

Qualidade dos grãos de café em função de doses de potássio

Enilson de Barros Silva^{1*}, Francisco Dias Nogueira² e Paulo Tácito Gontijo Guimarães²

¹FAFEID/Faculdades Federais Integradas de Diamantina, Rua da Glória, 187, 39100-000, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

²EPAMIG/Centro Tecnológico do Sul de Minas, C.P. 176, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: ebsilva@fafeod.br

RESUMO. Foram conduzidos dois experimentos a campo, sendo um no município de São Sebastião do Paraíso, em LATOSSOLO VERMELHO Distroférico e outro em Patrocínio, em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico, Estado de Minas Gerais, com o objetivo de definir a dose de potássio de máxima produtividade e qualidade dos grãos de café, *Coffea arabica* L. (Rubiaceae), bem como o local de cultivo de melhor resposta à aplicação de doses de potássio. Usaram-se, em ambos os locais, cafezais da cultivar Catuaí Vermelho, com idade de seis anos, com uma planta por cova, no espaçamento 3,5 x 0,7 m. Foram aplicadas quatro doses de K₂O, correspondentes a 0, 120, 240 e 480 kg . ha⁻¹, utilizando-se o KCl. Os tratamentos foram dispostos no delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas a produção, a atividade enzimática da polifenoloxidase, o índice de coloração, a acidez titulável total e os açúcares totais dos grãos de café, durante quatro safras (1995 a 1998), em cada local. A qualidade dos grãos de café melhorou com a dose de potássio em ambos locais, atingindo melhor qualidade com a aplicação da dose de 266 kg . ha⁻¹ de K₂O para uma produtividade máxima de 46,4 sacas . ha⁻¹, para nível de potássio no solo entre 60 a 70 mg . dm⁻³. Nas condições de Patrocínio, para uma mesma dose de K₂O, a qualidade dos grãos foi melhor que nas condições de São Sebastião do Paraíso.

Palavras chave: Qualidade de café, componentes da qualidade, química do café, adubação potássica

ABSTRACT. Quality of the coffee grains in function of doses potassium. Two field experiments were conducted, located on a Rhodic Acrudox in São Sebastião do Paraíso and other on a Xanthic Acrustox in Patrocínio, in Minas Gerais state, Brazil. The objective this research was to define potassium rates for maximum yield and quality of the coffee grains, *Coffea arabica* L. (Rubiaceae), as well as the place of better response to the fertilization with potassium doses. In both places, the coffee cultivar used was Catuaí Vermelho, aged six years old, planted in spacing 3.5 m between rows and 0.7 m between plants in the rows. Four fertilizing doses of K₂O were applied, corresponding to 0, 120, 240 and 480 kg . ha⁻¹, as KCl. The experimental design used was the randomized block complete, with four replications. The yield, enzyme activity of poliphenyloxidase, coloration index, total tirable acidity and total sugars of coffee grains were determined over four annual harvests for each place. The quality improved with potassium fertilizing doses and the better doses of K₂O was 266 kg . ha⁻¹ for a maximum yield of 46,4 sacks . ha⁻¹ for potassium level in the soil between 60 to 70 mg . dm⁻³. The quality of Patrocínio's coffee was better than of São Sebastião do Paraíso for the same dose of potassium fertilizing.

Key words: Quality coffee, quality componentes, coffee chemistry, potassium fertilization

Introdução

A qualidade da bebida do café está diretamente relacionada a diversos constituintes físicos, físico-químicos e químicos, que são responsáveis pela aparência do grão torrado, pelo sabor e aroma característicos das bebidas (Amorim e Silva, 1968).

A polifenoloxidase é uma enzima que, de acordo com vários autores, se mostra diretamente

relacionada com a qualidade da bebida do café (Amorim e Silva, 1968; Amorim, 1978; Leite, 1991; Carvalho *et al.*, 1994; Pimenta, 1995; Chagas *et al.*, 1996a; Chalfoun, 1996; Pereira, 1997). Segundo Carvalho *et al.* (1994), cafés de melhor qualidade de bebida possuem elevada atividade enzimática da polifenoloxidase e elevado índice de coloração associado à baixa acidez titulável total. Estes autores verificaram que as variações da atividade enzimática

da polifenoloxidase permitem separar as classes de bebida, mostrando para o café “riado” e “rio” atividades inferiores a 55,99 U . g⁻¹ de amostra; nos cafés de bebida “dura” atividades entre 55,99 e 62,99 U . g⁻¹ de amostra; nos cafés de bebida “mole” atividades entre 62,99 e 67,66 U . g⁻¹ de amostra e nos cafés de bebida “estritamente mole” atividades superiores a 67,66 U . g⁻¹ de amostra. Constatando, assim, um aumento significativo na atividade da polifenoloxidase à medida que o café se apresenta com melhor qualidade.

Quimicamente, a acidez dos grãos de café é constituída predominantemente por ácidos não-voláteis, tais como oxálico, málico, cítrico, tartárico, pirúvico e ácidos voláteis representados pelos ácidos acético, propiônico, valérico e butírico (Feldman *et al.*, 1969). Esses ácidos são originários de diversas rotas bioquímicas, bem como da fermentação por microorganismos dos açúcares existentes na polpa e na mucilagem dos frutos (Chalfoun, 1996). Nos frutos de café, podem ocorrer diferentes tipos de fermentação, que alteram sua acidez titulável total, o sabor, o aroma e a cor. Os açúcares presentes na mucilagem, quando da presença de microorganismos ou sob condições anaeróbicas, são fermentados produzindo álcool, que é desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico. Com a formação desses dois últimos ácidos já se observam prejuízos acentuados na qualidade da bebida do café (Bitancourt, 1957; Chalfoun, 1996).

Nos estudos desenvolvidos por Carvalho *et al.* (1994) foram encontradas diferenças nos valores de acidez titulável total nos cafés, com melhoria da qualidade da bebida do café. Os autores ressaltam a importância da utilização da acidez titulável total, em conjunto com a atividade da polifenoloxidase e índice de coloração como suporte, para uma maior eficiência da classificação sensorial da bebida do café.

Em geral, os açúcares parecem não afetar a qualidade do café (Amorim, 1972). No entanto, deve ressaltar-se que os açúcares participam de importantes reações químicas que ocorrem durante a torração, dentre elas a reação de Maillard e/ou caramelização, que serão responsáveis pela formação da cor, do sabor e do aroma peculiares da bebida (Pereira, 1997). Segundo Amorim *et al.* (1976) e Chagas *et al.* (1996b), cafés de melhor qualidade de bebida possuem teores mais elevados de açúcares. Os açúcares totais do grão de café situam-se em um teor em torno de 8%, segundo Navellier (1970), e numa faixa de 5 a 10%, conforme proposto por Prete (1992).

O teor de açúcar pode estar diretamente relacionado com as condições climáticas das

diferentes regiões onde é produzido o café. Chagas *et al.* (1996b) encontraram teores de açúcares totais que variaram de 7,75% para amostras oriundas do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba, e 7,03% amostras provenientes do Sul do Estado de Minas Gerais. Os maiores teores de açúcares totais encontrados em amostras de café do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba podem ser atribuídos às condições climáticas desta região, que propiciam um amadurecimento mais uniforme dos frutos e conseqüentemente acúmulo maior de açúcares devido a menor incidência de microrganismos precursores de fermentações (Chalfoun, 1996).

O potássio tem, há muito tempo, sido considerado o “elemento da qualidade” em nutrição de plantas, o qual funciona em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na permeabilidade da membrana (Malavolta, 1980; Zehler *et al.*, 1986). Apesar desta reputação qualitativa e de aumentar a produção agrícola, normalmente ignora-se a extensão dos benefícios da adubação potássica.

A qualidade dos produtos agrícolas não é facilmente definida ou medida como se faz para produção. O padrão de qualidade depende de propósitos pelos quais, a planta ou parte dela é utilizada (Mengel e Kirkby, 1987). No caso do café, o mais importante é o reflexo da adubação tanto na produção como na qualidade, porque esta tem muita influência na sua cotação de mercado. Os grãos de café têm sido avaliados quimicamente e a bebida sensorialmente o que depende muito das condições fisiológicas do provador de bebida (Chagas *et al.*, 1996a).

Dentro desta linha de pesquisa, Arcila-Pulgarin e Valência-Aristizábal (1975), estudaram o efeito da fertilização potássica sobre a atividade da polifenoloxidase e não encontraram diferenças estatísticas entre os tratamentos: testemunha, cloreto de potássio (KCl), sulfato de potássio (K₂SO₄), KCl + N + P + Mg e K₂SO₄ + N + P + Mg. O mesmo aconteceu, em estudo desenvolvido por Santinato *et al.* (1996), que utilizaram doses crescentes de 0, 137, 174 e 250 kg de K₂O ha⁻¹ na forma de KNO₃ no cultivo da cultivar Acaia, em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, não encontrando melhoria da qualidade da bebida, avaliada pela “prova da xícara”.

Para obtenção de altas produtividades e grãos de café de qualidade superior, é necessária, além de outras práticas, uma recomendação adequada de fertilização potássica. Desta maneira, objetiva-se definir, neste trabalho, a dose de potássio de máxima produtividade e qualidade dos grãos de café, bem

como o local de cultivo de melhor resposta à aplicação de doses de potássio.

Material e métodos

Foram conduzidos dois experimentos, um em LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico (Embrapa, 1999), fase floresta tropical subperenifolia transicional para Cerrado, na Fazenda Experimental de São Sebastião do Paraíso, Estado de Minas Gerais, (Epamig). A altitude da sede do município de 940 m, a latitude de 20°54'S, a longitude de 46°59'W e a região apresenta precipitação pluviométrica média anual de 1.627 mm. O outro em LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico (Embrapa, 1999), fase Cerrado, na Fazenda Experimental de Patrocínio, Estado de Minas Gerais, (Epamig). A altitude da sede do município de 934 m, a latitude de 18°57'S, a longitude de 47°00'W e a região com precipitação pluviométrica média anual de 1.400 mm. Ambas as regiões apresentam classificação climática com Cwa, segundo Köppen.

Para a caracterização do solo, foram coletadas amostras compostas na profundidade de 0 a 0,20 m que, depois de secas ao ar e passadas em peneira de 2,0 mm, foram submetidas a análise química e física. Os resultados das análises químicas e físicas dos dois solos cultivados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e físicas de amostras da camada de 0,0 a 0,20 m dos dois solos estudados

Solo	pH _{gua}	P	K	Ca	Mg	Al	V	MO	Arcia	Silte	Argila
		-mg . dm ⁻³ -	-mmol . dm ⁻³ -	%	-----g dm ⁻³ -----						
LVdf	6,0	7,0	70	38	9	1	65	26	240	230	530
LVAd	5,9	3,0	63	34	13	1	69	31	220	310	470

pH_{gua} - Relação solo-água 1:2,5; P e K - Extrator Mehlich-1; Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L⁻¹; V - Saturação de bases e MO - Teor de matéria orgânica determinado pelo método da oxidação do carbono por dicromato de potássio em meio ácido multiplicado por 1,724 (Silva, 1999). LVdf - LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico de São Sebastião do Paraíso e LVAd - LATOSSOLO VERMELHO-Amarelo distrófico de Patrocínio (Embrapa, 1999)

Usaram-se, em ambos os locais de cultivo, cafezais da espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho, linhagem MG-99 (Rubiaceae), com idade de seis anos, plantadas na densidade de uma planta por cova, no espaçamento 3,5 x 0,7 m. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, onde se estudaram quatro doses de K₂O (0, 120, 240 e 480 kg . ha⁻¹), na forma de KCl, com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de três linhas de oito covas, formando um total de vinte quatro covas por parcela, sendo considerada como parcela útil às seis covas centrais.

A adubação nitrogenada e fosfatada (básica) foi aplicada em doses de 400 kg . ha⁻¹ de N e 160 kg . ha⁻¹

de P₂O₅, segundo a Guimarães *et al.* (1999), utilizando-se uréia (44% de N) e superfosfato triplo (41% de P₂O₅), respectivamente. Os tratamentos e a adubação básica foram parcelados em quatro vezes iguais a cada ano no período de outubro, dezembro, janeiro e março. De novembro a janeiro, os experimentos receberam pulverização a alto volume de sulfato de zinco a 5 g . L⁻¹ e de ácido bórico a 3 g . L⁻¹ da calda, para o controle preventivo de deficiências (Guimarães *et al.*, 1999).

Anualmente, em julho, após colheita, foi efetuada aplicação foliar contra o “bicho mineiro” com ethion a 1,2 L . ha⁻¹ (Reis e Souza, 1998). Nos meses de dezembro e março foram feitas aplicações com cyproconazole 0,5 L . ha⁻¹ cada uma para controle da ferrugem do cafeeiro (Carvalho e Chalfoun, 1998). Os cafeeiros foram mantidos sempre livres de plantas daninhas nas linhas e nas entrelinhas através de capinas manuais. Em maio eram feitas as “arruações” e em julho as “esparrações do cisco”.

Avaliaram-se a produção de grãos e as variáveis qualitativas dos grãos de café das seis plantas da área útil da parcela. A quantidade de café beneficiado, por parcela útil, foi convertida em produção de sacas de 60 kg por hectare. As determinações qualitativas foram nas amostras de grãos beneficiados moídos em moinho tipo Croton Mod.TE-580, em peneira de 30 mesh. As avaliações foram: atividade enzimática da polifenoloxidase, índice de coloração, acidez titulável total e açúcares totais, conforme metodologia descrita a seguir.

O método de extração da enzima polifenoloxidase consiste na extração descrita por Draetta e Lima (1976), tendo sido pesados 5,0 g de grãos de café previamente moídos e adicionados 40 mL da solução de fosfato de potássio 0,1 mol . L⁻¹ a pH 6,0, agitando-se a amostra por 5,0 minutos. Todo material utilizado foi mantido gelado a temperatura de 4,0°C. Após a agitação, foi feita a filtragem, utilizando-se papel de filtro Whatman nº 1. A atividade da polifenoloxidase foi determinada pelo método descrito por Ponting e Joslyng (1948), utilizando-se o extrato da amostra sem DOPA (3,4 dihidroxifenil-alanina), como branco, expressa em U . g⁻¹ de grãos, sendo U a unidade de atividade enzimática equivalente a 0,001 da densidade ótica por minuto.

O índice de coloração foi determinado pelo método descrito por Singleton (1966) e adaptado para o café, como segue: foram pesadas 2,0 g da amostra de grãos de café moídas e colocados em erlenmeyer e adicionados 50 mL de água destilada. Em seguida, as amostras foram homogenizadas em agitador elétrico por 1,0 hora. Fez-se a filtragem em

papel de filtro e tomaram-se 5,0 mL do filtrado, adicionando-se 10 mL de água destilada a essa alíquota. Estas amostras foram deixadas em repouso por 20 minutos e após foram lidas em comprimento de onda de 425 nm em espectrofotômetro.

A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH 0,1 mol . L⁻¹, de acordo com técnica descrita pela Association of Official Analytical Chemists (1970), e expressa em mL de NaOH 100 . g⁻¹ de amostra de grãos de café.

Por sua vez, os açúcares totais foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela Association of Official Analytical Chemists (1970), determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944).

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância univariada, sendo que as variáveis qualitativas dos grãos de café foram submetidas ao teste de Scott e Knott, a 5% para as doses de K₂O. Para se obter a dose para melhor qualidade dos grãos de café, que envolve as variáveis qualitativas estudadas, utilizou-se um procedimento multivariado através do processo da variável canônica (Morrison, 1967), através do PROC ANOVA do SAS for Windows. Com a variável canônica de maior autovalor, obteve-se os escores a partir do vetor observação de cada unidade experimental das variáveis qualitativas estudadas, reduzindo-o para único valor. Tais escores foram submetidos à análise de variância univariada e estudo de regressão.

Os dados de produtividade de grãos foram submetidos à análise de variância e estudos de regressão, cujas equações foram ajustadas às variáveis, média de quatro safras (1995 a 1998), em função das doses de K₂O, aplicadas em ambos os locais.

Resultados e discussão

A análise de variância para as variáveis qualitativas dos grãos de café, na média de quatro safras, mostrou que as doses de K₂O aplicadas nos dois locais influenciaram significativamente. Os resultados obtidos das variáveis qualitativas, dos dois locais à aplicação de doses de K₂O, encontram-se na Tabela 2.

Em relação aos dados médios obtidos (Tabela 2), verifica-se que as maiores atividades enzimáticas da polifenoloxidase (PFO) foram encontradas em grãos de cafés colhidos em Patrocínio em relação aos obtidos em São Sebastião do Paraíso, quando se comparam os valores de atividade enzimática nos tratamentos que não receberam as doses de K₂O (testemunha = 0,0 kg de K₂O ha⁻¹). Os grãos de café de São Sebastião do Paraíso, na ausência da adubação

potássica, foram classificados segundo proposta de Carvalho et al. (1994), atribuindo-se aos grãos de café colocação na faixa não aceitável (bebida “riada” e “rio”), ao contrário do ocorrido em Patrocínio, onde os grãos de café foram classificados, na ausência de adubação potássica, como aceitável (bebida “dura”). Resultado semelhante foi encontrado por Chagas et al. (1996a), que obtiveram uma maior atividade enzimática da polifenoloxidase em grãos de café provenientes nos municípios da Região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, incluindo-se cafés do município de Patrocínio, em relação aos municípios da Região do Sul do Estado de Minas Gerais.

Tabela 2. Valores médios das variáveis qualitativas dos grãos de café para média de quatro safras, em função de doses de K₂O aplicadas em dois locais de cultivo

Doses de K ₂ O (kg . ha ⁻¹)	Variáveis qualitativas ^{1/}			
	PFO	IC	ATT	AT
	São Sebastião do Paraíso			
0	54,78 c	0,872 c	326 a	6,90 c
120	62,70 a	0,972 b	297 b	8,34 a
240	64,71 a	1,029 a	274 c	8,22 a
480	59,93 b	0,907 c	295 b	7,34 b
Média	60,53	0,945	298	7,70
	Patrocínio			
0	59,30 c	0,828 c	302 a	7,19 c
100	65,24 a	0,996 a	282 c	7,93 a
200	66,20 a	1,015 a	278 b	8,11 a
400	62,78 b	0,925 b	286 c	7,41 b
Média	63,38	0,941	287	7,66
CV (%)	4,19	6,76	5,12	4,54

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e dentro de cada local, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5%. ^{1/}PFO - Atividade enzimática de polifenoloxidase (U . g⁻¹ de amostra). IC - índice de coloração (D.O. 435 nm), ATT - acidez titulável total (mL NaOH 100 g⁻¹ de amostra) e AT - açúcares totais (%)

A avaliação da qualidade, praticada convencionalmente através de provadores e conhecida como “prova da xícara”, é muito subjetiva (Chagas et al., 1996a) quando se compara com o método da atividade enzimática da polifenoloxidase (avaliação química). A “prova da xícara” é uma prova sensorial, o resultado é questionável em termos de representar uma expressão universal de qualidade, o que dificulta o estabelecimento de diferenças qualitativas entre as amostras de grãos de café. Portanto, constata-se, pela Tabela 2, que a dose de 240 kg de K₂O ha⁻¹ foi a que proporcionou a maior atividade enzimática da polifenoloxidase. Ainda nesta dose, segundo Carvalho et al. (1994), os cafés são classificados como bebida “mole” em ambos os locais. Santinato et al. (1996) não encontraram melhoria da qualidade da bebida (“prova da xícara”) quando avaliaram doses crescentes da adubação potássica.

O índice de coloração (IC) de grãos de café tem uma relação direta com a atividade enzimática da

polifenoloxidase. Os grãos de café com maior atividade da polifenoloxidase, ou seja, melhor qualidade de bebida, também apresentaram maior índice de coloração (Tabela 2). Cafés de melhor qualidade possuem maior atividade enzimática da polifenoloxidase e índice de coloração, conforme pesquisas desenvolvidas por Leite (1991), Carvalho *et al.* (1994), Pimenta (1995), Chagas *et al.* (1996a), Chalfoun (1996) e Pereira (1997).

A acidez titulável total (ATT) dos grãos de café tem uma relação inversa com a qualidade da bebida do café, pois cafés de melhor qualidade possuem maior atividade enzimática da polifenoloxidase e índice de coloração e, menor acidez titulável total (Carvalho *et al.*, 1994). Pela Tabela 2, verifica-se que a maior acidez titulável total de grãos de café, na ausência da adubação potássica, ocorreu em São Sebastião do Paraíso. Esta maior acidez pode estar associada a um maior nível de fermentação microbiana dos frutos no campo neste local. A maior infecção de microorganismos favorecem a fermentação produzindo álcool, que é desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico, que proporcionaram acentuados prejuízos, o que está de acordo com Bitancourt (1957) e Chalfoun (1996).

Verificou-se que a dose de 240 kg de $K_2O \cdot ha^{-1}$ proporcionou uma acidez mínima, coincidentes com a dose registrada para atingir a maior atividade enzimática da polifenoloxidase e índice de coloração (Tabela 2). A relação direta ou indireta entre estes parâmetros bioquímicos pode ajudar a avaliar, com maior precisão a qualidade dos grãos de café, segundo Leite (1991), Carvalho *et al.* (1994), Pimenta (1995), Chagas *et al.* (1996a), Chalfoun (1996) e Pereira (1997).

Observa-se, também, uma relação direta entre a atividade enzimática da polifenoloxidase, índice de coloração e açúcares totais (AT), atingindo-se um equilíbrio desejável com a utilização da dose 240 kg de $K_2O \cdot ha^{-1}$, em ambos os locais (Tabela 2). No presente trabalho, os teores de açúcares totais nesta dose (Tabela 2), determinados em grãos colhidos em ambos locais, estão em torno de 8,0%, porcentagem considerada adequada por Navellier (1970) e dentro da faixa de 5,0 a 10% proposta por Prete (1992).

Verificam-se teores superiores de açúcares totais nos grãos colhidos em Patrocínio comparando-se com os resultados de São Sebastião do Paraíso (Tabela 2), concordando com Chagas *et al.* (1996b), segundo os quais os teores de açúcares totais são superiores para grãos de café colhidos da Região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, em relação aos grãos de café colhidos na Região Sul do Estado de Minas. Os açúcares podem contribuir para o sabor e

para aroma do café, conforme citam Amorim (1972) e Pereira (1997), mas estes atributos ainda não participam das classificações oficiais de qualidade de bebida adotados no mercado. Amorim *et al.* (1976) afirmaram que os cafés de melhor qualidade possuem maiores teores de açúcares totais, fato verificado por Chagas *et al.* (1996b).

A melhor resposta à dose de K_2O , na qualidade da bebida do café em Patrocínio em relação à de São Sebastião do Paraíso (Figura 2), pode ter sido parcialmente influenciada pela maior precipitação pluvial no segundo local (Figura 1), que propiciou maior umidade nos frutos. Em ambiente mais úmido, os frutos do cafeeiro tornam-se mais passíveis da proliferação de microorganismos (Chalfoun, 1996). Segundo Amorim (1972) e Leite (1991), quando as membranas do fruto sofrem danos, liberam-se as polifenoloxidases, ativando-as e tornando-as passíveis de reação com compostos fenólicos. A catálise destes compostos consiste na hidroxilação de monofenóis, gerando os o-difenóis e a remoção de hidrogênio destes últimos, o que origina as quinonas. Estas, uma vez produzidas, exercem sobre a polifenoloxidase uma inibição competitiva através de ligação covalente no sítio ativo da enzima ou nas proximidades do mesmo, ocasionando a redução de sua atividade enzimática, proporcionando assim redução geral de qualidade dos grãos.

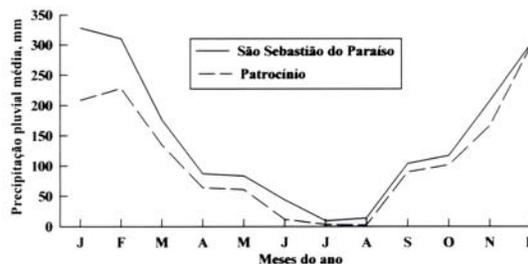


Figura 1. Dados de precipitação pluvial média do período de janeiro 1995 a dezembro de 1998, nos dois locais de cultivo (São Sebastião do Paraíso e Patrocínio)

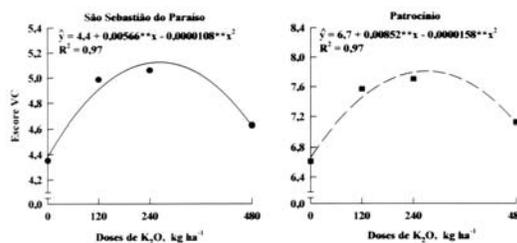


Figura 2. Escore da variável canônica (VC) da análise multivariada, em função de doses de K_2O , em dois locais (São Sebastião do Paraíso e Patrocínio), média de quatro safras. (** significativo em nível de 1% pelo teste de t)

Os escores de qualidade máxima estimada, com as equações ajustadas entre escore da variável canônica e as doses de K_2O aplicadas (Figura 2), foram obtidas com as doses de 262 e 270 $kg \cdot ha^{-1}$ de K_2O , para São Sebastião do Paraíso e Patrocínio, respectivamente. Com estes resultados, verifica-se que, para o cafeeiro, a dose de K_2O , que permite a obtenção da qualidade máxima estimada dos grãos de café, é de 266 $kg \cdot ha^{-1}$ de K_2O .

Para relacionar a produção do cafeeiro à resposta das variáveis qualitativas dos grãos de café proporcionada pela alta produção, que acarreta elevado consumo de K, foi verificada a resposta do cafeeiro na produtividade de grãos (Figura 3). A partir das doses para melhor qualidade dos grãos de café, estas foram substituídas nas equações ajustadas para a produtividade de grãos em função das doses de K_2O aplicadas nos dois locais (Figura 3). Com este procedimento, registraram-se as produtividades máximas de 37,7 e 55,2 sacas $\cdot ha^{-1}$, para São Sebastião do Paraíso e Patrocínio, respectivamente, com produtividade média de 46,4 sacas ha^{-1} .

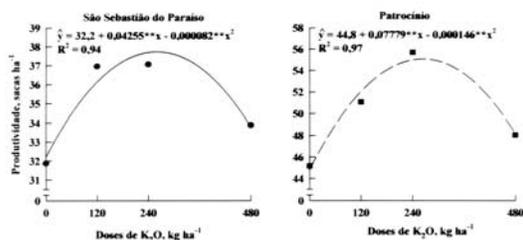


Figura 3. Produtividade do cafeeiro em função de doses de K_2O em dois locais (São Sebastião do Paraíso e Patrocínio), média de quatro safras. (** significativo em nível de 1% pelo teste de t)

Pelo exposto, verifica-se que, com a dose de 266 kg de $K_2O \cdot ha^{-1}$ com a qual se obteve qualidade e produtividade (46,4 sacas $\cdot ha^{-1}$) máximas, com uma população de aproximadamente 4.000 plantas por ha, está próxima da recomendação para produção entre 40 a 50 sacas $\cdot ha^{-1}$, segundo Guimarães *et al.* (1999), quando o teor de K no solo está entre 60 a 120 $mg \cdot dm^{-3}$.

Pelos resultados obtidos da avaliação de parâmetros bioquímicos dos grãos de café, verifica-se que os componentes bioquímicos da qualidade dos grãos alteraram com as doses de adubação potássica, atingindo a melhor qualidade com as doses de 266 $kg \cdot ha^{-1}$ de K_2O . Na mesma dose de fertilização potássica, a qualidade estimada foi melhor nas condições de Patrocínio do que nas de São Sebastião do Paraíso, devido à umidade nos frutos decorrentes das chuvas.

Referências

- AMORIM, H.V. *Relação entre alguns compostos orgânicos do grão do café verde com a qualidade da bebida*. 1972. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972
- AMORIM, H.V. *Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a determinação da qualidade*. 1978. Tese (Livre Docente) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1978.
- AMORIM, H.V. *et al.* Chemistry of Brazilian green coffee and the quality of the beverage. VII. Total carbanils, activity of polyphenol oxidase, and hydroperoxides. *Turrialba*, San José, v.26, n.2, p.193-195, 1976.
- AMORIM, H.V.; SILVA, D.M. Relationship between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and quality of the beverage. *Nature*, New York, v.219, n.27, p.381-382, 1968.
- ARCILA-PULGARIN, J.; VALÊNCIA-ARISTIZÁBAL, G. Relación entre la actividad de la polifenol oxidasa (P.F.O.) y las pruebas de catación como medidas de la calidad de la bebida del café. *Cenicafé*, Caldas, v.26, n.2, p.55-71, 1975.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 11.ed. Washington: AOAC, 1970.
- BITANCOURT, A.A. As fermentações e podridões da cereja de café. *Boletim da Superintendência dos Serviços do Café*, São Paulo, v.32, p.7-14, 1957.
- CARVALHO, V.D. *et al.* Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, 1994.
- CARVALHO, V.L.; CHALFOUN, S.M. Manejo integrado das principais doenças do cafeeiro. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.19, n.193, p.27-35, 1998
- CHAGAS, S.J.R. *et al.* Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.31, n.8, p.555-561, 1996a.
- CHAGAS, S.J.R. *et al.* Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais. II - Valores de acidez titulável e teores de açúcares (redutores, não redutores e totais). *Cienc. Agrotec.*, Lavras, v.20, n.2, p.224-231, 1996b.
- CHALFOUN, S.M.S. *O café (Coffea arabica L.) na Região Sul de Minas Gerais - relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos*. 1996. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- DRAETTA, I.S.; LIMA, D.C. Isolamentos e caracterização das polifenoloxidasas do café. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.7, p.3-28, 1976.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999.

- FELDMAN, J.R. *et al.* Importance of non volatile compounds to the flavor of coffee. *J. Agricu. Food Chem.*, Washington, v.17, p.733-739, 1969.
- GUIMARÃES, P.T.G. *et al.* Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C. *et al. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação.* Viçosa: CFSEMG, 1999. p.289-302.
- LEITE, I.P. *Influência do local de cultivo e do tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (Coffea arabica, L.).* 1991. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral.* Piracicaba: Ceres, 1980.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition.* 4.ed. Berna: International Potassium Institute, 1987.
- MORRISON, D.F. *Multivariate statistical methods.* New York: Mc Graw-Hill Book CO., 1967.
- NAVILLIER, P. *Coffee.* In: *Encyclopédia of Industrial Chemical Analysis.* New York: John Wiley & Sons, 1970. cap.19, p.373-447.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, Baltimore, v.153, n.1, p.370-380, 1944.
- PEREIRA, R.G.F.A. *Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (Coffea arabica L.) "estritamente mole".* 1997. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- PIMENTA, C.J. *Qualidade do café (Coffea arabica L.) originado de diferentes frutos colhidos em quatro estádios de maturação.* 1995. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- PONTING, J.D.; JOSLYNG, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Archives of Biochemistry*, New York, v.9, p.47-63, 1948.
- PRETE, C.E.C. *Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (Coffea arabica, L.) e sua relação com a qualidade da bebida.* 1992. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.
- REIS, P.R.; SOUZA, J.C. Manejo integrado das pragas do cafeeiro em Minas Gerais. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v.19, n.193, p.7-25, 1998.
- SANTINATO, R. *et al.* Efeitos do uso de salitre de potássio como fonte de nitrogênio e potássio na adubação química do cafeeiro - Carmo do Paranaíba/MG - 1992/1996. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 22, 1996, Águas de Lindóia. *Anais...* São Paulo: SDR/Procafé/Embrapa/ Denac/Cati, 1996. p.180-184
- SILVA, F.C. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.* Brasília: Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.
- SINGLETON, V.L. The total phenolic content of grapes berries during the maturation of several varieties. *Am. J. Enol. Vitic.*, Davis, v.17, p.126-134, 1966.
- ZEHLER, E. *et al.* *Sulfato de potássio e cloreto de potássio: sua influência na produção e na qualidade das plantas cultivadas.* Campinas: Fundação Cargil, 1986.

Received on May 03, 2001.

Accepted on July 16, 2002.