

CARLOS EDUARDO DE REZENDE BASTOS

AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE VARIEDADES,
CULTIVARES E PROGENIES DE CAFEEIRO (*Coffea arabica*
L.) SUBMETIDOS A DIFERENTES DOSES DE POTÁ-
SIO NO SUBSTRATO

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras, como parte das exigências do
curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de
concentração Fitotecnia, para obtenção do título
de «MESTRE».

Orientador
Prof. Gui Alvarenga

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1994

Aos meus pais, José de Bastos Filho "in memoriam"

e Alba Resende Bastos pelo exemplo de vida.

À minha esposa Elizabeth e meu irmão Afonso
pelo incentivo.

Aos meus filhos, Felipe e Carla
pelo carinho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade oferecida para a realização do curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal a Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo.

À EMATER-MG pela liberação para a realização do curso.

Ao Professor Gui Alvarenga, pela orientação e apoio durante a execução deste trabalho.

Aos Professores Milton Moreira de Carvalho, Janice Guedes de Carvalho e Antônio Nazareno Guimarães Mendes pelas críticas e sugestões.

A todos os Professores que transmitiram seus conhecimentos durante a realização do curso.

Ao Supervisor Regional da EMATER-MG de Divinópolis, Sérgio Pereira de Carvalho pelo apoio para a execução deste trabalho.

A Cooperativa Regional Agropecuária do Alto São Francisco Ltda, na pessoa do seu Presidente Marcos Antonio Soares de Abreu pela impressão desta dissertação.

À todos os colegas, pelo convívio e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura e Biblioteca, pela atenção e colaboração.

À José Avelino e José Maurício, funcionários do viveiro de café da ESAL, pela amizade e colaboração.

Ao meu irmão Geraldo, pela colaboração.

À todos aqueles que indiretamente tenham contribuído para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CARLOS EDUARDO DE REZENDE BASTOS, filho de José de Bastos Filho e Alba Resende Bastos, nasceu em Perdões, Minas Gerais, em 28 de abril de 1954.

Em dezembro de 1973, diplomou-se como Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Trabalhou na iniciativa privada em Goiás até o ano de 1984.

Em outubro de 1984, ingressou na EMATER-MG.

De janeiro de 1985 a julho de 1986, trabalhou na EMATER-MG, em Carbonita.

De agosto de 1986 a março de 1990, trabalhou na EMATER-MG em Madre de Deus de Minas.

De março de 1990 a julho de 1990, trabalhou na EMATER-MG em Minduri.

Em agosto de 1990, iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia a nível de Mestrado, na Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Em setembro de 1992, retornou à EMATER-MG, em Pains,

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	xi
SUMMARY	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Potássio no solo e na planta	4
2.2 Resposta da planta ao potássio	8
2.3 Nutrição diferenciada de potássio	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Localização	22
3.2 Material	22
3.2.1 Substrato	22
3.2.2 Fertilizantes	24
3.2.3 Planta	25
3.3 Métodos	26
3.3.1 Delineamento experimental	26
3.3.2 Tratamentos	26
3.3.3 Parcelas	26
3.3.4 Instalação e condução do experimento	26
3.3.5 Tratos culturais	27
3.3.6 Avaliação do experimento	27
3.3.6.1 Altura das mudas	27
3.3.6.2 Diâmetro do caule	28
3.3.6.3 Área foliar	28
3.3.6.4 Peso seco da parte aérea e sistema radicular	28
3.3.6.5 Análises de nutrientes da parte aérea e do sistema radicular	29
3.3.6.6 Análises estatísticas	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Parâmetros de crescimento	30
4.1.1 Altura das plantas	30
4.1.2 Diâmetro do caule	33
4.1.3 Matéria seca da parte aérea	34
4.1.4 Matéria seca da raiz	36
4.1.5 Área foliar	37
4.2 Macronutrientes contidos na matéria seca da parte aérea	39
4.2.1 Nitrogênio	39
4.2.2 Fósforo	42
4.2.3 Potássio	43
4.2.4 Cálcio	45

4.2.5	Magnésio	46
4.2.6	Enxofre	47
4.3	Macronutrientes contidos na matéria seca da raiz	43
4.3.1	Cálcio, magnésio e potássio	49
4.4	Micronutrientes contidos na matéria seca da parte aérea	50
4.4.1	Cobre, zinco, manganês e ferro	51
5	CONCLUSÕES	55
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
	APÊNDICE	60

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Efeito da adubação potássica sobre a altura de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	32
2	Efeito da adubação potássica sobre o diâmetro de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	34
3	Efeito da adubação potássica sobre o peso da matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	35
4	Efeito da adubação potássica sobre o peso de matéria seca da raiz de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	37

Figura

Página

5	Efeito da adubação potássica sobre a área foliar de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	38
6	Efeito da adubação potássica sobre o teor de N na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994 ...	41
7	Efeito da adubação potássica sobre o teor de P na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	43
8	Efeito da adubação potássica sobre o teor de K na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	44
9	Efeito da adubação potássica sobre o teor de Mg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	47

Figura

Página

10	Efeito da adubação potássica sobre o teor de K na matéria seca da raiz de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	50
11	Efeito da adubação potássica sobre o teor de Cu na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	53
12	Efeito da adubação potássica sobre o teor de Zn na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994 ...*..	53
13	Efeito da adubação potássica sobre o teor de Mn na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994	54
14	Efeito da adubação potássica sobre o teor de Fe na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994*	54

RESUMO

BASTOS, Carlos Eduardo de Rezende. Avaliação do desenvolvimento de variedades, cultivares e progenies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes doses de Potássio no substrato. Lavras: ESAL, 1994. 81p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)*

Devido a expansão da cafeicultura em áreas de cerrado, com solos de baixa fertilidade, torna-se fundamental o conhecimento de variedades, cultivares e progênies de cafeeiro adaptadas e eficientes na absorção de nutrientes.

O presente estudo teve por objetivo avaliar o desenvolvimento de variedades, cultivares e progênies de cafeeiro submetidas a diferentes doses de potássio no substrato.

O experimento foi conduzido no viveiro de formação de mudas de café da Escola Superior de Agricultura de Lavras no período de julho de 1991 a maio de 1992.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados em esquema fatorial com três repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de 20 variedades, cultivares e progênies de cafeeiro nas 4 doses de potássio (0, 250, 500 e 1000) gramas de KCl por m³ de substrato.

* Orientador: Prof. Gui Alvarenga. Membros da banca: Prof. Milton M. de Carvalho, Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes.

Ao final de 10 meses após a semeadura foram avaliados os parâmetros de crescimento e determinados os teores dos nutrientes contidos na matéria seca da parte aérea e das raízes das mudas.

Nas condições em que foi conduzido o trabalho constatou-se que não houve interação entre as variedades, cultivares e progênies de cafeeiro e as doses de potássio para nenhum dos parâmetros analisados.

Doses crescentes de potássio proporcionaram aumento nas características de crescimento, no teor de K na matéria seca da parte aérea e raiz.

Na formação de mudas de cafeeiro sem o uso de esterco de curral, a melhor combinação é a de 5 kg de superfosfato simples, adubação suplementar de nitrogênio e 675 gramas de cloreto de potássio por m³ de substrato.

SUMMARY

EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF COFFEE TREE (Coffea arabica L.) VARIETIES, CULTIVARS AND PROGENIES SUBJECTED TO DIFFERENT POTASSIUM RATES IN THE SUBSTRATE

Owing to the spreading of coffee culture in areas of cerrado, with soils of low fertility, the knowledge of varieties, cultivars and progenies of coffee tree adapted and effective in nutritive uptake becomes basic.

The present work had as an objective to evaluate the development of varieties, cultivars and progenies of coffee tree subjected to different rates of potassium in the substrate,

The experiment was conducted in the coffee tree nursery at the Escola Superior de Agricultura de Lavras in the period from July, 1991 to May, 1992.

The experimental design utilized was of randomized blocks in a factorial scheme with three replicates. The treatments were made up of the combination of 20 varieties, cultivars and progenies of coffee tree in the four rates of potassium (0; 250; 500 and 1000) grams of KCl per m³ of substrate.

In the late 10 months after planting, growth parameters were assessed and nutrient contents contained in the dry matter of shoot and roots of the cuttings established.

Under the conditions the work was conducted, it was found that there was no interaction between varieties, cultivars and progenies of coffee tree and rates of potassium for none of the parameters investigated.

Growth characteristics, in the K content in the dry matter of the aerial part and root.

Upon formation of coffee tree cuttings without using corral manure, the best combination is that of 5 kg of simple superphosphate, additional fertilization of nitrogen and 675 grams of potassium chloride per m³ of substrate.

..•

1 INTRODUÇÃO

O conteúdo total de Potássio na crosta terrestre é de cerca de 2,3 a 2,5%, porém só uma pequena porção dele torna-se disponível para as plantas. O potássio é um metal alcalino que ocorre naturalmente na maioria das rochas e solos. O cloreto de potássio representa quase 95% de todo potássio usado, devido a sua alta concentração de nutriente (60 a 62 % de K_2O) e ao seu suprimento abundante, segundo a Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (1990).

Com a expansão da cafeicultura para a área de cerrados, com solos de baixa fertilidade, é fundamental ter um profundo conhecimento das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro adaptadas e eficientes na absorção de nutrientes.

Vilela et al. (1986), verificaram que nos solos "sob cerrado", as reservas de K de um modo geral não são suficientes para suprir a extração pelas culturas por um longo período de tempo e que a sua restituição deve ser feita através da adubação potássica. Às vezes devido ao esgotamento do K natural do solo, as respostas a ela só se verificaram a partir do segundo ou terceiro ano de cultivo. Lopes (1989) considera como nível crítico 60 ppm de K no solo, tendo verificado que em 85% das amostras de solos dos "cerrados", as análises eram inferiores a

este valor e que em 48% das amostras, os teores eram inferiores à metade do nível crítico, confirmando serem estes solos bastante deficientes em K.

Carvajal (1976) afirma que a resposta a K é variável em âmbito mundial e que existem solos *de* alta resposta como os do Brasil e Porto Rico e solos com resposta indiferente ou não significativa como na Costa Rica.

Santinato et al. (1980) em trabalho sobre doses crescentes de cloreto de potássio em substrato na formação de mudas de café, concluíram que não houve efeito significativo das doses empregadas de cloreto de potássio no desenvolvimento (crescimento e ganho em peso de matéria seca) nas mudas de café.

Em trabalhos sobre avaliação do desenvolvimento de cultivares e progênies de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) submetidos a diferentes doses de fósforo no substrato, Cardoso (1990) encontrou um efeito significativo da interação doses de fósforo x progênies para os teores de potássio determinados na matéria seca da parte aérea das mudas.

Epstein e Jefferies (1964), citados por Malavolta (1976), verificaram que diferentes variedades mostraram quantidades variáveis de certos elementos por unidade de peso do tecido, em condições idênticas de cultivo. Essas diferenças foram devido à diversidade de morfologia da raiz, controlada geneticamente, às diferenças no transporte iônico, ou seja, à maior eficiência da utilização e não da capacidade de absorção.

Baseado no exposto e na premissa que a nutrição diferenciada de potássio pode ser verificada em mudas de

cafeeiro, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento de variedades, cultivares e progênies de cafeeiro submetidas a diferentes doses de potássio no substrato.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Potássio no solo e na planta

A maioria dos solos virgens contém inicialmente quantidades adequadas de K para produções médias das culturas. Os solos arenosos e turfosos são inerentemente pobres em K. O clima tem seu efeito pronunciado no K do solo, sendo que em áreas de alta temperatura e alta pluviosidade a maioria dos solos desde que não sejam de origem vulcânica é pobre em reservas de K nativo, enquanto solos de regiões de pouca chuva são em geral ricos em K, segundo Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (1990).

Existem quatro formas de ocorrência de potássio no solo, que são: a rede cristalina que contém de 90 a 98% do total, a forma fixada, com 1-10%, a trocável + solúvel, com 1-28 e a matéria orgânica, com 0,5-2%.

A rede cristalina contém os minerais primários como micas e feldspatos potássicos e argilas micáceas (Malavolta; 1976, 1980) e que se torna disponível apenas pela decomposição desses minerais.

Na forma fixada, a fixação consiste na conversão do K trocável ou insolúvel numa forma que não pode ser prontamente

extraída por uma solução salina neutra, segundo Kardos, citado por Malavolta (1976). As argilas do tipo 1:1 fixam pouco e as do tipo 2:1 (ilita, vermiculita) fixam prontamente e em grandes quantidades.

Na matéria orgânica os microorganismos do solo podem atuar de um lado solubilizando o K através da mineralização da matéria orgânica, convertendo o K da matéria orgânica em K solúvel e por outro lado podem provocar uma fixação biológica ao incorporar o elemento em suas células, segundo Malavolta (1976).

O K^+ trocável e o K^+ na solução do solo, são o K^+ disponível para as plantas. O potássio atinge as raízes das plantas por transporte em solução e a sua concentração na solução do solo determina quanto de K pode atingir as raízes em um determinado tempo. Os níveis de K solúvel na solução do solo são apenas indicadores de disponibilidade momentânea. Para se produzir bem é necessário que a concentração da solução do solo seja mantida a um nível satisfatório durante o período de crescimento, segundo a Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (1990).

Essas formas se encontram em equilíbrio com as outras. Uma dessas reações de equilíbrio é a que ocorre com o K^+ solúvel do solo ou do adubo adicionado que pode passar à forma trocável e este a fixado. A absorção do K^+ solúvel pela raiz desencadeia o processo de libertação em parte pelo menos, do K fixado, segundo Malavolta (1980).

Moysés (1988), cita que o aumento da concentração de zinco na solução nutritiva reduz o teor de K nos ramos, e que o

potássio se movimenta lentamente e a curtas distâncias através de filmes de água que circundam as partículas de solo. Tende a permanecer onde é colocado através da adubação.

O cafeeiro reage com maior ou menor intensidade à adubação potássica, inversamente à concentração de K^+ no solo. Solos com teor baixo ou muito baixo de K^+ , o seu emprego interfere fortemente sobre a produção do cafeeiro, segundo Fraga e Conagin, citados por Malavolta (1981).

Aduayi (1970) citado por Guimarães (1986), afirma que a absorção de K^+ pelas plantas é afetada pela natureza das argilas, pela capacidade de troca de cátions da argila específica e das raízes da planta, pela porcentagem de saturação dos colóides do solo com K^+ , pela natureza e quantidades de cátions complementares do solo e de seus ânions associados, pela fração orgânica e pelo teor de umidade do solo. No Quênia, os minerais de argila do tipo 2:1 são os grandes responsáveis pela manutenção e pelo suprimento do K trocável nos solos cafeeiros. É importante conhecer os tipos de argilas que dominam no solo, para prognosticar a restituição e resposta deste elemento, segundo Carvajal (1976). A absorção deste elemento no solo tem seu pico máximo na estação chuvosa.

Malavolta (1980) relata que o potássio é absorvido pelas raízes na forma iônica K^+ , por processo ativo e a fonte é a solução do solo, tendo como caminho obrigatório, para o contato, a difusão.

Concentrações suficientes de Ca^{+2} na solução são necessários para tornar máxima a absorção do X^+ , chamado efeito

Viets. O excesso de Ca^{+2} e em menor escala o de Mg^{+2} , determinam menor absorção do potássio provavelmente por inibição competitiva (calcário em excesso para neutralizar a acidez do solo). O K absorvido pela raiz é conduzido à parte aérea e se dirige das folhas mais velhas para as mais novas, para regiões de crescimento, para o fruto que está crescendo, isto porque cerca de 75% do potássio total da planta se encontra no tecido em forma solúvel, segundo Malavolta (1976). O mesmo autor cita que o K é o catiônico mais abundante no tecido, sendo que a concentração de K na matéria seca não guarda proporção com a quantidade da mesma. Aumentando o teor de K a produção de matéria seca cresce até um ponto além do qual o primeiro continua a aumentar sem que o segundo o faça, sendo conhecido o fenômeno como "alimentação de luxo".

As funções do potássio nas plantas não são bem esclarecidas. As exigências de K das culturas são muito grandes, comparáveis às de nitrogênio. Ele não possui função estrutural no desenvolvimento da planta. O seu mais esclarecido papel é o de ativador enzimático, Malavolta (1976).

Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (1990) relata que o potássio é conhecido por representar um papel vital na fotossíntese, processo pelo qual a energia solar em combinação com a água e dióxido de carbono é convertida em açúcares e matéria orgânica. Também cita a sua função na ativação de mais de sessenta sistemas enzimáticos nas plantas. Outras importantes funções seriam: regulação da turgidez do tecido, abertura e fechamento de estômatos, transporte de

carboidratos, transpiração, resistência a geada, seca e salinidade, resistência à doenças, qualidade dos produtos, resistência ao acamamento. Ele é essencial em quase todos os processos necessários para sustentar a vida da planta.

O potássio é absorvido como K^+ e é transportado pelo xilema de onde passa rapidamente para o floema sendo que os dois sistemas de vasos logo apresentam concentrações quase iguais do elemento. Inibe competitivamente a absorção de NH_4^+ , Rb^+ , Mg^{+2} e Ca^{+2} . Aproximadamente 70% do K total acha-se em forma iônica na célula de onde pode ser retirado por água e os 30% restantes são absorvidos a proteínas das quais se libertam, porém quando a folha envelhece. A redistribuição é fácil, segundo Malavolta (1976).

2.2 Resposta da planta ao potássio

Franco e Mendes (1945) e Jacob (1836), citados por Malavolta (1981), induziram o aparecimento de sintomas de deficiências de N, P, K, Ca, Mg e S, cultivando plantas novas em solução nutritiva com emissão desses elementos um de cada vez.

Carvajal et al. (1969), estudando a absorção de N, P, K, Ca e Mg por cafeeiro de três anos de idade cultivando em solução nutritiva que era analisada semanalmente durante o transcurso de 1 ano, determinou que a maior absorção de K é antes e logo após o florescimento, seguindo-se após o desenvolvimento do fruto.

Antes dos sintomas de deficiência de X tornarem-se visíveis, já ocorreram severas perdas na produção e qualidade das culturas. Sendo o K altamente móvel dentro da planta, os primeiros sintomas manifestam-se nas folhas mais velhas, já que os seus suprimentos de K são drenados para suprir as folhas novas (rapidez na redistribuição). As plantas de café deficientes em potássio apresentam internódios delgados e longes. As folhas mais velhas apresentam um amarelecimento ao longo das margens, que é seguido por um ondulamento das folhas e secamento do tecido amarelo, que morre e se torna marrom escuro, segundo Malavolta (1981) e Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (1990).

Estudando o efeito do pH da solução nutritiva sobre o crescimento e a composição mineral de plantas novas e em épocas diferentes, Amorin et al. (1968) verificaram efeitos semelhantes na concentração hidrogeniônica sobre a produção da matéria seca na faixa de pH entre 4-6. Nos dois casos a tendência para redução no crescimento com a elevação do pH foi acompanhada pela diminuição nos teores e nas quantidades totais de macronutrientes absorvidos.

A concentração e a quantidade de macronutrientes na raiz, tronco, ramos, folhas e frutos do cafeeiro em diversos estágios do seu crescimento (de um a cinco anos e aos dez anos de idade), em condições de campo foram estudados por Catani e Moraes (1958) e Catani et al. (1965). Estes trabalhos mostram que a absorção de N, K, e Ca cresce de maneira acentuada à medida que a planta se torna mais velha, em relação às absorções do P e do Mg.

As exigências minerais do cafeeiro duplicam aos 2,5 e 3,5 anos, devido ao início da produção de grãos. O cafeeiro extrai grandes quantidades de N e de K e em ordem decrescente o Ca, Mg, S e P. Segundo Guimarães (1986), no quinto ano, os grãos do café são responsáveis por aproximadamente 1/3 das exigências minerais do cafeeiro em produção. O mesmo autor, baseado em Catani et al. (1967) cita a ocorrência de variação das quantidades de nutrientes durante o desenvolvimento dos frutos, que estes absorvem continuamente todos os macronutrientes, durante todo o seu desenvolvimento. O K e o N foram solicitados em maior quantidade, seguindo-se o Ca, P, S e Mg. O K contribui com 523 e o N com 34% da quantidade total de macronutrientes absorvidos.

Catani e Morais (1958), concluíram que houve uma variação periódica nítida na concentração percentual dos elementos analisados nas folhas e nos frutos. No mês de janeiro, a concentração percentual de N, P, K e Mg foi mais elevada que em julho, exceção feita ao Ca, que nas folhas parece não seguir as mesmas variações dos outros elementos. Nos ramos, troncos e raízes, a variação na concentração dos elementos não foi tão pronunciada quanto das folhas e também não seguiu uma periodicidade tão perceptível quanto no caso das folhas e frutos.

Morais e Catani (1964), citam que a percentagem de matéria seca aumentou à medida do desenvolvimento do fruto, observando-se o inverso com os elementos minerais. Houve um grande aumento na acumulação de NPK e matéria seca no fruto durante as últimas semanas que antecederam o final da maturação. Com relação a assimilação de NPK, nos últimos 60 dias os frutos

apresentaram um aumento da ordem de 49,36% e 39%, respectivamente, do total existente no fruto, quando este atingiu a maturação completa.

Silva e Souza et al. (1975) a exemplo de Moraes e Catani (1964), também constataram que as percentagens dos elementos Ca, P, K e Mg declinavam à medida do desenvolvimento dos frutos.

Silva e Souza et al. (1975), concluíram que os teores de Ca e P caíram sensivelmente nos frutos em desenvolvimento, até atingirem níveis relativamente constantes a partir do mês de dezembro. Na folha, o teor de Ca aumentou de outubro para abril. Os teores foliares de K decresceram ligeiramente durante todo o período de expansão dos frutos, sendo que nestes o decréscimo foi mais acentuado. O nível de Mg e Mn subiram nas folhas, na estação de crescimento e expansão dos frutos, sugerindo acúmulo contínuo nesses órgãos. Nos frutos o teor de Mg caiu com seu crescimento e o de Mn manteve-se relativamente estável. Os teores de Zn apresentaram um máximo em fim de dezembro e os teores de Fe foram desuniformes durante todo o período de estudo, sugerindo, todavia, uma tendência à constância.

Estudando a composição química do cafeeiro, Catani e Moraes (1958) concluíram que as quantidades médias dos elementos retirados por uma planta com cinco anos de idade foram de 117,5g de N, 16,4g de P_2O_5 , 121,3g de K_2O , 77,1g de CaO e 23,5g de MgO. Dessas quantidades totais, os frutos foram responsáveis pela retirada de 33,4g de N, 5,04g de P_2O_5 , 42,52g de K_2O , 5,21g de CaO e 5,54g de MgO. Em termos percentuais, os frutos seriam

responsáveis por cerca de 28% de todo N contido na planta, 31% do P, 35% do K, 7% do Ca e 23% da Mg. Catani et al. (1965), comentam que as quantidades de macronutrientes absorvidos pelo cafeeiro variedade Mundo Novo, aos dez anos de idade, foi de 219,3 g de N, 15,5 g de P, 179,0 g de K, 135,5 g de Ca, 29,4 g de Mg e 23,6 g de S. A produção de frutos no mesmo ano exigiu 21,0g de N, 2,1g de P, 26,7g de K, 2,7g de Ca, 1,7g de Mg e 1,4g de S.

Malavolta et al. (1963), citados por Chaves (1982), analisando a composição mineral de sementes e polpas de cafeeiro variedade "Bourbon Amarelo", "Catuaí Amarelo" e "Mundo Novo" obtiveram as seguintes percentagens no grão: 1,7% N, 0,10% P, 1,539 K, 0,275 Ca, 0,155 Mg, 0,129 S, 16,0ppm B, 15,0ppm Cu, 60,0ppm Fe, 20,0ppm Mn, 0,05ppm Mo, 12,0ppm Zn. Na casca, os teores foram os seguintes: 1,78% N, 0,143 P, 3,759 K, 0,41% Ca, 0,133 Mg, 0,15% S, 34,0ppm B, 18,0ppm Cu, 150,0ppm Fe, 29,0ppm Mn, 0,07ppm Mo, 70,0ppm Zn. Não houve diferença entre cultivares quanto ao teor de macro e micronutrientes.

As quantidades de K nas partes vegetativas, bem como nos frutos do cafeeiro, são suficientes para mostrar que este nutriente desempenha um papel dominante na nutrição desta planta. Como em geral altos teores de K estão associados com colheitas elevadas, a hipótese de "alimentação de luxo" deve ser afastada. A exigência de K aumenta muito com a idade, sendo particularmente intensa quando a planta atinge a maturidade, devido às quantidades adicionais existentes nos frutos maduros, segundo Guimarães (1986), baseado em Malavolta (1965).

Malavolta (1974), afirma que o cafeeiro é uma planta que apresenta alta exigência em nutrientes minerais, e esta aumenta segundo sua idade. Por volta dos três anos esta exigência duplica, o que deve coincidir com o início da produção de frutos.

Malavolta, (1984), citado por Guimarães (1986), mencionou a existência de uma alta correlação positiva entre o teor de K nas folhas e seu conteúdo de amido. Baixando-se o nível de K diminui-se a produção de amido e em consequência o desenvolvimento da planta, novos ramos, novas folhas diminuem e a produção decresce. Admite-se que o ciclo bienal de produção do cafeeiro, pelo menos em parte, é explicado com base nas variações no teor de amido nos tecidos. Afirma também que a distribuição dos nutrientes nos frutos varia com a idade das plantas. Uma fração relativamente maior de nutrientes está nos frutos das plantas mais novas. Nas plantas em plena produção, a participação dos frutos diminui, devendo cair ainda mais nos anos de baixa produção. Isto mostra a razão por que uma planta nova, onde a relação produção: parte vegetativa é grande, se torna mais exigente em certos nutrientes quando comparada a um sistema radicular e parte vegetativa ainda não tão desenvolvidos como numa planta já adulta e com produções semelhantes.

Silva e Silva (1957), encontraram teores mais elevados de N, P, K, e Mg nas folhas de café no mês de novembro, quando comparado com o mês de janeiro.

Muller (1959) relatado por Chaves (1982), diz que a composição de uma folha varia durante o processo de envelhecimento. Fazendo-se análises foliares consecutivas, com

certos intervalos de tempo, os resultados mostraram que embora alguns nutrientes minerais aumentem em quantidade com a idade das folhas, outros diminuem. O grupo de elementos cuja quantidade decresce com a idade é o seguinte: N, P, K e às vezes Mg. O grupo que aumenta o conteúdo com a idade da folha, inclui o Ca, S, Fe, Mn, B, Zn, Cu e Mo.

Avaliando a extração de macronutrientes na colheita por três variedades de café, Arzolla et al. (1963), constataram que a desigualdade na composição dos grãos e da casca foi consistente, o grão tem mais N e mais Mg que a casca; a casca é mais rica nas outros elementos, particularmente em potássio.

Bonnet (1969), citado por Chaves (1982), trabalhando com cafeeiros da variedade "Caturra" e cultivar "Bourbon Vermelho" e amostrando folhas em duas épocas, ao final do verão (antes da colheita, no estágio de desenvolvimento e maturação dos frutos) e ao final do inverno, constatou que no verão os teores foram mais elevados para N, K e Mg. Teores semelhantes foram encontrados para P e micronutrientes (Mn, Fe, B, Cu e Zn) nas duas épocas. O teor de Ca foi mais elevado no inverno.

Amorim et al. (1965), constataram teores mais elevados de N no grão do que na polpa. Calcularam esta diferença em torno de 29%. Já a polpa apresentou-se mais rica em P do que o grão em cerca de 159, sendo também aproximadamente 70% mais rica em K. A adubação nitrogenada diminuiu o teor de P na polpa. O P agiu favoravelmente sobre o teor de K no grão. A adubação potássica aumentou o teor de N no grão enquanto a fosfatada elevou na polpa.

Correa et al. (1983), verificaram que no período de 24 a 48 meses, para o "Mundo Novo" e o "Catuaí", a extração total de nutrientes (parte vegetativa + frutos) cresceu o seguinte número de vezes: 5,5 (N), 11,9 (P), 6,7 (K), 6,5 (Ca), 9,7 (Mg), e 5,4 (SE). Concluíram também que entre 6 e 48 meses de idade não se observa ainda tendência sigmoidal nas curvas de crescimento e de acumulação de elementos minerais, ou seja, o cafeeiro continua crescendo.

Chaves (1982), observou que as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Mn e Zn, foram elevados nos frutos nos seus estágios iniciais de crescimento. O comportamento do K, Ca, Mg, S, Cu e Mn ao longo do desenvolvimento dos frutos foi semelhante quando se analisaram folhas de ramos com frutos e folhas de ramos sem frutos. As folhas de ramos com frutos apresentaram teores mais elevados de N, P, K, Mn e Zn nos estágios iniciais de crescimento dos frutos e concentrações mais baixas de Ca, Mg, S, B e Cu nessa mesma época. As folhas de ramos sem frutos apresentaram teores mais elevados de P, K e Mn no início da formação dos frutos e concentrações mais baixas em N, Ca, Mg, S, Cu e Zn nessa mesma época. Com isso determinou que a avaliação do estado nutricional do cafeeiro em K, Ca, Mg, S, Cu e Mn pode ser feita utilizando-se tanto folhas de ramos com frutos como folhas de ramos sem frutos. Conseguiu determinar que ocorreu redistribuição de nutrientes tanto de folhas de ramos com frutos quanto de folhas de ramos sem frutos. A redistribuição de N, P, K e Mn foi mais acentuada na época de maior desenvolvimento dos frutos e para o N e P, ocorreu, com maior intensidade das folhas

de ramos com frutos. O acúmulo máximo de nutrientes pelos frutos oscilou entre 210 e 252 dias, com exceção do Zn que ocorreu aos 126 dias após o início da fase de "chumbinho". A extração total de nutrientes pelos frutos obedeceu a seguinte ordem decrescente: K, N, Ca, Mg, S, P, Mn, B, Cu e Zn.

2.3 Nutrição diferenciada de potássio

Segundo IBC (1981), o nível limiar, ou seja, o nível abaixo do qual o nutriente apresenta-se em deficiência, podendo afetar o crescimento e produção das plantas do cafeeiro, fornecido pela análise do terceiro par de folhas coletadas no período de máximo crescimento vegetativo são:

N	3,00%	Mn	50,0 ppm
P	0,08-0,10%	Fe	70,0 ppm
K	1,808	B	40,0 ppm
Ca	1,003	Cu	4,0 ppm
Mg	0,35%	Zn	10,0 ppm
S	0,02%	Mb	0,1 ppm

No estudo da acumulação de matéria seca e absorção de nutrientes pelo cafeeiro cv Catuaí em solução nutritiva com diferentes doses de zinco e pH, Moysês (1988) determinou que o aumento da concentração de zinco na solução nutritiva reduz o teor de K nos ramos.

Hagg e Malavolta (1960), em estudo sobre a alimentação mineral do cafeeiro verificaram o excesso de macronutrientes no crescimento e na composição química do cafeeiro (*Coffea arábica* L.), var. Bourbon em solução nutritiva, notaram que na ausência de K na solução nutritiva, houve uma diminuição do peso seco das folhas e caule e que o peso da raiz foi maior que na testemunha nos tratamentos sem N, sem Ca e sem Mg.

Oruko e Gatitu (1979), compararam em cafeeiros os efeitos do K e Mg em diversos níveis e encontraram marcante interação entre K e Mg sobre o desenvolvimento da planta (diâmetro da planta). Altos níveis de K e baixos em Mg, resultaram em morte dos ramos e queda das folhas, especialmente durante a frutificação.

Estudando o efeito de duas fontes de K, combinadas com sulfato de magnésio e calagem, no viveiro e durante a formação de cafeeiros, Viana et al. (1985) concluíram que em casa de vegetação o aumento dos níveis de K_2O no substrato não afetou o peso seco da parte aérea e do sistema radicular; não houve diferença entre as fontes de potássio experimentadas, No campo, não houve efeito de fonte de potássio e a adição de sulfato de magnésio só apresentou efeito quando a calagem foi baixa e a fonte de K foi o cloreto de potássio.

Menard et al. (1961), citados por Malavolta (1981), observaram aumentos nos teores de K das folhas e dos frutos de cafeeiro através de pulverizações de cloreto, sulfato e nitrato de potássio nas concentrações de 2,25, 4,50 e 9,00g K_2O/l . Observaram que o potássio pode ser fornecido ao cafeeiro via

foliar, mas na prática não é utilizada devido este nutriente permanecer durante muito tempo disponível no solo após a adubação, onde é facilmente extraído pelas raízes do cafeeiro.

Doses elevadas de cloreto de potássio na adubação do cafeeiro podem provocar uma acumulação excessiva de cloro na planta, podendo atingir níveis tóxicos. O emprego de sulfato de potássio ao invés de cloreto de potássio apresenta nesses casos melhores resultados, segundo Malavolta (1981). O mesmo autor cita que em solos muito deficientes em potássio, ele poderá ser fornecido ao cafeeiro na mesma base anual que o nitrogênio (150 a 250 Kg de K_2O por hectare). Essa quantidade poderá ser reduzida em função do maior ou menor teor desse elemento no solo, podendo ser dispensado da adubação nos solos mais ricos (acima de 0,5 emg/100ml de solo).

Godoy Júnior (1960) determinou que pulverização em mudas de café com nitrato de potássio, influenciou positivamente na altura, número de folhas, número de ramos, peso verde e seco da parte aérea, peso seco das raízes e relação entre peso seco das raízes e peso seco da parte aérea.

Figueiredo et al. (1984), estudando os efeitos dos nutrientes NPK, Ca, Mg e S no crescimento, composição química e deficiência do cafeeiro cultivado em solo de cerrado LVA, concluíram que a nutrição isolada de K não reflete aumentos no crescimento, na nutrição completa menos K reduz o crescimento e produção em 348, e que na ausência de K o teor foliar de Mg eleva-se, e, na presença de K e Ca decai, demonstrando o antagonismo K, Mg e Ca.

Santinato et al. (1984), estudando o parcelamento da adubação potássica (K_2O) em função do consumo necessário à vegetação e produção do cafeeiro, concluíram que a adubação potássica promoveu aumento de 13 a 51% na produção do cafeeiro, independentemente do parcelamento simples ou fracionado; o aumento de 51% foi no parcelamento fracionado do potássio em função da necessidade de vegetação e produção do cafeeiro com concentração do K_2O na fase verde-sólido dos frutos. A adubação potássica concentrada no início da frutificação (antes da florada e chumbinho) e ou após o início da maturação, promoveu menores aumentos independentemente do número de parcelamentos; a concentração (50% ou mais) da adubação potássica na fase de verde sólido antes do início da maturação dos frutos é a mais indicada.

Estudando os níveis e relações N/K na formação de cafeeiro em solo LE-111, Viana et al. (1986) concluiu que a elevação dos níveis de K aumentou proporcionalmente o K do solo e das folhas e causou efeito depressivo no teor foliar do Ca, Mg e B.

Viana (1983), em estudo de doses crescentes de superfosfato simples, combinadas com duas fontes de potássio, na formação de mudas de cafeeiro, concluiu não haver resposta para fontes de potássio em viveiro, sendo positivo o efeito da adubação com K-mag no substrato das mudas em relação a adubação com cloreto de potássio, nas condições de campo.

Abrahão et al. (1989) estudando efeitos de dose de sulfato de zinco, em mistura com cloreto de potássio, aplicadas por via foliar em cafeeiro, concluíram que a utilização de

cloreto de potássio em mistura com sulfato de zinco não elevou o teor de potássio nas folhas e não melhorou a absorção de zinco em níveis significativos; até a dose de 2,4 gramas/planta, o sulfato de zinco elevou os teores de potássio e cálcio nas folhas em 0,19% e 10%.

Santo et al. (1985), estudando níveis de N e K_2O na formação do cafeeiro em solo LV Hd na região de Jequitinhonha-MG, concluíram que na ausência de potássio não há resposta significativa para nitrogênio; relações desequilibradas diferentes de 2:1 a 1:2 tendem a não aumentar a produção, provavelmente por desequilíbrio nutricional.

Oliveira e Pereira (1984), estudando a adubação de substrato para formação de mudas de café, em dois ensaios, sendo que no primeiro verificaram o efeito da adição de esterco de curral, calcário, fósforo e potássio sobre o crescimento e o desenvolvimento de mudas, observaram efeitos altamente significativos para fósforo, potássio e calcário na ausência de esterco de curral para altura de plantas, área foliar, peso seco da parte aérea e peso seco das raízes. Para o peso seco das raízes os efeitos foram altamente significativos para a interação fósforo x potássio e significativo para a interação fósforo x calcário, indicando que para o desenvolvimento das raízes é importante a aplicação de potássio e calcário na presença de fósforo. Quando se analisam os efeitos dos fertilizantes químicos no substrato com esterco de curral, estes não foram notórios, mesmo sendo altamente significativos em alguns parâmetros, talvez por insuficiência das doses empregadas. Também há ausência de

efeitos significativos para a aplicação de calcário para diversas interações. No segundo ensaio avaliaram os efeitos de doses crescentes de P_2O_5 e K_2O , com resultados altamente significativos para K_2O para a área foliar e peso seco da parte aérea e significativa para o peso seco das raízes e altura de plantas. Para doses elevadas de P_2O_5 e K_2O houve um menor desenvolvimento das mudas, indicando haver uma melhor combinação de doses desses nutrientes para o crescimento ideal da mudas.

Martins et al. (1981) em estudo de fontes de potássio para o cafeeiro concluíram que não houve diferença estatística entre as fontes e que o sulfato de potássio apresentou as menores produções. As análises foliares mostraram resultados semelhantes para K, tendo o cloreto de potássio uma tendência ligeiramente superior aos demais. Das fontes utilizadas, cloreto de potássio, nitrato de potássio, sulfato duplo de potássio e magnésio, e sulfato de potássio, a escolha fica condicionada ao custo relativo dos nutrientes integrantes de cada fonte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi instalado no viveiro de formação de mudas de cafeeiro do Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras, MG, em julho de 1991.

A altitude do local é de 800 metros.

O viveiro utilizado é do tipo permanente e de cobertura alta, que permite uma insolação de aproximadamente 50% do total.

3.2 Material

3.2.1 Substrato

O solo utilizado como substrato foi um Latossolo Roxo Distrófico, Bahia (1975). A coleta deste solo foi feita no horizonte sub-superficial e retiradas amostras para as análises granulométricas e químicas que se encontram nos Quadros 1 e 2 respectivamente.

O solo foi submetido a uma calagem elevando-se a saturação de bases a 70%. Foi adicionado também 5000 g de superfosfato simples por m³ de solo, conforme recomendação para o

QUADRO 1 - Resultado da análise granulométrica da amostra de solo utilizada na composição do substrato, ESAL, Lavras, MG, 1991.

Característica	Valores 3
Areia.	26
Silte	10
Argila	64

Análises realizadas no laboratório de Física do Solo do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

QUADRO 2 - Resultados das análises químicas da amostra de solo utilizada na composição do substrato. ESAL, Lavras, MG, 1991.

Características	Valores
pH (em H ₂ O)	4,7 Ace
P (ppm)	2 B
K (ppm)	9 B
Ca ⁺⁺ (meq/100cc)	0,2 B
Mg ⁺⁺ (meq/100cc)	0,1 B
Al ⁺⁺⁺ (meq/100cc)	0,2 B
H + Al (meq/100cc)	5,0 M
S (meq/100cc)	0,3 E
t (meq/100cc)	0,5 B
T (meq/100cc)	5,3 M
m (%)	38 M
V (%)	6 MB
Carbono (%)	1,2 M
Matéria orgânica (%)	2,1 M
Zn (ppm)	0,01
Cu (ppm)	2,20
Fe (ppm)	24,90
Mn (ppm)	1,20
B (ppm)	0,15
S (ppm)	3,07

Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade, do Departamento de Ciências do Solo da ESAL.

S = Soma de bases trocáveis; m = Saturação de Al da CTC efetiva; Ace = Acidez elevada; MB = Muito baixo; B = Baixo; M = Médio; t = CTC efetiva; T = CTC a pH7; V = Saturação de bases de CTC a pH7.

substrato convencional, segundo Carvalho et al. (1976), não se utilizando apenas a matéria orgânica.

Este substrato foi comum a todos os tratamentos, variando apenas a dosagem de potássio.

3.2.2 Fertilizantes

Foi utilizado o superfosfato simples como fonte de fósforo, calcário calcinado como fonte de Ca e Mg e o cloreto de potássio como fonte de potássio. Os resultados da análise estão contidos no Quadro 3.

QUADRO 3 - Resultados das análises químicas dos fertilizantes utilizados na composição do substrato, ESAL, Lavras, MG, 1991.

Fertilizantes	%	
Superfosfato simples P_2O_5 Sol CNA + H_2O	19,68	
Cloreto de potássio K_2O	57,00	
Calcário	CaO	30,84
	MgO	20,16
	PN	100,08
	PRNT	99,24

Análises realizadas no laboratório de Fertilizantes e Corretivos do Departamento de Química da ESAL.

3.2.3 Planta

Para a instalação do experimento utilizou-se sementes de cafeeiro (*Coffea arábica* L.) de diferentes variedades, cultivares e progênies designados por variedades as quais estão relacionadas a seguir:

- 01 - Laurina
- 02 - Mokka
- 03 - Vila Sarchi
- 04 - Erecta
- 05 - Bourbon Amarelo
- 06 - Maragogipe Vermelho
- 07 - Acaia
- 08 - Catimor
- 09 - Pacas
- 10 - Caturra Vermelho
- 11 - Icatu 1688
- 12 - Catuaí Vermelho CH 2077-2-5-99
- 13 - Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-86
- 14 - Catuaí Vermelho CH 2077-2-5-44
- 15 - Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-62
- 16 - Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-47
- 17 - Mundo Novo LCMP 388/6
- 18 - Mundo Novo 379/19
- 19 - Mundo Novo LCMP 376/4
- 20 - Mundo Novo LCP 388/17

3.3 Métodos

3.3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 20x4, perfazendo um total de 80 tratamentos dispostos em 3 repetições, totalizando 240 parcelas.

3.3.2 Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos pela combinação das variedades de cafeeiro nas 4 doses de potássio (0, 250, 500 e 1000 gramas) de KCl por m³ de substrato.

3.3.3 Parcelas

Cada parcela experimental foi constituída de 16 mudas de cafeeiro, dispostas na forma quadrada (4x4), sendo que na avaliação dos parâmetros foram consideradas as quatro mudas centrais.

3.3.4 Instalação e condução do experimento

O tipo de sacola utilizada tem a dimensão de 27cmx17cm, com capacidade para 2,412 litros de mistura de substrato.

Duas sementes foram semeadas diretamente em cada sacola, na profundidade de 1cm. Depois de semeadas foram cobertas

com 0,5cm de areia grossa, peneiradas sobre as sacolas. Logo após foi realizada uma rega com penta-cloro-nitro-benzeno (PCNB).

Como a matéria orgânica foi ausente na composição do substrato tornou-se necessário o fornecimento suplementar de alguns elementos como: N=500mg/litro, B=0,5mg/litro, Mo=0,1mg/litro, Zn=5,0mg/litro, sendo que o parcelamento foi em 10 vetes para o N e para o B, Mo e Zn uma única vez.

Estes valores são compatíveis com a extração de nutrientes por mudas aos 6 meses apresentadas por Correia et al. (1983) e Cardoso (1990).

3.3.5 Tratos culturais

Durante o desenvolvimento das mudas foram executados os cuidados recomendados por Gonçalves e Thomaziello (1970) no que se refere ao controle de plantas daninhas e tratamentos fitossanitários.

3.3.6 Avaliação do experimento

A coleta dos dados de campo foi efetuada aos 10 meses após a sementeira, avaliando-se os seguintes parâmetros:

3.3.6.1 Altura das mudas

Foi efetuada a medição em cm correspondente à distância do colo até o ponto de inserção dos brotos terminais da muda,

considerando-se somente a média de cada parcela composta de 4 mudas centrais.

3.3.6.2 Diâmetro do caule

O diâmetro foi aferido com micrômetro (mm) no ponto imediatamente inferior à inserção das folhas cotiledonares. Nesta avaliação foi tornado o diâmetro médio correspondente às quatro plantas centrais contidas nas parcelas.

3.3.6.3 Área foliar

Foi medido o comprimento e a maior largura de uma folha de cada par, em todos os pares de folhas das plantas. Para o cálculo da área foliar foi utilizado o método descrito por Gomide et al. (1976) em que multiplica-se a largura pelo comprimento e pelo valor 2 (para se obter o par) e pela constante 0,667.

3.3.6.4 Peso seco da parte aérea e sistema radicular

Após as avaliações preliminares, as mudas foram destorroadas e lavadas em água corrente. Em seguida foram separadas a parte aérea do sistema radicular na altura do colo.

Em seguida foram acondicionados separadamente, parte aérea e sistema radicular em sacos de papel, que foram colocadas para secarem em estufa a 70°C até atingirem peso constante. Após a obtenção do peso seco (expresso em g) o material foi triturado

em moinho e depositado em vidros para posterior análise de nutrientes.

3.3.6.5 Análises de nutrientes da parte aérea e do sistema radicular

Foram realizadas análises para os macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S e para os micronutrientes: Fe, Cu, Mn e Zn.

Para a determinação do N foi utilizado o método Kjeldahl, o fósforo foi determinado por colorimetria e o potássio por fotometria de chama. Os elementos Ca, Mg, Zn, Mn e Cu foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. A determinação do enxofre foi por turbidimetria. Os métodos utilizados foram recomendados por Sarruge e Haag (1974).

3.3.6.6 Análises estatísticas

Os dados coletados, foram submetidos a uma análise de variância segundo Gomes (1987) e Snedecor e Cochran (1978).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros de crescimento

Os resumos das análises de variância referentes às características de crescimento avaliadas: altura das plantas, diâmetro do caule, peso seco da parte aérea e das raízes e área foliar são apresentadas no Quadro 1.A do Apêndice.

Para esses parâmetros a interação doses de potássio x variedades, foi não significativa.

Os valores médios das características de crescimento determinados nas variedades, cultivares e progênies de cafeeiro são apresentados no Quadro 4.

4.1.1 Altura das plantas

Pelo Quadro 4 pode-se verificar que a variedade Erecta foi a que apresentou maior desenvolvimento, com altura igual a 59,17 cm e que as cultivares Catuaí Vermelho CH 2077-2-5-44, Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-62, Catuaí Vermelho CH 2077-2-5-99, Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-86, Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-47 e as variedades Pacas, Caturra Vermelho e Laurina, foram inferiores.

QUADRO 4. Valores médios das características de crescimento determinados nas variedades, cultivares e progenies de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

Variedade, Cultivares e Progenies	Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Peso Seco		Área foliar (cm ²)
			p. aérea (g)	Raiz (g)	
Erecta	59,1692	7,0292	9,9125	2,7500	772,1150
Maragogipe Vermelha	56,0325	6,8283	8,8550	2,3750	722,0325
Acaia	51,0100	5,9367	8,5158	2,2942	722,0892
Catimor	50,3525	6,4425	9,0083	2,9000	776,7025
MN 388/17	50,2275	5,9733	7,9350	2,1367	738,0042
MN 379119	48,7633	5,9608	8,4708	2,2617	746,8025
Mokka	48,7158	8,0592	6,0758	2,1433	509,7633
Bourbon Amarelo	48,6593	5,5925	7,5800	2,2908	681,6033
M4 376/4	46,9800	5,5683	6,8400	1,7983	708,1300
MN 388/6	46,6783	5,8783	7,6425	2,3225	740,3958
Icatu 1688	46,5258	5,6933	7,3267	1,8983	699,4567
Vila Sarchi	44,1050	6,2592	9,8367	2,6725	900,5558
Laurina	39,3867	6,5242	10,3242	2,5700	1015,4025
Catuai 62	36,3550	5,8408	6,1100	2,2875	875,9275
Caturra Vermelho	36,0117	5,9958	8,1625	2,4650	904,6192
Catuai 47	35,8767	5,8175	8,0875	2,1708	914,6317
Catuai R6	35,8592	5,6208	7,3505	1,8492	871,4092
Catuai 99	35,6758	5,7842	8,0508	2,1092	545,5350
Pacas	35,9083	5,8433	7,5417	2,0608	946,7333
Catuai 44	34,9083	5,5067	7,5417	1,9450	847,1058
DMS (Tuckey 5%)	9,2435	1,0615	3,6871	0,9927	258,0547
CV (%)	14,203	12,018	30,376	29,560	24,5320

Nota-se que as doses de Cloreto de Potássio influenciaram na altura média das plantas, ou seja, apresentaram acréscimos significativos com o aumento das doses de Potássio.

A equação de regressão (Figura 01) mostra que o valor máximo obtido para a altura correspondente à dose de 696,25 gramas de KCl por m³ de substrata é de 47,48 centímetros.

Esse resultado se assemelha com os apresentados per Godoi Junior (1960), que pulverizando mudas de café com nitrato

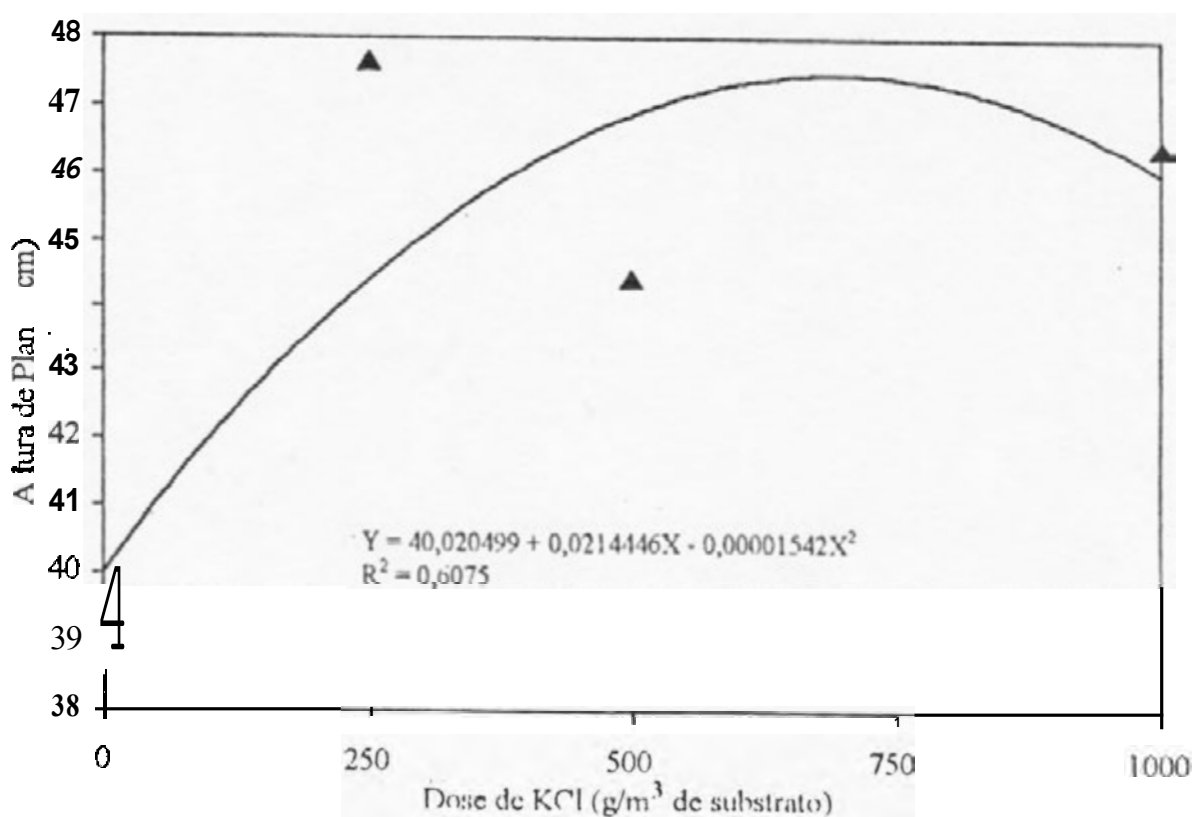


FIGURA 1. Efeito da adubação potássica sobre a altura de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

de potássio e por Oliveira e Pereira (1984), na adubação de substrato para formação de mudas de café na ausência de esterco de curral, com resposta significativa a potássio para a altura de plantas.

Os trabalhos de Santinato et al. (1980) e Viana (1983), confirmam os resultados acima descritos pois não encontraram resposta para altura de plantas devido terem usado esterco de curral no substrato, suficiente em suprimento de K para as mudas.

4.1.2 Diâmetro do caule

O Quadro 4, mostra que houve diferença significativa entre as variedades, cultivares e progênies independentemente da dosagem de Potássio aplicada no substrato.

A variedade Erecta melhor se sobressaiu, vindo logo após a Maragogipe Vermelho, seguida das demais que foram inferiores, sendo a Catuaí Vermelho CH 2077-2-5-44, Mundo Novo LCMP 376/4, Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-86 e Icatu 1688 as que apresentam menor diâmetro.

Houve diferença entre blocos e as doses de Cloreto de Potássio influenciaram no diâmetro do caule, ou seja, apresentaram acréscimos significativos com o aumento das doses de potássio.

A equação de regressão (Figura 02), mostra que o valor máximo obtido para o diâmetro correspondente à dose de aproximadamente 652,00 gramas de KCl por m^3 de substrato é de 6,37 centímetros.

Resultados semelhantes foram encontrados por Figueiredo et al. (1984) que concluíram que na nutrição completa menos K, o crescimento das plantas é reduzido e por Oruko e Gatitu (1979), onde comparando os efeitos de K e Mg, encontraram interação entre os mesmos sobre o diâmetro das plantas.

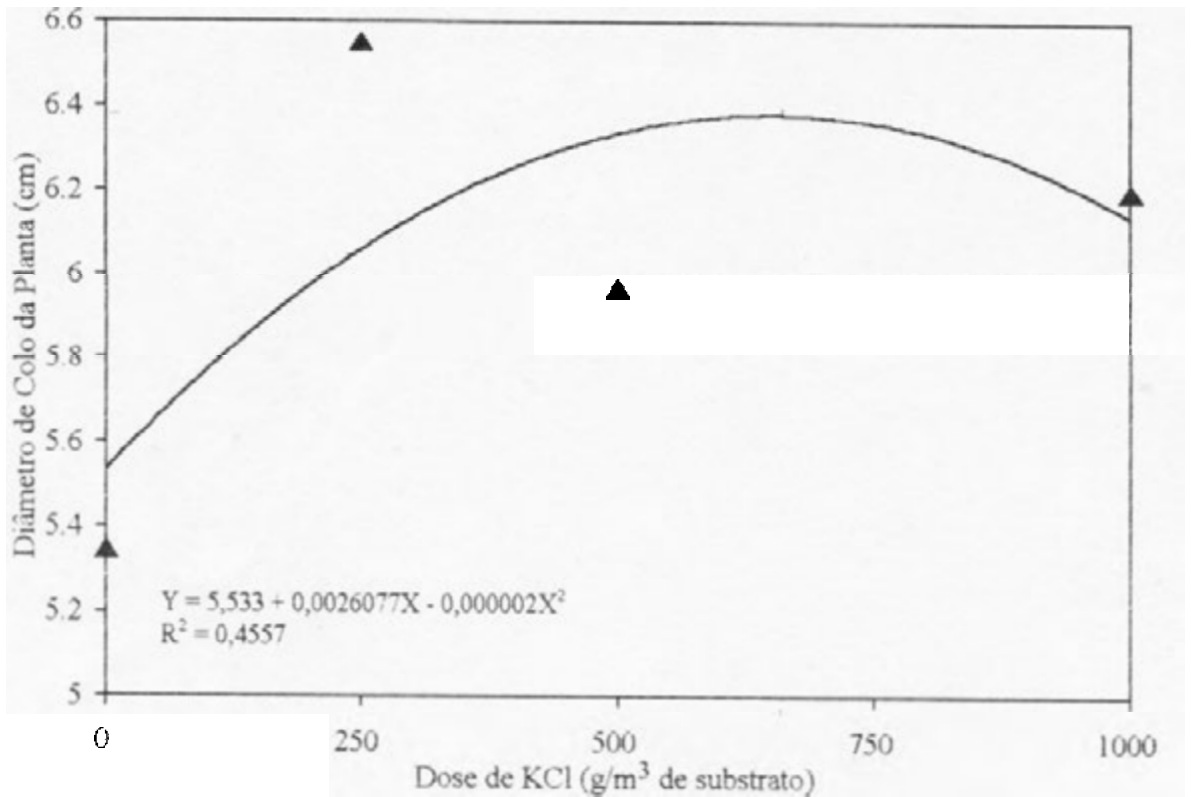


FIGURA 2. Efeito da adubação potássica sobre o diâmetro de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

4.1.3 Matéria seca da parte aérea

O Quadro 4 mostra que as variedades, cultivares e progênes não diferiram significativamente independentemente das doses de K aplicadas.

Verifica-se que houve diferença significativa entre as doses de KCl aplicadas.

A equação de regressão (Figura 03), mostra que o valor máximo obtido para o peso seco da parte aérea correspondente à dose de 654,72 gramas de KCl por m³ de substrato é de 10,01 gramas.

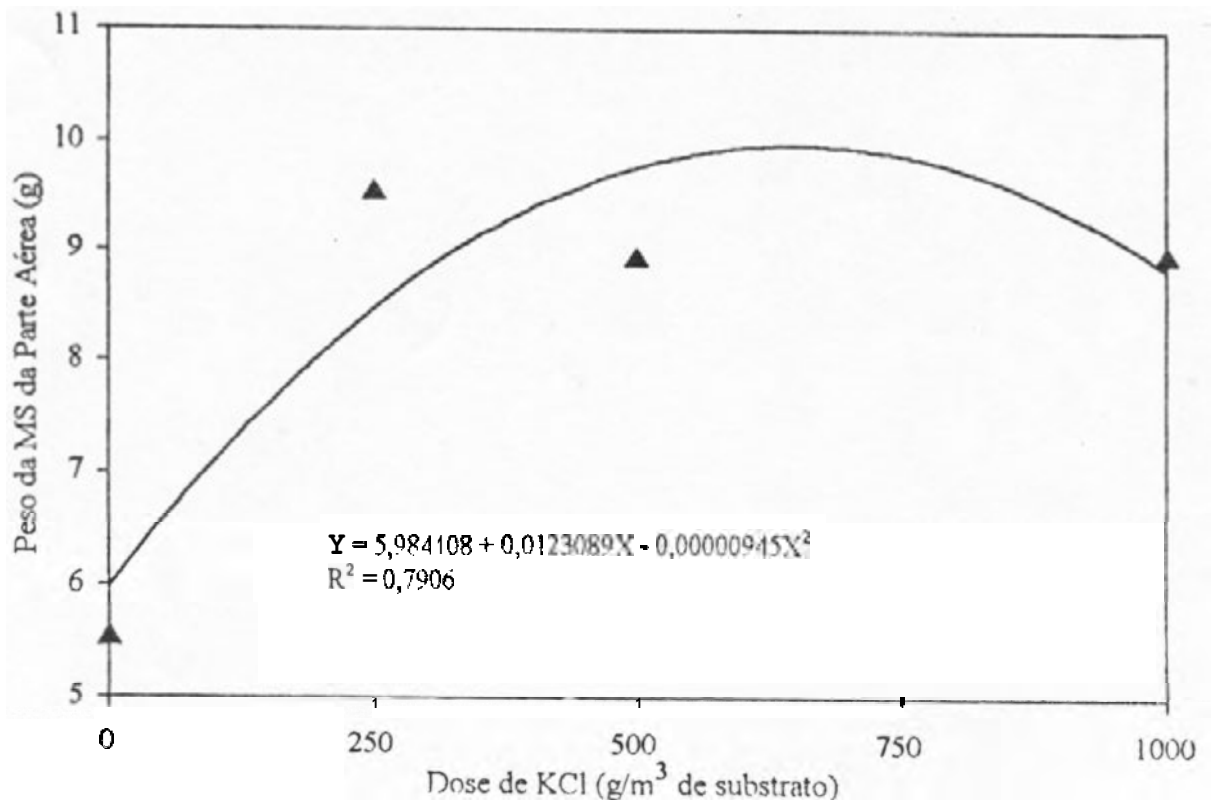


FIGURA 3. Efeito da adubação potássica sobre o peso de matéria seca da parte aérea de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

Aumentando-se as doses de KCl por m³ de substrato, aumenta-se o peso seco da matéria seca da parte aérea até um determinado ponto, e a partir daí, a tendência é não haver acúmulo de matéria seca mesmo aumentando a dose de potássio.

Godoi Júnior (1960) pulverizando mudas de café com nitrato de potássio e Oliveira e Pereira (1984) em adubação de substrato na ausência de esterco de curral, confirmam os dados apresentados.

Malavolta (1976) cita que aumentando-se o teor de K a produção de matéria seca cresce até um ponto além do qual o primeiro continua a aumentar sem que o segundo o faça sendo chamado *de* "alimentação de luxo".

Trabalho de Haag e Malavolta (1960) com solução nutritiva mostrou que na ausência de K houve uma diminuição do peso seco das folhas, e Malavolta (1984) citado por Guimarães (1986), encontrou que baixando-se o nível de K diminuiu-se a produção de amido e conseqüentemente novos ramos, novas folhas diminuem.

4.1.4 Matéria seca da raiz

As variedades, cultivares e progênies como mostra o Quadro 4, não diferiram significativamente independentemente das doses de K aplicadas.

Observamos que houve diferença significativa entre as doses de KCl aplicadas.

A equação de regressão (Figura 04) mostra que há um aumento no peso da matéria seca da raiz até a dosagem de aproximadamente 655 gramas de KCl por m³ de substrato, que corresponde a 2,6 gramas de matéria seca da raiz.

Godoi Júnior (1960), pulverizando mudas de café com nitrato de potássio e Oliveira e Pereira (1984), em adubação de substrato para formação de mudas de café encontraram resposta significativa para o peso seco da raiz, resultados estes semelhantes aos encontrados neste trabalho.

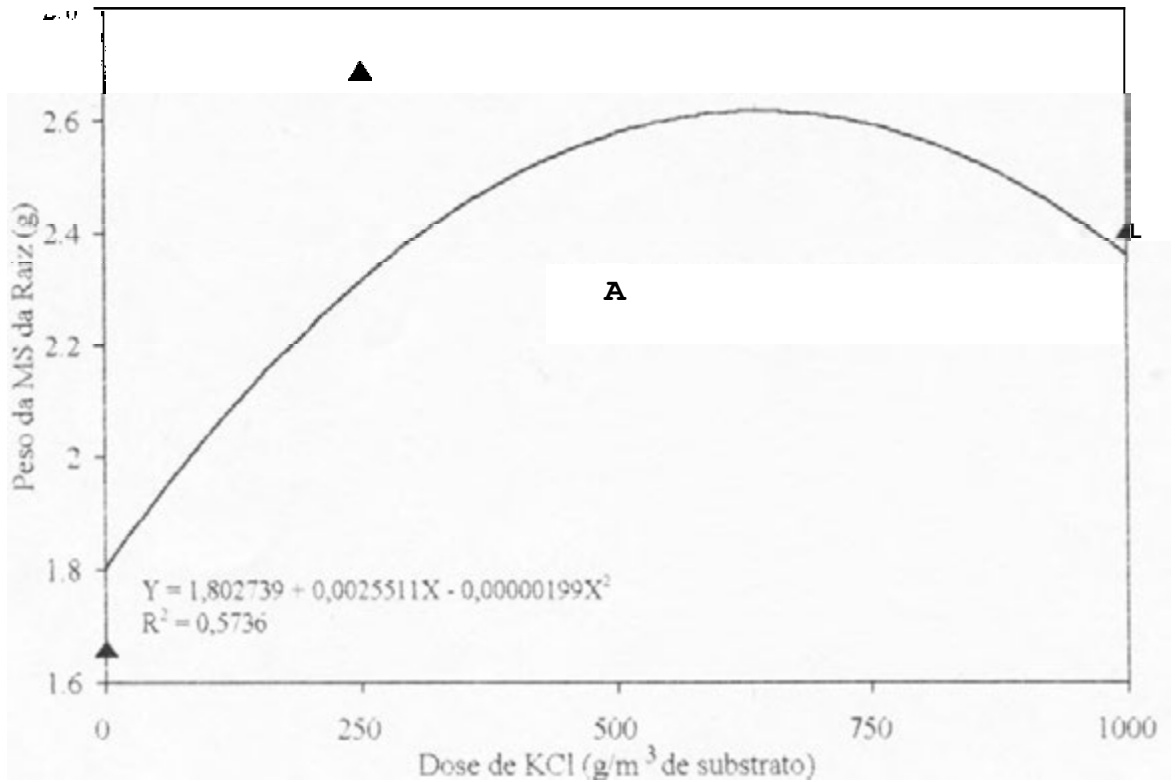


FIGURA 4. Efeito da adubação potássica sobre o peso de matéria seca da raiz de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

4.1.5 Área foliar

Existe diferença significativa entre blocos e que as variedades, cultivares e progênies diferem significativamente independentemente da dosagem de potássio aplicada e que a área foliar das plantas foi influenciada quando se aumentou as doses de potássio.

O Quadro 4 mostra que a variedade Laurina se sobressaiu e que a variedade Mokka é a inferior para este parâmetro.

A equação de regressão (Figura 5) mostra que o valor máximo obtido para a área foliar correspondente à dose de 720,93 g de KCl por m³ de substrato é 929,71 cm².

Godói Júnior (1960), pulverizando mudas de café com nitrato de potássio, Oliveira e Pereira (1984), em adubação de substrato para formação de mudas de café, encontraram resultados semelhantes ao apresentado.

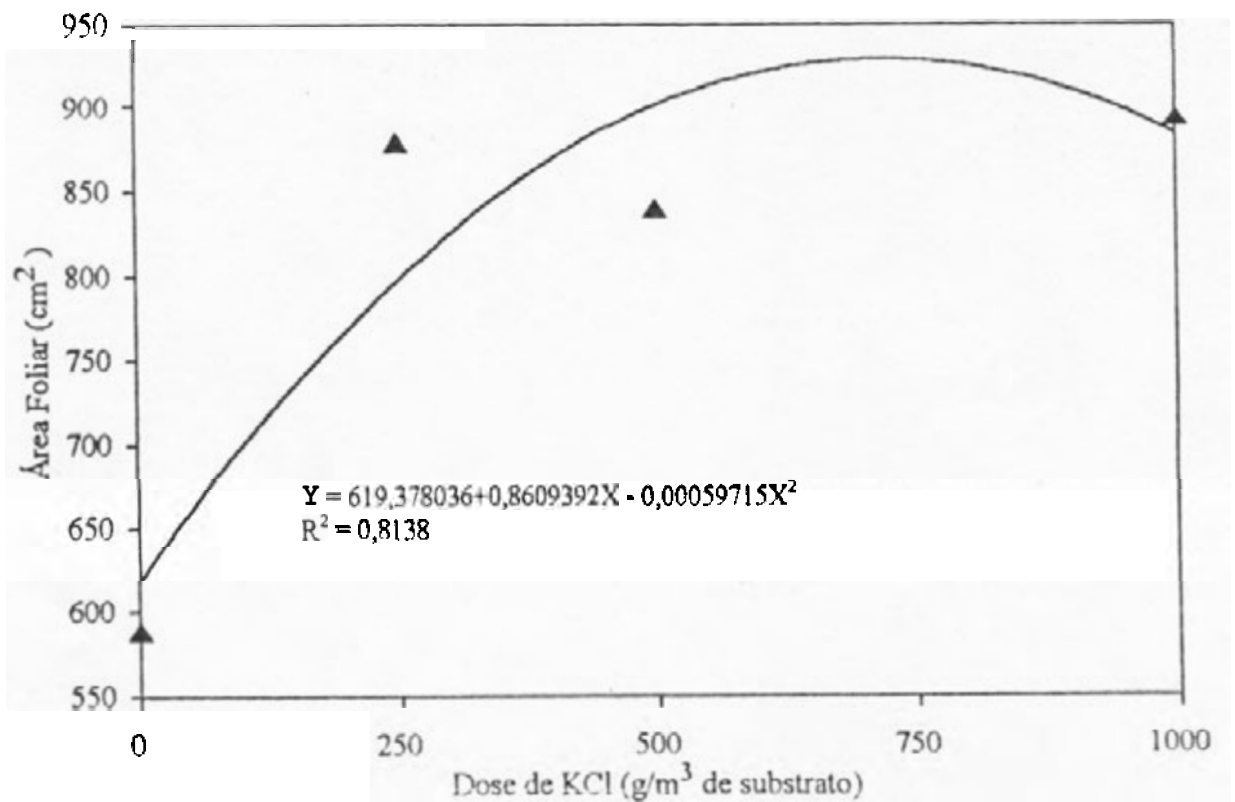


FIGURA 5. Efeito da adubação potássica sobre a área foliar de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a sementeira, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

Guimarães (1986), citando Malavolta (1984), relata que baixando-se o nível de K diminui a produção de amido e conseqüentemente, novos ramos e novas folhas também diminuem.

4.2 Macronutrientes contidos na matéria seca da parte aérea

Os resultados das análises de variância para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S determinados na matéria seca da parte aérea das mudas são apresentados no Quadro 2.A do Apêndice.

O Quadro 5 mostra os valores médios dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das variedades, cultivadas e progênies de cafeeiro.

Para os teores de macronutrientes, a interação doses de potássio x variedades, foi não significativa.

4.2.1 Nitrogênio

Nota-se que existe diferença significativa entre variedades, cultivares e progênies de cafeeiro, independentemente da dosagem de KCl aplicado. As doses de KCl também influenciaram na % de N das plantas.

Pelo Quadro 5 nota-se que o maior teor de nitrogênio na matéria seca foi determinado nas progênies Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-62 e Icatu 1688 e o menor teor na variedade Vila Sarchi.

Pela equação de regressão, (Figura 06), nota-se que o valor no teor de N decresce à medida que se aumenta as doses de KCl até a dosagem de aproximadamente 878,3 gramas de KCl que corresponde a um teor de 2,34% de N.

QUADRO 5. Valores médios dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

Variedade, Cultivares e Progênies	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %
Erecta	2,33	0,15	0,82	0,75	0,36	0,068
Maragogipe Vermelho	2,26	0,15	0,71	0,68	0,34	0,070
Acaia	2,46	0,18	0,76	0,76	0,38	0,067
Catimor	2,61	0,71	0,64	0,76	0,36	0,067
MN 388/17	2,54	0,16	0,83	0,84	0,42	0,073
MN 379/19	2,76	0,16	0,69	0,70	0,35	0,062
Mokka	2,34	0,14	0,73	0,78	0,38	0,064
Bourbom Amarelo	2,25	0,17	0,76	0,73	0,35	0,067
MN 376/4	2,36	0,17	0,83	0,80	0,38	0,065
MN 388/6	2,26	0,17	0,66	0,83	0,40	0,067
Icatu 1688	2,77	0,16	0,83	0,78	0,37	0,089
Vila Sarchi	2,12	0,17	0,75	0,79	0,38	0,078
Laurina	2,50	0,19	0,87	0,89	0,43	0,090
Catuai 62	2,87	0,20	0,69	0,97	0,41	0,085
Caturra Vermelho	2,61	0,19	0,93	0,87	0,38	0,083
Catuai 47	2,61	0,21	0,74	0,96	0,45	0,082
Catuai 86	2,66	0,21	0,73	0,95	0,43	0,083
Catuai 99	2,71	0,22	0,76	0,96	0,42	0,091
Pacas	2,53	0,20	1,02	0,98	0,43	0,090
Catuai 44	2,69	0,20	0,83	0,95	0,40	0,084
DMS (Tuckey 5%)	0,64	0,04	0,39	0,22	0,11	0,023
CV (%)	7,57	16,67	34,81	18,02	14,21	20,94

Muller (1959) relatado por Chaves (1982), encontrou fazendo análises foliares consecutivas que o N decresce com a idade das folhas.

Santo et al. (1985) estudando níveis de N e K_2O na formação de cafeeiro concluiu que na ausência de K não há resposta significativa para N e que relações desequilibradas tendem a não aumentar a produção, provavelmente por desequilíbrio nutricional.

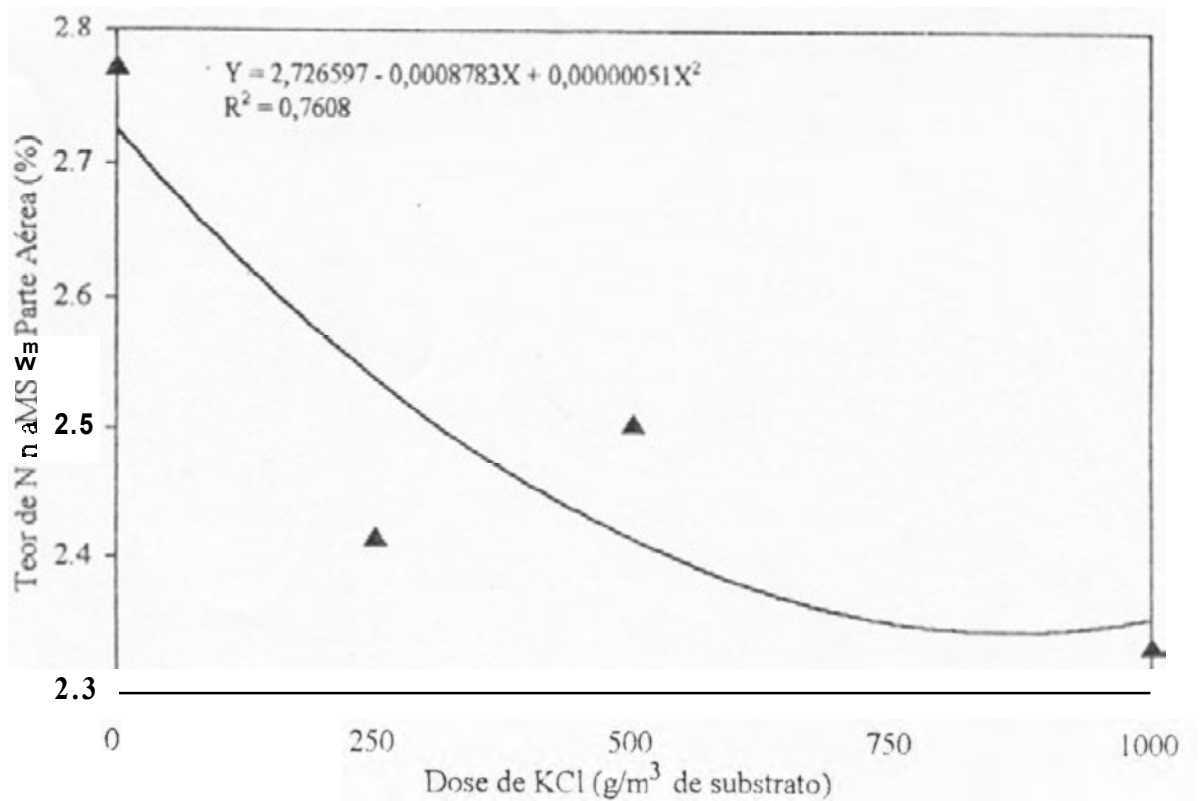


FIGURA 6. Efeito da adubação potássica sobre o teor de N na matéria seca da parte aérea de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

O K inibe competitivamente a absorção de NH_4^+ .

A ausência de correlação entre esses dois elementos pode ser atribuída à adubação suplementar de nitrogênio que foi fornecida às mudas durante o tempo de permanência no viveiro.

4.2.2 Fósforo

Existe diferença significativa entre blocos e entre as variedades, cultivases e progênes independente da aplicação de KCl.

Existe diferença significativa na % de P quando se utilizam diferentes doses de KCl.

Pelo Quadro 5 nota-se que o maior teor de P na matéria seca foi determinado na variedade Catuaí Vermelho CH 2077-2-5-99 e o menor teor na variedade Mokka.

A Equação de regressão, (Figura 07) nos mostra que à medida que se aumentou a dosagem de KCl houve uma diminuição no teor de P no caule.

Os resultados apresentados se assemelham aos de Muller (1959), apresentados por Chaves (1982), que diz que a composição de uma folha varia durante o processo de envelhecimento e que o P é um dos nutrientes cuja quantidade decresce com a idade da folha.

Para o fósforo, supõe-se que o mesmo tenha sofrido efeito de diluição com o aumento da matéria seca.

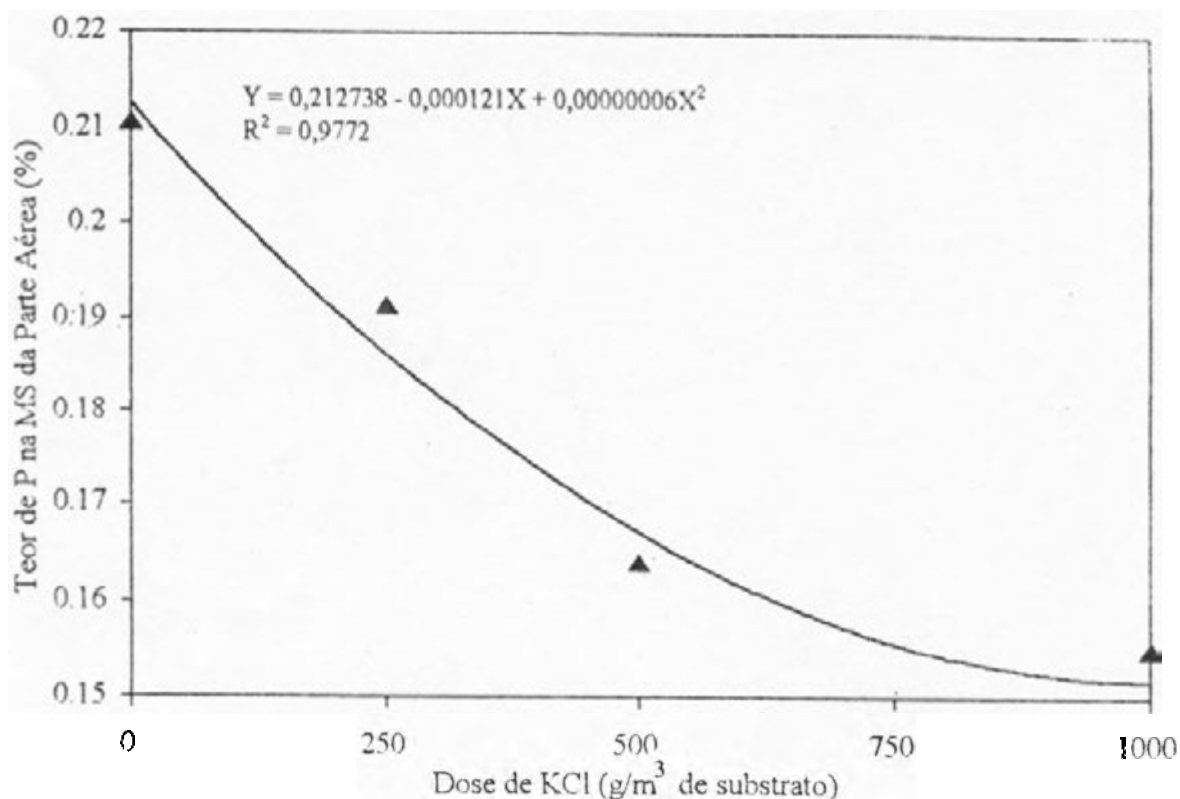


FIGURA 7. Efeito da adubação potássica sobre o teor de P na matéria seca da parte aérea de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

4.2.3 Potássio

Não houve diferença significativa entre as variedades, cultivares e progênies de café independente da dosagem de potássio aplicada,

Existem diferenças significativas na % de K na matéria seca da parte aérea quando se utilizam doses de KCl.

A equação de regressão (Figura 08) mostra que à medida que se aumentou a dosagem de KCl, houve um aumento no teor de K na matéria seca da parte aérea.

À medida que se aumenta a dose de KCl em 100 gramas por m^3 de substrato, aumenta-se 0,028 no teor de K no caule.

Resultados semelhantes foram encontrados por Guimarães (1986), baseado em Malavolta (1969), onde cita que as quantidades de K nas partes vegetativas do cafeeiro mostra o papel dominante na nutrição desta planta. Como altos teores de K estão associados

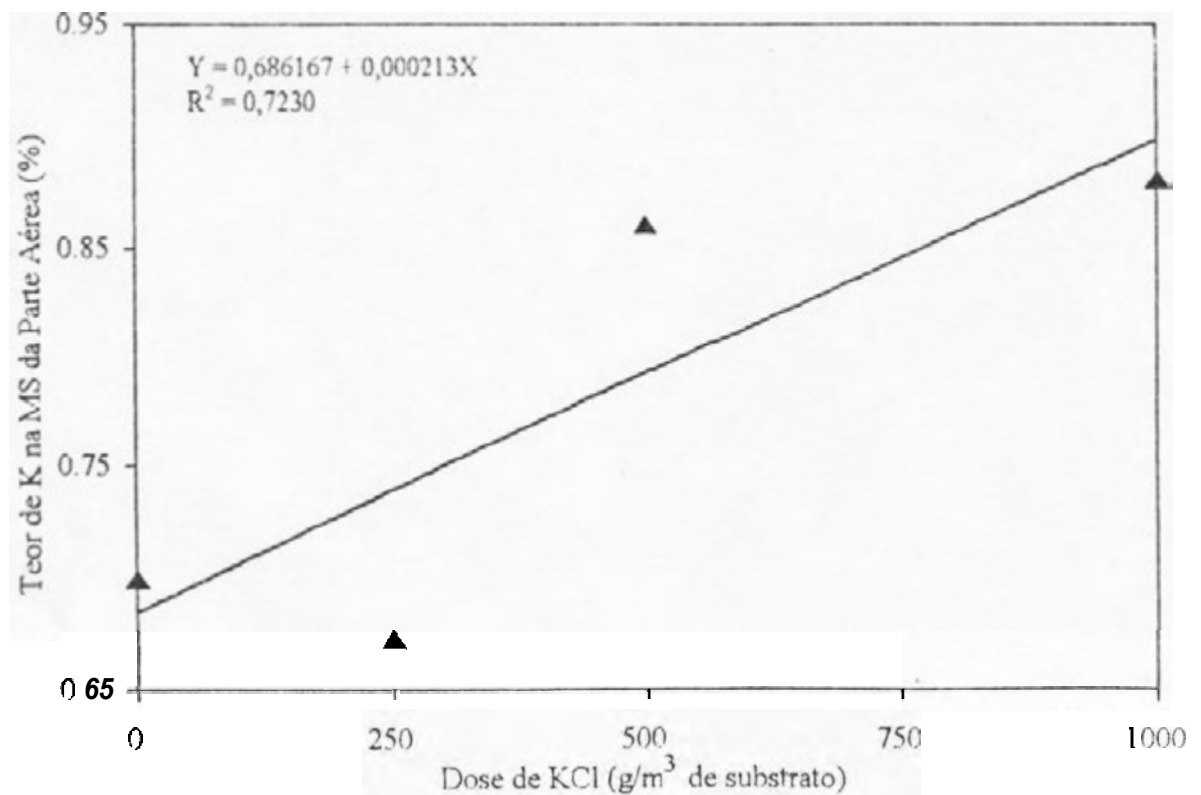


FIGURA 8. Efeito da adubação potássica sobre o teor de K na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

com colheitas elevadas, a hipótese de alimentação de luxo deve ser afastada.

Menard et al. (1961), citados por Malavolta (1981), observaram aumentos nos teores de K das folhas através de pulverização com cloreto, sulfato e nitrato de potássio.

Viana et al. (1986), em estudos de níveis e relações N/K na formação de cafeeiro, concluiu que a elevação dos níveis de K aumentou proporcionalmente o K das folhas.

4.2.4 Cálcio

Houve diferença significativa entre blocos e entre as variedades, cultivares e progênies independentemente das doses de KCl aplicadas.

Nos mostra também que não existem diferenças significativas quando se variam as doses de KCl.

O Quadro 5 mostra que a variedade Pacas e as cultivares Catuaí Amarelo CH 2077-2-S-62, Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-47, Catuaí Vermelho CH 2077-2-5-99 e Catuaí Amarelo CH 2077-2-5-86 apresentaram maiores % de Ca na matéria seca da parte aérea e a variedade Maragogipe Vermelho a menor 3.

Epstein e Jefferies (1964), citados por Malavolta (1980), verificaram que diferentes variedades mostraram quantidades variáveis de certos elementos por unidade de peso do tecido em condições idênticas de cultivo, devido à diversidade de morfologia da raiz controlada geneticamente, às diferenças no transporte iônico, ou seja, à maior eficiência da utilização e não da capacidade de absorção.

4.2.5 Magnésio

Não houve diferença significativa entre as variedades, cultivares e progênies de cafeeiro independentemente das doses de KCl.

Mostra que existe diferenças significativas quando se usam diferentes doses de KCl.

A equação de regressão (Figura 09) mostra que a medida que se aumentou a dosagem de KCl houve uma redução no teor de Mg na matéria seca da parte aérea.

Para a dosagem de 813,88 g de KCl por m³ de substrato o teor de Mg é de 0,3698.

Malavolta (1980), cita que o potássio inibe competitivamente a absorção de Mg⁺²,

Figueiredo et al. (1984) demonstra o antagonismo de K, Mg onde na nutrição, na presença de K e Ca o teor foliar de Mg decresce.

Viana et al. (1986) concluiu que a elevação dos níveis de K causou efeito depressivo no teor foliar de Mg.

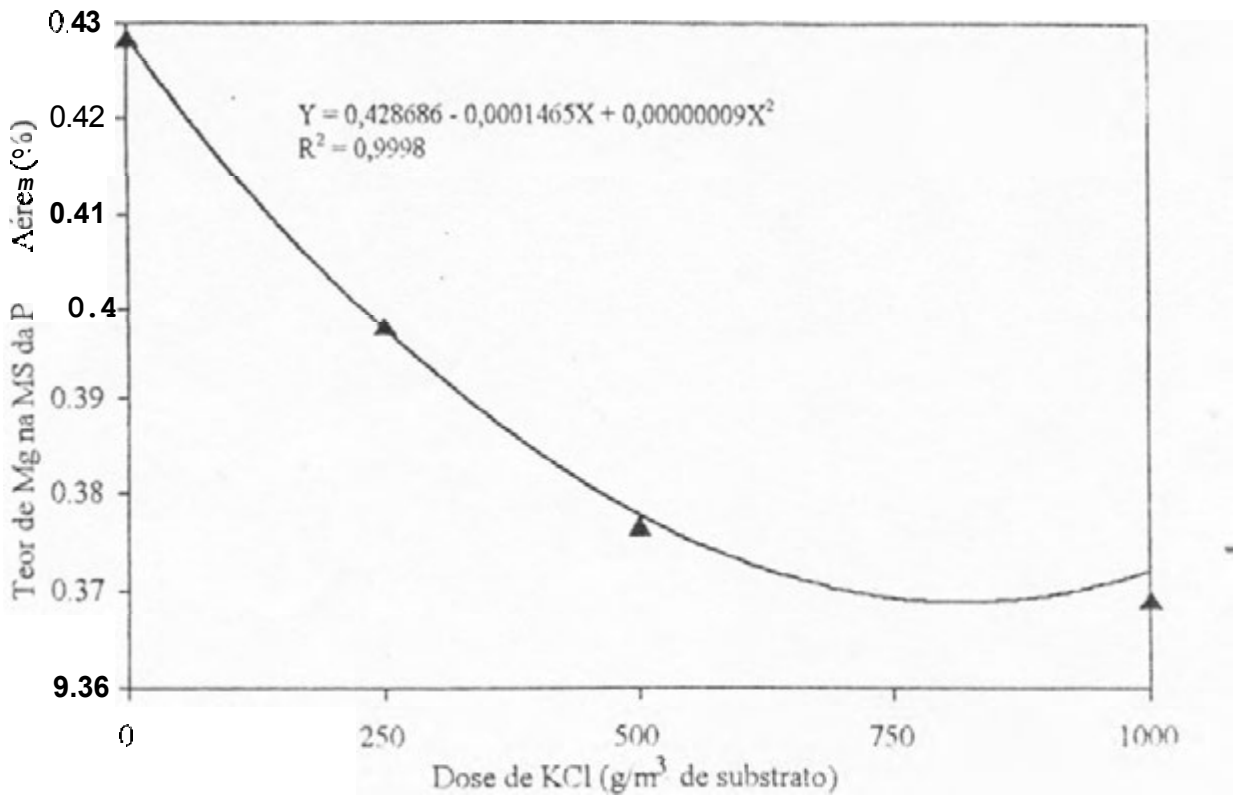


FIGURA 9, Efeito da adubação potássica sobre o teor de Mg na matéria seca da parte aérea de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

4.2.6 Enxofre

Houve diferença significativa entre blocos e entre variedades, cultivares e progênies de cafeeiro independentemente das doses de KCl.

Não houve efeito significativo para as doses de KCl.

O Quadro 5 mostra que a Catuaí Vermelho CH 2077-2-5-99 apresentou maior teor de S e o Mundo Novo 379/19 o menor teor.

4.3 Macronutrientes contidos na matéria seca da raiz

Os resultados das análises de variância para os teores de Ca, Mg e K determinados na matéria seca da raiz das mudas são apresentados no Quadro 3.A do Apêndice.

O Quadro 6 mostra as valores médios dos macronutrientes na matéria seca da raiz das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro.

QUADRO 6. Valores médios dos macronutrientes determinados na matéria seca da raiz das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

Variedade, Cultivares e Progenies	Ca %	Mg %	K %
Erecta	0,72	0,34	0,58
Maragogipe Vermelho	0,80	0,36	0,51
Acaia	0,70	0,33	0,56
Catimor	0,74	0,35	0,47
MN 388/17	0,75	0,34	0,53
MN 379/19	0,75	0,35	0,51
Mokka	0,72	0,32	0,55
Bourbom Amarelo	0,89	0,36	0,59
MN 376/4	0,72	0,33	0,55
MN 388/6	0,74	0,33	0,50
Icatu 1688	0,79	0,35	0,48
Vila Sarchi	0,87	0,41	0,42
Laurina	0,72	0,37	0,56
Catuai 62	0,85	0,39	0,58
Caturra Vermelho	0,88	0,38	0,61
Catuai 47	0,76	0,37	0,55
Catuai 86	0,90	0,38	0,53
Catuai 99	0,85	0,40	0,55
Pacas	0,80	0,38	0,64
Catuai 44	0,95	0,40	0,59
DMS (Tuckey 5%)	0,25	0,10	0,22
CV (%)	21,42	19,14	27,65

4.3.1 Cálcio, Magnésio e Potássio

Não houve diferença significativa para variedades, cultivares e progenies de cafeeiro independentemente da dosagem de Potássio aplicada ao substrato, para os teores de Ca, Mg e K.

Para as doses de KCl houve diferença significativa apenas para o teor de K na matéria seca da raiz.

A equação de regressão (Figura 10) mostra que houve uma ligeira elevação no teor de K quando as dosagens foram aumentando até próximo de 750 g de KCl por m³ de substrato.

Malavolta (1981), verificou segundo Fraga e Conagin, que o cafeeiro reage com maior ou menor intensidade à adubação potássica, inversamente à concentração de K⁺ no solo. Solos com teor baixo de K, o seu emprego interfere fortemente sobre a produção do cafeeiro.

Malavolta (1976), cita o chamado efeito Viets ou seja, concentrações suficientes de Ca⁺² na solução são necessários para tornar máxima a absorção do K.

Malavolta (1980) relata que a absorção do K solúvel pela raiz desencadeia o processo de liberação em parte pelo menos, do K fixado.

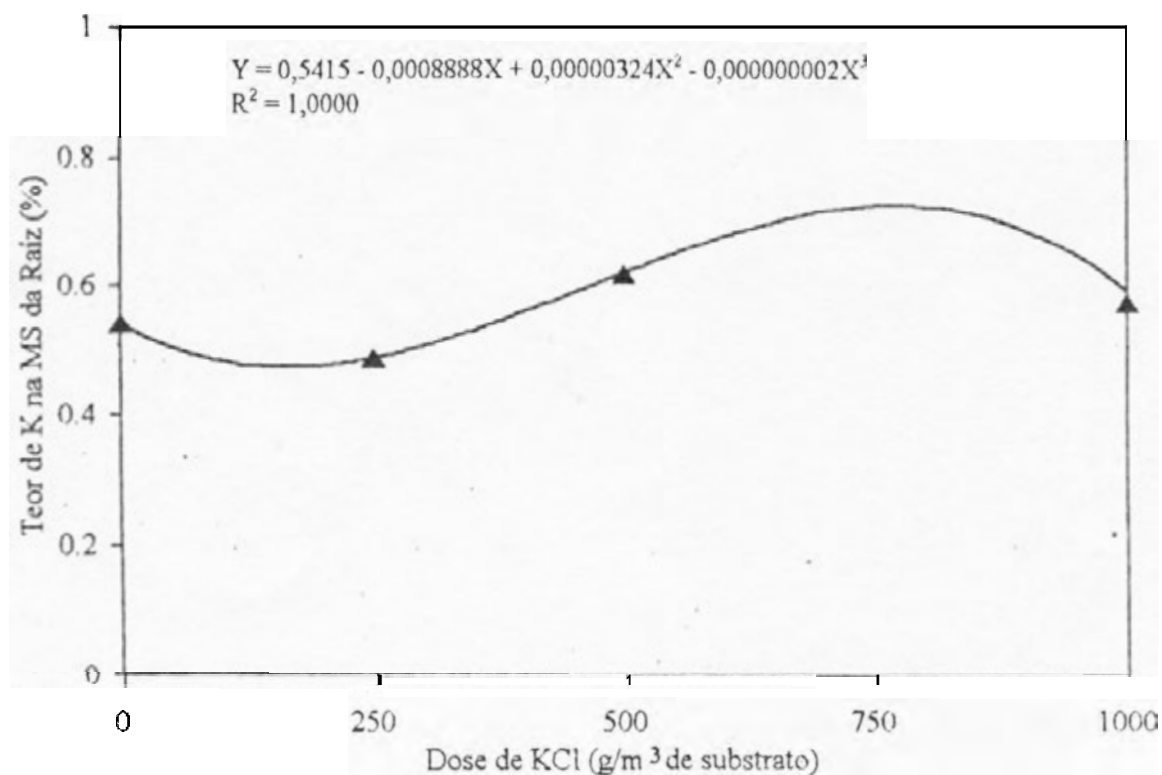


FIGURA 10. Efeito da adubação potássica sobre o teor de K na matéria seca da raiz de mudas de cafeeiro, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro. ESAL, Lavras-MG, 1994.

4.4 Micronutrientes contidos na matéria seca da parte aérea

Os resultados das análises de variância para os teores de Cu, Zn, Mn e Fe determinados na matéria seca da parte aérea das mudas são apresentados no Quadro 4.A do Apêndice.

No Quadro 7 apresentamos os valores médios dos micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das variedades, cultivares e progenies de cafeeiro.

QUADRO 7. Valores médios dos micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro. ESAL, Lavras-MG, 1994

Variedade, Cultivares e Progênies	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm
Erecta	10,02	14,61	51,00	319,20
Maragogipe Vermelho	9,30	14,74	48,17	278,15
Acaia	11,13	14,74	52,17	297,15
Catimor	9,62	15,60	45,76	303,38
MN 388/17	10,00	20,04	55,50	328,65
MN 379/19	9,73	16,44	47,63	254,70
Mokka	11,01	20,25	57,26	299,62
Bourbom Amarelo	10,76	17,00	47,74	291,24
MN 376/4	10,16	17,67	57,94	331,15
MN 388/6	10,66	20,59	53,02	349,74
Icatu 1688	9,69	16,12	55,88	308,88
Vila Sarchi	10,30	16,40	52,54	375,02
Laurina	11,20	25,33	68,54	378,54
Catuai 62	10,54	18,27	61,40	365,52
Caturra Vermelho	11,28	18,04	63,96	400,75
Catuai 47	12,02	20,95	63,05	405,80
Catuai 86	11,95	19,42	64,47	418,08
Catuai 99	11,74	19,22	64,35	424,53
Pacas	11,47	18,50	70,84	427,09
Catuai 44	11,49	19,45	64,59	416,27
DMS (Tuckey 5%)	3,74	9,77	16,01	124,95
CV (%)	23,83	36,52	19,03	24,42

4.4.1 Cobre, Zinco, Manganês e Ferro

Não existe diferença significativa entre variedades, cultivares e progenies de cafeeiro independentemente das doses aplicadas de KCl, para Cu e Zn. Para o Mn e Fe esta diferença existe.

Para as doses de KCl aplicadas, há efeito significativo para Cu, Zn, Mn e Fe.

A equação de regressão (Figura 11) mostra que em doses menores de KCl, o teor de Cu é maior. A medida que aumentam as doses de KCl há uma redução no teor de Cu da parte aérea.

A equação de regressão (Figura 12) mostra que o teor de Zn decresce quando se aumentam as doses de KCl.

A equação de regressão (Figura 13) mostra que há um decréscimo do teor de Mn quando se aumentam as doses de KCl.

A equação de regressão (Figura 14) mostra que à medida que se aumenta a dosagem de KCl, existe decréscimo no teor de Fe na matéria seca da parte aérea.

O Quadro 7 mostra que a variedade Pacas se sobressaiu melhor quanto ao teor de Mn na parte aérea e a variedade Catimor com menor teor.

Notamos que a variedade Pacas se sobressaiu e que a progênie Mn 379/19 se apresentou com menor teor de Fe na matéria seca da parte aérea.

Muller (1959), relatado por Chaves (1982) diz que os elementos Fe, Mn, Zn e Cu aumentam o conteúdo com a idade da folha. Este resultado é contraditório ao encontrado, talvez devido ao efeito de diluição dos elementos Cu, Mn e Fe e ao efeito da adubação suplementar para o Zn.

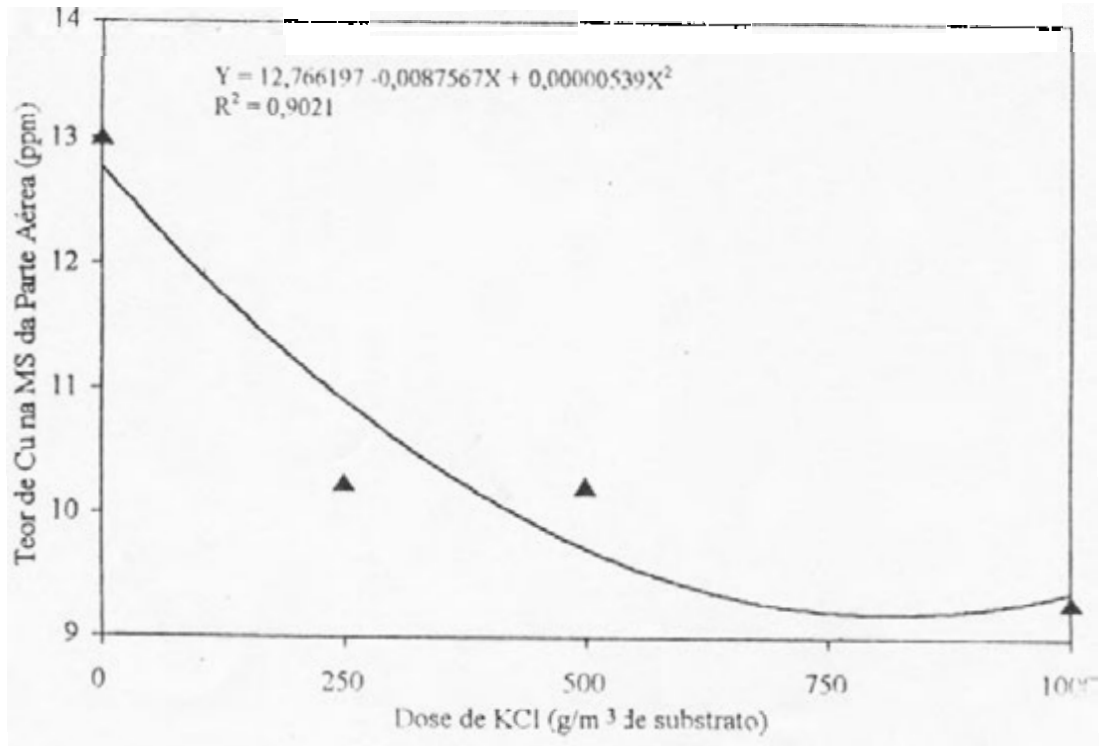


FIGURA 11. Efeito da adubação potássica sobre o teor de Cu na matéria seca da parte aérea de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro, ESAL, Lavras-MG, 1994.

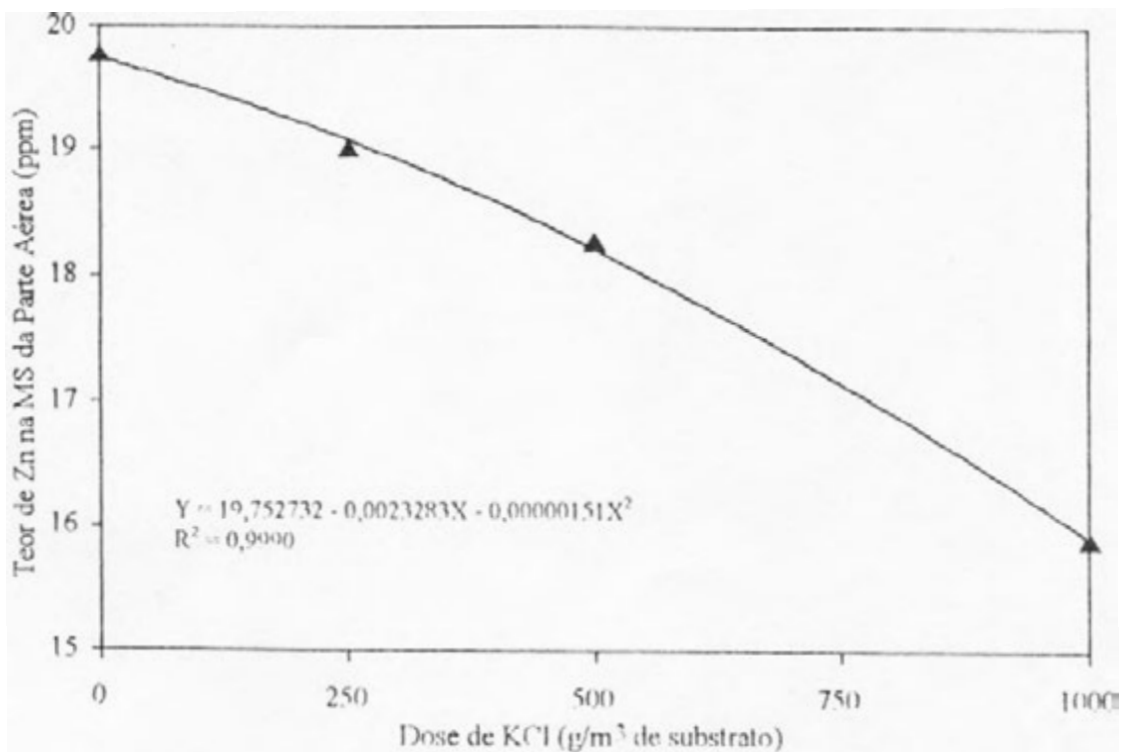


FIGURA 12. Efeito da adubação potássica sobre o teor de Zn na matéria seca da parte aérea de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro, ESAL, Lavras-MG, 1994.

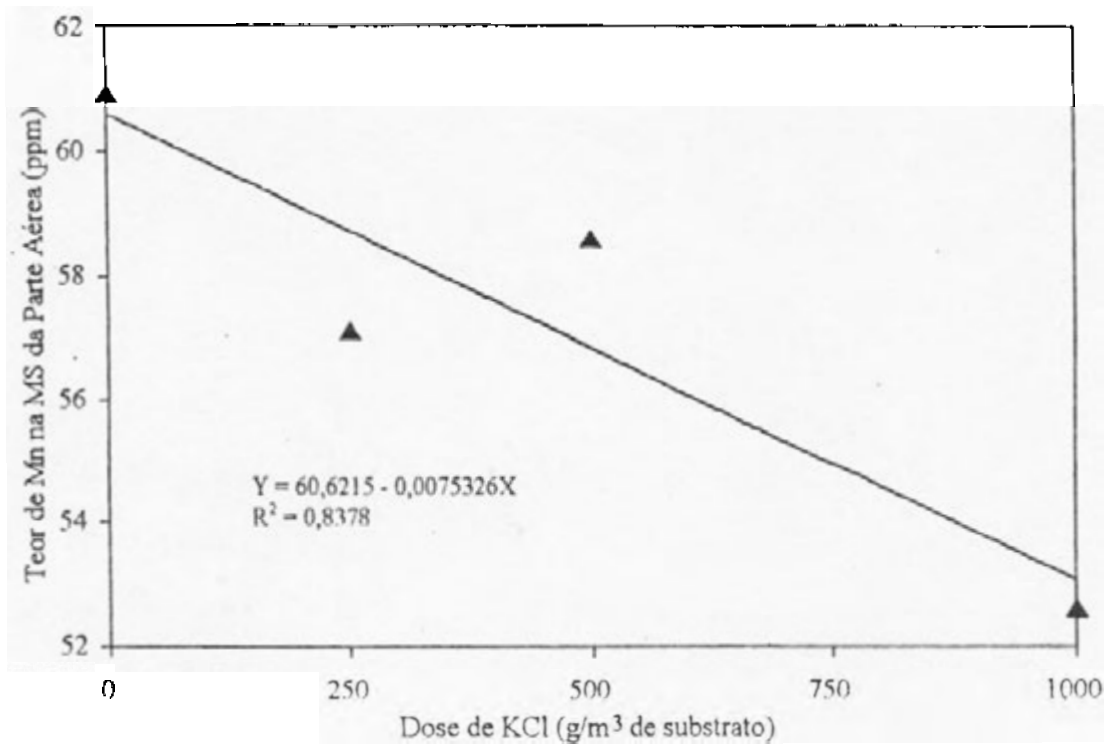


FIGURA 13. Efeito da adubação potássica sobre o teor de Mn na matéria seca da parte aérea de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro, ESAL, Lavras-MG, 1994.

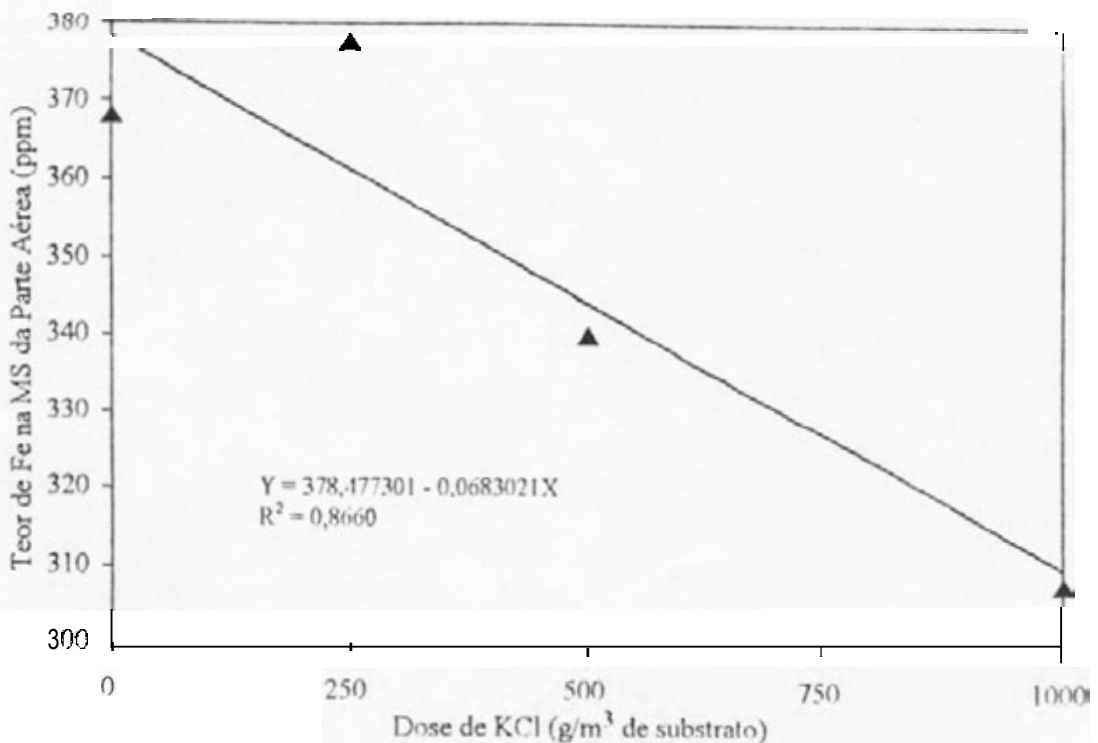


FIGURA 14. Efeito da adubação potássica sobre o teor de Fe na matéria seca da parte aérea de mudas de café, aos 10 meses após a semeadura, em condições de viveiro, ESAL, Lavras-MG, 1994.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi conduzido e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Não houve interação entre variedades, cultivares e progênies de cafeeiro e as doses de Potássio para nenhum dos parâmetros analisados.
- Doses crescentes de potássio proporcionaram aumento nas características de crescimento, no teor de K na matéria seca da parte aérea e raiz.
- Na formação de mudas de cafeeiro sem o uso de esterco de curral, a melhor combinação é a de 5 kg de superfosfato simples, adubação suplementar de nitrogênio e 675 gramas de cloreto de potássio por m³ de substrato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB—O, E. J.; ALMEIDA, E. *de*; BARROS, A.T. ; MOURÃO, M.G.; CARVALHO, J.G. Efeitos de doses de sulfato de zinco, em mistura com cloreto de potássio, aplicados por via foliar, em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, Maringá, 1989. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1989. p.58-69.
- AMORIM, H.V. *de*; SCOTON, L.C.; CASTILHO, A.; GOMES, F.P.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XVII. Efeito da adubação NPK na composição química do solo, do fruto e na qualidade da bebida (Nota preliminar). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 22, p.139-151, 1965.
- AMORIM, H.V. *de*; SCOTON, L.C.; HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. XX. Efeito da variação do pH no desenvolvimento e composição química do cafeeiro (*Coffea arabica* L. var. Mundo Novo) cultivado em Solução Nutritiva. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.25, p.121-135, 1968.
- ARZOLLA, S.; GOMES, L.; SARRUGE, J.R.; ANDRADE, R.G.; GRANER, E.A.; MALVOLTA, E. Estudos sobre a alimentação mineral do cafeeiro. X. Extração de macronutrientes na colheita pelas variedades "Mundo Novo", "Caturra" e Bourbon Amarelo". **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 20, p.41-52, 1963.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA PESQUISA DA POTASSA E DO FOSFATO. Potássio; necessidade e uso na agricultura moderna. Piracicaba, 1990. 45p.
- BAHIA, V.G. **Gênese e classificação de um solo do município de Lavras, MG.** Piracicaba: ESALQ, 1975. 67p. (Tese-Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- CARDOSO, E.L. **Avaliação do desenvolvimento de cultivares e progênies de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes doses de fósforo no substrato.** Lavras: ESAL, 1990. 74p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

- CARVALHO, M.M. de; DUARTE, G.S.; RAMALHO, N.A.P. Efeito da composição do substrato no desenvolvimento de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 4, Caxambú, 1976. Resumos... Rio de Janeiro: IBC-Gerga, 1976. p.240-241.
- CARVAJAL, J.F. Requerimiento de minerales por el café. Revista Cafetaleza, Guatemala, v.157, p.25-27, 1976.
- CARVAJAL, J.F.; ACEVEDO, A.; LOPEZ, C.A. Nutrient uptake by coffee tree during a yearly cycle. Turrialba, Turrialba, v.1, n.1, p.13-20, 1969.
- CATANI, R.A.; MORRES, F.R.P. de. A composição química do cafeeiro. Revista de Agricultura, Piracicaba, v.33, n.1/4, p.45-52, mar. 1958.
- CATANI, R.A.; MORAES, F.R.P. de.; BERGAMIN, F.H.; GLORIA, N.A. da; GRANER, C.A.F. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo cafeeiro Coffea arabica variedade Mundo Novo (B. Roder) Chours aos dez anos de idade. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, n.22, p.81-93, 1965.
- CHAVES, J.C.D. Concentração de nutrientes nas frutas e folhas e exportação de nutrientes pela colheita durante um ciclo produtivo do cafeeiro (Coffea arabica L. cv. Catuai). Piracicaba: ESALQ, 1982. 131p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- CORREA, J.B.; GARCIA, A.W.R.; COSTA, P.C. da. Extração de nutrientes pelos cafeeiros Mundo Novo e Catuai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais,.. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1983. p.177-183.
- FIGWEIREDO, J.P.; BARROS, U.V.; SANTINATO, R. & SILVA, O.A. Efeito dos nutrientes NPK, Ca, Mg e S no crescimento, composição química e deficiências do cafeeiro cultivado em solo de cerrado LVA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 11, Londrina, 1984. Décimo primeiro. Rio de Janeiro: IBC-GERCA, 1984. p.274-277.
- GODOY JUNIOR, C. Forçamento de mudas de café. III - Efeitos de adubos isolados. Revista de Agricultura, Piracicaba, v.35, n.4, p. 290-297, dez. 1960.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: ESALQ, 1987. 404p.
- GOMIDE, M.B.; LEMOS, O.V.; TOURINO, D.; CARVALHO, M.M.; CARVALHO, J.G.; DUARTE, C.S. Comparação entre métodos de determinação de área foliar em cafeeiro Mundo Novo e Catuai. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 4, Caxambu, 1976. Resumos... Rio de Janeiro: IBC-GERGA, 1976. p.182.

- GONÇALVES, J.C.; THOMAZIELLO, R.A. Bom cafezal começa pela muda. FIR, São Paulo, v.12, n.10, p.58-68, jun. 1970.
- GUIMARÃES, P.T.G. Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.cv. Catuai) a adubação mineral e orgânica em solos de baixa fertilidade no sul de Minas Gerais. Piracicaba: ESALQ, 1986. 140p. [Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas].
- HAAG, H.P.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre alimentação mineral do cafeeiro. IV. Efeito dos excessos de macronutrientes no crescimento e na composição química do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), var. Bourbon (B. Rodr.) Choussi cultivado em solução nutritiva. Revista de Agricultura, Piracicaba, v. 35, n.4, p. 338-347, dez. 1960.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFE. Cultura do café no Brasil; Manual de recomendações. 4. ed. Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1981. 504p.
- LOPES, A.S. Nitrogênio. In: _____. Manual de fertilidade do solo. São Paulo, Instituto da Potassa & Fosfato, 1989. p.49-62.
- MALAVOLTA, E. Os elementos minerais. In: _____. Elementos de nutrição mineral de plantas, São Paulo: Ceres, 1980. p.104-218.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; adubos e adubação. 3.ed.rev. e atu. São Paulo: Agronomia Ceres, 1981. 596p.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo: Ceres, 1976. 528p.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo: Pioneira, 1974. 727p.
- MARTINS, M.; GARCIA, A.W.R.; FIORAVANTE, N. Estudo de fontes de Potássio para o cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 9, São Lourenço, 1981. Resumos... Rio de Janeiro: IBC, 1981. p.247-250.
- MORAES, F.R.P. de; CATANI, R.A. A absorção de elementos minerais pelo fruto do cafeeiro durante sua formação. Bragantia, Campinas, V.23, n.26, p.331-336, 1964.
- MOYSÉS, E.L.F.D. Acumulação de matéria seca e absorção de nutrientes pelo cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuai em solução nutritiva com diferentes doses de Zinco e pH. Piracicaba: ESALQ, 1988 (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

- OLIVEIRA, J.A. de; PEREIRA, J.E. Adubação de substrato para formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, 1984. Anais... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1984. p.19-25.
- ORUKO, B.A.; GATITU, G.M. The role of potassium and magnesium in the nutrition and yield of *Coffea arabica* L. Kenya coffee, Nairobi, v.44, n.515, p.15-24, 1979.
- SANTINATO, R.; FIGUEIREDO, J.P.; BARROS, U.W. Doses crescentes de cloreto de potássio, em substrata, na formação de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8, Campos do Jordão, 1980. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERGA, 1980. p.326-327.
- SANTINATO, R.; SILVA, O.A.; BARROS, U.V.; KUPPER, A. Parcelamento da adubação Potássica (K_2O) em função do consumo necessário à vegetação e produção do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11, Londrina, 1984. Anais... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1984. p.96-98.
- SANTO, J.O.E.; BARROS, U.V.; SANTINATO, R.; FIGUEIREDO, J.P. Níveis de N e K_2O na formação do cafeeiro em solo LVHd na região do Jequiáinhonha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, Caxambú, 1985. Trabalhos apresentados... Rio de Janeiro: IBC, 1985. p.170-172.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Análise química em plantas. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- SILVA, H.L.; SILVA, H.L. Variação de composição mineral de folhas de cafeeiro. Revista do Café Português, Lisboa, v.14, p.24-60, 1957.
- SILVA e SOUZA, V.H. da; MAESTRI, M.; BRAGA, J.M.; CHAVES, J.R.P. Variações no teor de alguns elementos minerais nas folhas e frutos de café (*Coffea arabica* L. var. "Mundo Novo"). Revista Ceres, Viçosa N.22, v.123, p.318-331, 1975.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. STATISTICAL METHODS 6.ed. Ames: The Iowa State University Press, 1978. 593p.
- VIANA, A.S. Estudo de doses crescentes de superfosfato simples, combinadas com duas fontes de Potássio, na formação de mudas de cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, Poços de Caldas, 1983. Anais... Rio de Janeiro: IBC/GERGA, 1983. p.298-301.
- VIANA, A.S.; FREIRE, D.; ANDRADE, P.C. Efeito de duas fontes de K, combinadas com sulfato de Magnésio e calagem, no viveiro e formação de cafeeiros em solo LEd. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, Caxambu, 1985. Trabalhos apresentados... Rio de Janeiro: IBC, 1985. p.150-153.

VIANA, A.S.; GARICA, A.W.R.; CORREA, J.B. **Estudo de níveis e relações N/K na formação de cafeeiros em solo LE-III.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 13, São Lourenço, 1986. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: IBC, 1986. p.68-71.

VILELA, L.; SILVA, J.E. da; RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G. **Potássio.** In: GOEDERT, W.J., ED. **Soles dos cerrados; tecnologias e estratégias de manejo.** São Paulo: Nobel 1986. p.202-222.

APÊNDICE

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
1 Resumo das análises de variância das características de crescimento determinados nas variedades, cultivares e progênies de cafeeiro submetidas a diferentes doses de potássio no substrata. ESAL, Lavras, MG, 1994	64
2 Resumo das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das variedades cultivares e progênies de cafeeiro submetidos a diferentes doses de Potássio no substrato. ESAL, Lavras-MG, 1994	65

3	Resumo das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da raiz das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de Potássio no substrata. ESAL, Lavras-MG, 1994	66
4	Resumo das análises de variância dos teores dos micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de Potássio no substrato. ESAL, Lavras-MG, 1994	67

TABELA 1. Resumo das análises de variância das características de crescimento determinados nas variedades, cultivares e progênes de cafeeiro submetidas a diferentes doses de Potássio no substrato. ESAL, Lavras-MG, 1994.

Causas-de Variação	G.L.	Quadrados medios				
		Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (mm)	Peso Seco		Area foliar (cm ²)
				p. aérea (g)	Raiz (g)	
Bloco	2	112,5512	2,5643**	37,0393	6,5407	174870,4499**
Doses de Potássio	3	923,6187**	15,5320**	199,1051**	11,3278**	1220484,6380**
Tratamentos	19	687,7934**	1,9740**	11,2578	1,0664	158213,8413**
Potássio * Tratamentos	57	51,2460	0,5759	7,7173	0,5577	35245,9295
Erro	158	39,6618	0,5230	6,3106	0,4574	38524,964
C.V (%)		14,203	12,018	30,376	29,860	24,532

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

TABELA 2. Resumo das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das variedades, cultivares e progênies de cafeeiros submetidas a diferentes doses de Potássio no substrato. ESAL, Lavras-MG, 1994.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados médios					
		N %	P 4	K %	Ca %	Mg %	S %
Bloco	2	0,4995	0,0094**	1,0990	0,3447**	0,0591	0,0177**
Doses de Potássio	3	2,1378**	0,0388**	0,6868**	0,0267	0,0421**	0,0005
Tratamentos	19	0,5075**	0,0056**	0,1029	0,1165**	0,0120	0,1012**
Potássio x Tratamentos	57	0,1576	0,0008	0,0659	0,0163	0,0063	0,0004
Erro	158	0,1942	0,0009	0,0736	0,0228	0,0057	0,0002
C.V (%)		17,574	16,676	34,814	18,025	19,213	20,948

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

TABELA 3. Resumo das análises de variância dos teores dos macronutrientes determinados na matéria seca da raiz das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de Potássio no substrato. ESAL, Lavras-MG, 1994.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados médios		
		Ca %	Mg %	K %
Bloco	2	0,2489	0,0006	0,1100
Doses de Potássio	3	0,0248	0,0087	0,1823**
Tratamentos	19	0,0665	0,0089	0,0246
Potássio x Tratamentos	57	0,0360	0,0050	0,0268
Erro	158	0,0291	10,6048	0,0234
C.V (%)		21,426	19,144	27,655

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

TABELA 4. Resumo das análises de variância dos teores dos micronutrientes determinados na matéria seca da parte aérea das variedades, cultivares e progênies de cafeeiro, submetidas a diferentes doses de Potássio no substrato. ESAS, Lavras-MG, 1994.

Causas de Variação	G.L.	Quadrados médios			
		Cu (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)
Bloco	2	142,9284	191,6601	9080,5616**	275512,6175**
Doses de Potássio	3	153,8133**	168,4493**	740,7612**	58920,3808**
Tratamentos	19	8,2225	78,6283	673,1932**	35626,96175**
Potássio x Tratamentos	57	6,7663	36,4507	111,4766	7085,4601
Erro	158	6,5104	44,3640	119,1222	7247,4681
C.V (%)		23,838	36,522	19,039	24,421

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".