As mudas foram plantadas em número de quatro por vaso, com 2 meses de idade e foram deixadas crescer mais 3 meses antes de se iniciarem os tratamentos.

O N foi fornecido na forma de NH_4NO_3 , o P na forma de $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ e o K na forma de KCl ou K_2SO_4 . Os sais de K foram aplicados parceladamente.

Após o início da aplicação dos sais de K, foram colhidas amostras de folhas do terço inferior das plantas, de 15 em 15 dias, totalizando 6 amostragens. Concluído o experimento, colheram-se todas as folhas e caules das plantas. Essas amostras foram devidamente analisadas e foi feita a comparação do desenvolvimento das plantas com os teores em

contrados nas folhas. Foram determinados os teores de K, Cl, S, Ca, Mg, N, P, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn.

Os resultados deste estudo permitiram tirar as seguintes conclusões principais:

- a) Houve aumento na concentração de cloro nas folhas com o aumento de KCl aplicado ao solo;
- b) os sintomas de redução no crescimento, necrose e defoliação observados nas plantas tratadas com doses altas de KCl, foram associados com o cloro;
- c) no presente experimento, as mudas não foram prejudicadas pelo cloro até um teor máximo relativo às folhas mais velhas de 9400 ppm e um teor médio relativo a todas as folhas de 7600 ppm;
- d) confirmou-se o antagonismo entre o K e o Ca + Mg já descrito em outros trabalhos;
- e) constatou-se menor concentração de fósforo nas plantas tratadas com KCl e dentre as plantas tratadas com K_2SO_4 , houve uma queda gradativa no teor de P à medida que cresceu a quantidade de K_2SO_4 aplicada;
- f) com referência à concentração de micronutrientes, observou-se maior concentração de cobre nas plantas tratadas com KCl e aquelas que receberam a dose máxima de KCl acumularam maior quantidade de boro; o cobre e o zinco se acumularam mais nos caules do que nas folhas, para todos os tratamentos.

7 - SUMMARY

The effects of the application of potassium chloride and or potassium sulfate in the soil on the nutrition of young coffee plants (Coffea arabica 'Catuaí').

A experiment was carried out in order to study the quantitative changes as function of the amounts of KCl and K_2SO_4 applied in the soil, and the variation of other mineral elements in the leaves, as well.

Throughout the experiment, the plants were noted for toxicity effects upon growth and development.

Coffee plants, two months old, were transplanted into 10 kg-pots filled with soil and let grow three more months before the treatments started. The soil used is a Ortho-red Yellow Latosol from Campinas Country. There were four plants per pot.

The experimental design was completely randomized and consisted of twelve treatments with five replicate pots per treatment.

N was supplied in NH_4NO_3 form; P in $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ and K in KCl and K_2SO_4 forms.

A total of six samplings were made every fifteen other days and the leaves were collected from the first third of the plant. At the end of the experiment whole plants were harvested and plant parts separated into leaves and stems. Chemical analyses were performed for K, Cl, S, Ca, Mg, N, P, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn.

The results permitted to conclude that:

- a) Cl in the leaves increased with increasing amounts of KCl applied to the soil;
- b) there was a relationship between high concentration of Cl in the leaves and reduced growth, necrosis and defoliation;
- c) no injurious effects of Cl were observed for levels of 7600 ppm for all the leaves or for levels of 9400 ppm in leaves from the first plant-third;
- d) the antagonism between K and Ca + Mg was observed, thus confirming findings of other workers;
- e) plants receiving KCl had less P in the leaves than the ones which received K_2SO_4 , however in these, P decreased with increasing K_2SO_4 applied;
- f) plants receiving KCl had greater concentrations of Cu in the leaves than K_2SO_4 -fertilized plants, moreover, the ones which received the greatest quantity of KCl accumulated the highest amount of B;
- g) in all the treatments, Cu and Zn accumulated more in the stems than in the leaves.

8 - LITERATURA CITADA

- ANDA Os fertilizantes. Índice salino de adubos. Em: Manual de adubação, Associação Nacional para Difusão de Adubos, São Paulo, 1971. 265p.
- ARANA, M.L. Fertilizacion con cloruro de potasio y con sulfato de potasio en plantaciones de cafe. I. Verificacion de la absorcion de iones K, Cl y S por medio de analisis foliar. Cenicafé 18(2):47-54, 1967.
- BATAGLIA, O.C. & ROMANO GALLO, J. Determinação de cálcio e magnésio em plantas, por fotometria de absorção. Em: Resumos da XXII Reunião Anual da SBPC, p.57. Bragantia 31(5):59-74, 1972.
-
- A determinação de molibdênio por espectrofotometria de absorção atômica. Tese de doutoramento. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz", 1972. 86p. (xerox).
- BERNSTEIN, L. & HAYWARD, H.E. Physiology of salt tolerance. A. Rev. Pl. Physiol 9:25-46, 1958.
- CANGIANI FURLANI, A.M. & ROMANO GALLO, J. Determinação coulométrica de cloreto em plantas, fazendo uso de cloridômetro de leitura direta. Ciênc. Cult., S. Paulo 24:250-253, 1972.

CATANI, R.A., PELLEGRINO, D., BERGAMIN F^o, H., GLÓRIA, N.A. & GRANER, C.A.F. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro, Coffea arabica, L., var. Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy, aos dez anos de idade. Anais Esc. Sup. Agr. "Luiz de Queiroz" 22:81-93, 1965.

_____, _____, BITTENCOURT, V.C., JACINTHO, A.O. & GRANER, C.A.F. A concentração e a quantidade de micronutrientes e de alumínio no cafeeiro, Coffea arabica, L., var. Mundo Novo (B. Rodr.) Choussy, aos dez anos de idade. Anais Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 24:97-106, 1967.

_____, MORAES, F.R.P. & BERGAMIN F^o, H. A concentração de cloro em folhas de café. Anais Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 26:93-98, 1969.

CHENIAE, G. M. Photosystem II and O₂ evolution. A. Rev. Pl. Physiol. 21:467-498, 1970.

COELHO, F.S. & VERLENGIA, F. Princípios fundamentais do uso de fertilizantes. Salinidade dos fertilizantes. Em: Fertilidade do Solo, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Cia. Brasileira de Impressão e Propaganda, 1971. 384p.

COURY, T. Contribuição para o estudo do cloro na agricultura. Tese de Cátedra. Piracicaba, E.S.A. "Luiz de Queiroz", 1957. 138p. (mimeografado).

- GRAM, W.J. & LATIES, G.G. The use of short-term and quasi-steady influx in estimating plasmalemma and tonoplast influx in barley root cells at various external and internal chloride concentrations. Aust. J. biol. Sci. 24:633-646, 1971.
- EATON, F.M. Chlorine. Em: Diagnostic Criteria for Plants and Soils. H.D. Chapman, University of California, 1966. 793p
- EPSTEIN, E. & JEFFERIES, R.L. The genetic basis of selective ion transport in plants. A. Rev. Pl. Physiol. 15:169-184, 1964.
- _____ Dual pattern of ion absorption by plant cells and by plants. Nature 212:1324-1327, 1966.
- EPFNN, L.B., OERTLI, J.J. & BINGHAM, F.T. Specific chloride injury in Persea americana. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 34:617-620, 1970.
- FISHER, J. D., HANSEN, D. & HODGES, T.K. Correlation between ion fluxes and ion-stimulated adenosine triphosphatase activity of plant roots. Pl. Physiol. 46:812-814, 1970.
- FORESTIER, J. O potássio e o cafeeiro Robusta. Fertilité 30:3-63, 1967-1968.
- HIATT, A.J. Relationship of cell sap pH to organic acid change during ion uptake. Pl. Physiol. 42:294-298, 1967.

- KUIPER, P.J.C. Lipids in grape roots in relation to chloride transport. *Pl. Physiol.* 43:1367-1371, 1968.
- LATIES, G.G. Dual mechanisms of salt uptake in relation to compartmentation and long-distance transport. *A. Rev. Pl. Physiol.* 20:89-116, 1969.
- LEGGETT, J.E. Salt absorption by plants. *A. Rev. Pl. Physiol.* 19:333-346, 1968.
- LIVNE, A. & LEVIN, N. Tissue respiration and mitochondrial oxidative phosphorylation of NaCl-treated pea seedlings. *Pl. Physiol.* 42:407-414, 1967.
- LOTT, W.L., NERY, J.P., ROMANO GALLO, J. & MEDCALF, J.C. A técnica de análise foliar aplicada ao cafeeiro. Campinas, Instituto Agrônômico. Boletim 79, 1956. 29p.
- _____, MCCLUNG, A.C., VITA, R. & GALLO, J.R. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. São Paulo, Instituto de Pesquisas IRI. Boletim 26, 1961. 69p.
- MAGNITSKI, K.P. Row and plantation crops. The diagnosis of mineral nutrition of plants according to chemical composition of leaves. Em: *Plant Analysis and Fertilizer Problems*. Walter Reuther, Washington, American Institute of Biological Sciences, 1961. 454p.

- MAC ROBBIE, E.A.C. Fluxes and compartmentation in plant cells. A. Rev. Pl. Physiol. 22:75-96, 1971.
- MULLER, F.E. Coffee nutrition. Em: Fruit Nutrition. N.F.Childers, Horticultural Publications Rutgers. The State University, New Jersey, 1966. 888p.
- NISSEN, P. Uptake of sulfate by roots and leaf slices of barley mediated by single, multiphasic mechanisms. Physiologia Pl. 24:315-324, 1971.
- OLLAGNIER, M. & OCHS, R. La nutrition en chlore du palmier a huile et du cocotier. C.r. hebdomadaire Séances Acad. Fr. 57: 303-311, 1971.
- PERKIN-EIMER Revision of analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Norwalk, Connecticut, 1968.
- PIERCE, W.S. & HIGINBOTHAM, N. Compartments and fluxes of K^+ , Na^+ and Cl^- in Avena coleoptile cells. Pl. Physiol. 46: 666-673, 1970.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. Distribuidora Livraria Nobel S.A., São Paulo, 4ª ed., 1970.
- PITMAN, M.G. Uptake and transport of ions in barley seedlings. I. Estimation of chloride fluxes in cells of excised roots. Aust. J. Biol. Sci. 24:407-421, 1971.

- PITMAN, M.G., MERTZ Jr., S.M., GRAVES, J.S., PIERCE, W.S. & HIGINBOTHAM, N. Electrical potential differences in cells of barley roots and their relation to ion uptake. *Pl. Physiol.* 47:76-80, 1971.
- _____, MOWAT, J. & NAIR, H. Interactions of processes for accumulations of salt and sugar in barley plants. *Aust. J. biol. Sci.* 24:619-631, 1971.
- PORATH, E.H. & MAYBER, A.P. The effect of salinity in the growth medium on carbohydrate metabolism in pea root tips. *Pl. Cell Physiol.*, Tokio 9:195-203, 1968.
- _____ & _____ Content of adenosine phosphate compounds in pea roots in saline media. *Pl. Physiol.* 47:109-113, 1971.
- RANKAMA, K. & SALLAMA, T.G. *Geochemistry*. Chicago, University of Chicago Press, 1968. 912p.
- ROBINSON, J.B. & SMITH, F.A. Chloride influx into citrus leaf slices. *Austr. J. biol. Sci.* 23:953-960, 1970.
- ROMANO GALLO, J., BATAGLIA, O.C. & MIGUEL, P.T.N. A determinação de cobre, ferro, manganês e zinco num mesmo extrato de planta, por fotometria de chama de absorção. Em: XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Vitória, E.S. *Bragantia* 30(16):65-77, 1971.

ROMANO GALLO, J., BATAGLIA, O.C., FURLANI, P.R., HIROCE, R., CANGIANI FURLANI, A.M., RAMOS, M.T.B. & MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (Musa acuminata Simmonds, cultivar Nanicão). Ciênc. Cult., S.Paulo 24 (1):70-79, 1972.

_____, HIROCE, R., BATAGLIA, O.C., FURLANI, P.R., CANGIANI FURLANI, A.M., RAMOS, M.T.B. & MOREIRA, R.S. Situação nutricional de bananais do Estado de São Paulo. Trabalho apresentado no XIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Santa Maria, R.G.S., 1973. Ciênc. Cult., S.Paulo, no prelo.