

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUALIDADE DO CAFÉ (*Coffea arabica* L.) FERTILIZADO COM DIFERENTES FONTES E DOSES DE POTÁSSIO

MALTA, M.R.¹; SILVA, E.B.²; NOGUEIRA, F.D.³; GUIMARÃES, P.T.G.⁴; SILVA, F.A.M.⁵ e
CHAGAS, S.J.R.⁶

- Trabalho Financiado pelo CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ -
CBP&D/Café -

¹ Pesquisador EPAMIG/CTSM, Cx. P. 176, CEP: 37200.000, Lavras-MG, <epamig@ufla.br>; ² Pesquisador EPAMIG/CTNM, Nova Porteirinha-MG; ³ Pesquisador EMBRAPA/EPAMIG/CTSM, Lavras-MG; ⁴ Pesquisador EPAMIG/CTSM, Lavras-MG; ⁵ Bolsista FUNAPE/CBP&D/Café, Lavras-MG; ⁶ Pesquisador EPAMIG/CTSM, Lavras-MG.

RESUMO: Conduziu-se um experimento com o objetivo de se analisar o efeito da adubação potássica sobre a qualidade de cafés produzidos no sul de Minas, através da avaliação de características físico-químicas de grãos, na fazenda experimental da EPAMIG, no município de São Sebastião do Paraíso (MG). O experimento foi instalado sobre um Latossolo roxo, utilizando-se o cultivar Catuaí vermelho, com idade de 8 anos, no espaçamento de 3,5 x 0,7 m, com uma planta por cova. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, utilizando-se três fontes de K- cloreto (KCL), sulfato (K_2SO_4) e nitrato de potássio (KNO_3) - nas parcelas e quatro doses (0, 100, 200 e 400 kg.ha⁻¹) aplicadas nas subparcelas com quatro blocos. As amostras de café utilizadas foram do ano agrícola 99/00. Todos os parâmetros qualitativos foram determinados em grãos crus de café beneficiados, moídos em moinho tipo Croton Mod. TE-580, em peneira de 30 mesh. As avaliações realizadas foram: atividade da polifenoloxidase, índice de coloração, acidez titulável total, açúcares totais, compostos fenólicos totais e ácidos clorogênicos totais. Concluiu-se que cafeeiros adubados com a fonte KCL apresentaram menor atividade da polifenoloxidase e índice de coloração. A fonte KNO_3 proporcionou a maior concentração de compostos fenólicos. A mesma tendência observada para compostos fenólicos foi observada para ácidos clorogênicos. Não foram observadas diferenças significativas entre as fontes de K quanto à acidez titulável, e a fonte K_2SO_4 proporcionou os menores teores de açúcares totais. Observou-se efeito positivo da adubação potássica sobre a qualidade do café.

Palavras-chave: café, adubação potássica, qualidade, composição química.

PHISICO-CHEMICAL COMPOSITION AND QUALITY OF COFFEE (*Coffea arabica* L.) TREATED WITH DIFFERENT SOURCES AND DOSIS OF POTASSIUM

ABSTRACT: This experiment was conducted with the objective to verify the effect of the fertilization with potassium on the coffee quality produced Minas Gerais, through the evaluation of chemical and physico-chemical characteristics of processed coffee grains. The experiment was led on Red Dusky Latosol in the county of São Sebastião do Paraíso (MG), in the experimental farm of the EPAMIG, with used the cultivar “Catuaí vermelho, line MG-99” with 8 year-old age, at the 3,5x0,7m spacing, with one plant per hole were utilized. The experimental design was in randomized blocks in the split plot scheme, by utilizing three sources of K: potassium chloride (KCL), potassium sulphate (K₂SO₄) and potassium nitrate (KNO₃) in the plots and four doses of K (0, 100, 200 and 400 kg.ha⁻¹) applied in the subplots with four blocks. The samples of coffee used they were of the agricultural year 99/00. All the qualitative parameters were certain in samples of coffee crudnes grains processed milled in type Croton Mod. TE-580 mill with 30meshes sieve. The accomplished evaluations were: polyphenoloxidase activity, coloration index, total titrable acidity, total sugars, total phenolic compounds and total chlorogenic acid. From the results obtained, it was concluded that coffee fertilized with the source KCL they provided smaller polyphenoloxidase activity and coloration index. The source KNO₃ provided the largest concentration of total phenolic compounds. The same tendency observed for total phenolic compounds, it was observed for the total chlorogenic acid; significant differences were not observed among the sources of K with relationship to the total titrable acidity and the source K₂SO₄ it provided the smallest concentration of total sugars. In general, positive effect to potassium fertilization was observed about the quality of the coffee, independent of the used source.

Key words: coffee, fertilization potassium, quality, chemical composition.

INTRODUÇÃO

As exportações do café brasileiro vêm declinando nos últimos anos, principalmente devido ao aumento da produção de cafés suaves por outros países da América do Sul e da América Central, de qualidade superior à do café produzido e ofertado pelo Brasil (Carvalho et al., 1994). Por essa razão, campanhas para a melhoria da qualidade do café brasileiro tem sido adotadas, resultando na criação e difusão de novas tecnologias, que, aliadas a uma política agressiva de “marketing”, procuram reverter esse quadro de inferioridade perante os compradores internacionais. Para maior competitividade do café brasileiro, tornam-se necessárias, então, pesquisas de caráter multidisciplinar, voltadas para a identificação e qualificação dos atributos responsáveis pela qualidade da bebida (Silva, 1999). O sabor característico do

café se deve à presença de vários constituintes químicos voláteis e não-voláteis, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e também à ação de enzimas sobre alguns destes constituintes, o que gera, como produtos de reações, compostos que interferirão no sabor e odor do café (Souza, 1996).

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 será utilizada. Um dos fatores mais importantes que afetam tanto a qualidade da bebida como a produção é o uso de adubações adequadas que vão influenciar o estado nutricional do cafeeiro e a composição química dos grãos de café. De todos os nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas, o potássio (K) é considerado o “elemento da qualidade” em nutrição de plantas, sendo essencial na síntese e na manutenção da estabilidade de proteínas, na permeabilidade das membranas e em processos osmóticos (Malavolta et al., 1997). Apesar dos inúmeros benefícios atribuídos ao potássio, pouco se tem estudado a respeito da adubação potássica em cafeeiro (Silva, 1999).

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação potássica na qualidade do café do sul de Minas Gerais, por meio da avaliação de características físico-químicas e químicas de grãos beneficiados.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido em um Latossolo vermelho distroférico, na Fazenda Experimental da EPAMIG de São Sebastião do Paraíso (MG), utilizando-se a espécie *Coffea arabica* L., cultivar Catuaí Vermelho e linhagem MG-99 com 8 anos de idade, com uma planta por cova, no espaçamento de 3,5 x 0,7m. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, utilizando-se três fontes de K- cloreto de potássio (KCL), sulfato de potássio (K₂SO₄) e nitrato de potássio (KNO₃) - nas parcelas e quatro doses de K (0, 100, 200 e 400 kg.ha⁻¹) aplicadas nas subparcelas com quatro blocos. A parcela experimental foi constituída de três linhas de oito covas, formando 24 covas por parcela, sendo a parcela útil as seis covas centrais. A adubação básica foi realizada segundo recomendações para a cultura. As análises físico-químicas e químicas para avaliação da composição química e qualidade do café foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Café “Dr. Alcides Carvalho”, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, em Lavras-MG.

As amostras de café utilizadas foram do ano agrícola 99/00. Todos os parâmetros qualitativos foram determinados em amostras de grãos crus de cafés beneficiados moídos em moinho tipo Croton Mod. TE-580, em peneira de 30 mesh. As avaliações realizadas foram: atividade da polifenoloxidase,

índice de coloração, acidez titulável total, açúcares totais, compostos fenólicos totais e ácidos clorogênicos totais, conforme metodologia a seguir. Os açúcares totais foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990), e determinados pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1944). A obtenção do extrato enzimático para determinação da atividade da polifenoloxidase foi realizada através de adaptação do processo de extração descrito por Draeta e Lima (1976) e determinada pelo método descrito por Ponting e Josling (1948), utilizando-se extrato de amostra sem DOPA como branco. A acidez titulável foi determinada segundo método da AOAC (1990). Os compostos fenólicos totais foram extraídos pelo método de Goldstein e Swain (1963) e determinados pelo método de Folin Denis, descrito pela AOAC (1990). Os ácidos clorogênicos totais foram determinados segundo técnica adaptada de Menezes (1990). O índice de coloração foi determinado pelo método descrito por Sinclerton (1966), adaptado para o café segundo Carvalho et al. (1994).

As variáveis qualitativas dos grãos de cafés beneficiados foram submetidas à análise de variância e, para comparação entre médias, foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram também realizados estudos de regressão, cujas equações foram ajustadas às variáveis em função das doses de cada fonte de K.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios e as equações de regressão da atividade enzimática da polifenoloxidase, índice de coloração, compostos fenólicos totais, ácidos clorogênicos totais, acidez titulável total e açúcares totais dos grãos de cafés beneficiados se encontram na Tabela 1 e Figura 1, respectivamente.

Tabela 1 - Valores médios das variáveis qualitativas dos grãos de café beneficiados em função de diferentes fontes de K aplicadas. EPAMIG, Lavras – MG, 2001

Fontes de K	Variáveis qualitativas ¹					
	PFO	IC	CFT	ACT	ATT	AT
KCL	61,71b	0,71b	7,23b	6,58b	237,50a	8,15a
K ₂ SO ₄	62,99a	0,77a	7,28b	6,74b	231,25a	7,57b
KNO ₃	63,30a	0,73ab	7,56a	7,20a	243,75a	7,99a

¹PFO – atividade enzimática da polifenoloxidase (U. min⁻¹.g⁻¹ de amostra); IC – índice de coloração (D.O. 425 nm); CFT – compostos fenólicos totais (%); ACT – ácido clorogênico total (%); ATT- acidez titulável total (mL NaOH 0,1N. 100g⁻¹ de amostra); AT - açúcares totais (%).

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si (Tukey, 5%).

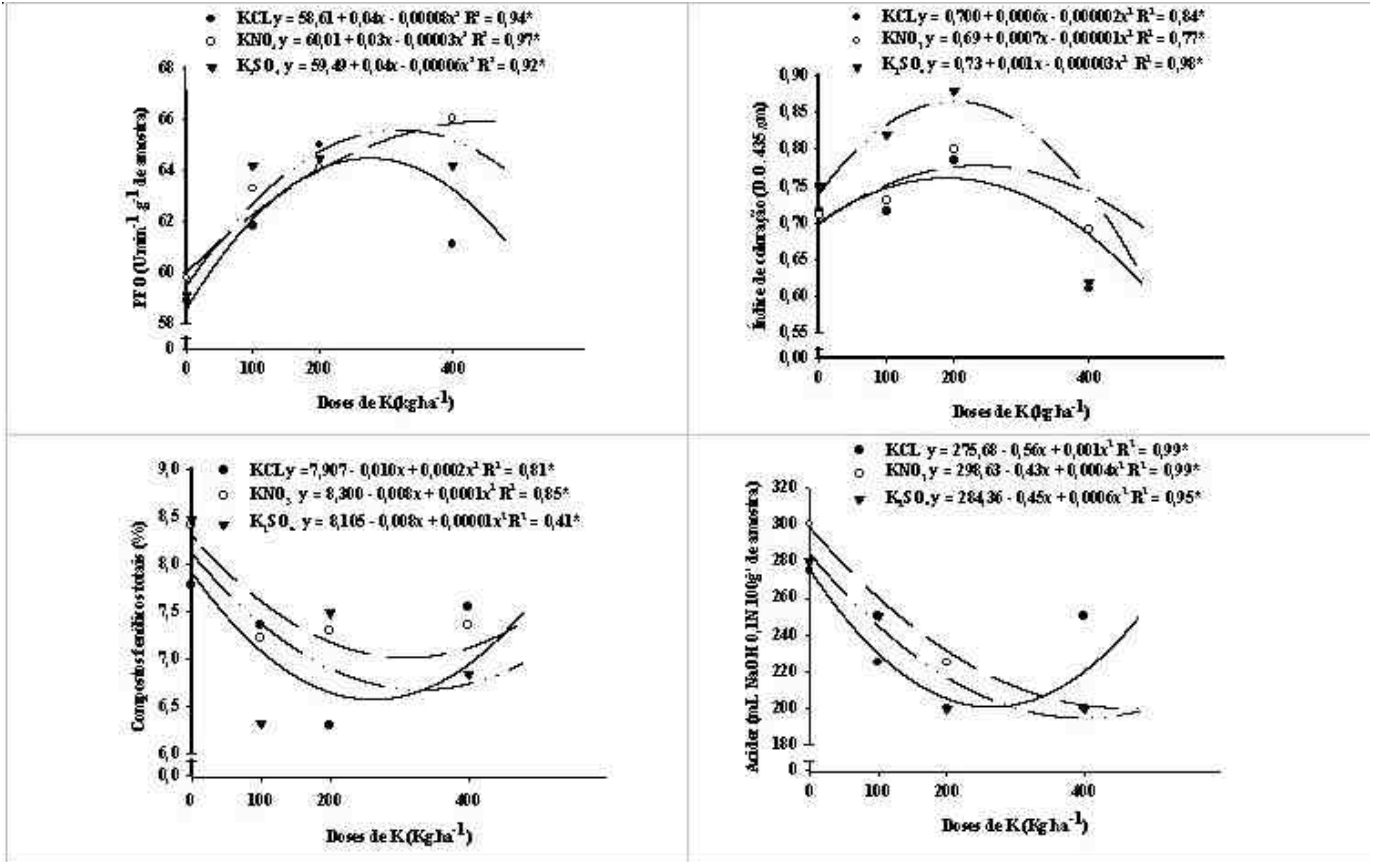


Figura 1 - Atividade enzimática da polifenoloxidase, índice de coloração, compostos fenólicos totais e acidez titulável total em grãos de café beneficiados, em função de três fontes e quatro doses de K. EPAMIG, Lavras-MG, 2001.

Atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO)

Foram observadas, através dos resultados obtidos, diferenças significativas entre as fontes e doses de K estudadas e, ainda, uma interação entre esses dois fatores (P<0,05) ao se analisar a atividade da enzima polifenoloxidase. As fontes sulfato de potássio e nitrato de potássio não se diferenciaram estatisticamente, proporcionando valores de 62,99 e 63,30 U.min⁻¹.g⁻¹ de amostra, respectivamente. A fonte cloreto de potássio proporcionou a menor atividade enzimática da PFO, ou seja, 61,70 U.min⁻¹.g⁻¹ de amostra (Tabela 1).

Segundo Carvalho et al. (1994), a determinação da atividade da PFO permite avaliar, objetivamente, a qualidade do café. Por esse motivo, esses autores propuseram uma tabela complementar à estabelecida para a “prova de xícara”, como se segue: café extra-fino (estritamente mole) – atividade da PFO superior a 67,66 U.minuto⁻¹.g⁻¹ de amostra; café fino (mole e apenas mole) – atividade da PFO entre 62,99 e 67,66 U.minuto⁻¹.g⁻¹ de amostra; café aceitável (bebida dura) - atividade da PFO entre 55,99 e

62,99 U.minuto⁻¹.g⁻¹ de amostra; e café não-aceitável (riada e rio) – atividade da PFO inferior a 55,99 U.minuto⁻¹.g⁻¹ de amostra. Aplicando-se esta tabela, observa-se que os cafezais que foram adubados com a fonte K₂SO₄ apresentaram valores médios da atividade da PFO de 62,99 U.minuto⁻¹.g⁻¹ de amostra e os cafezais adubados com KNO₃ apresentaram atividade da PFO de 63,30 U.minuto⁻¹.g⁻¹ de amostra, sendo ambos classificados como finos (mole e apenas mole). Já os cafeeiros adubados com a fonte KCL mostraram valores médios de atividade da PFO de 61,70 U.minuto⁻¹.g⁻¹ de amostra, sendo classificados como aceitável (bebida dura), o que sugere, através da avaliação da atividade enzimática da PFO, que cafeeiros adubados com a fonte KCL produzem bebida de menor qualidade. Silva (1999) observou que cafeeiros fertilizados com fontes de K isentas de cloreto proporcionaram melhor resposta na mesma região de São Sebastião do Paraíso, corroborando os resultados do presente trabalho.

Observa-se, pela Figura 1, o efeito positivo da adubação potássica, independentemente da fonte utilizada. De modo geral, nota-se aumento da atividade da PFO após a adubação, e na testemunha todos os cafés foram classificados como bebida dura.

Índice de coloração (IC)

Observaram-se diferenças significativas entre as fontes e doses de K estudadas e, ainda, interação entre esses dois fatores ($P < 0,05$), por meio da análise de IC. O maior índice de coloração foi observado quando se usou a fonte K₂SO₄ (0,77), seguida pelas fontes KNO₃ (0,73) e KCL (0,71), com esta última fonte proporcionando o menor IC (Tabela 1). O índice de coloração mede a cor do grão de café beneficiado, apresentando esta uma relação direta com a qualidade da bebida do café (Carvalho et al., 1994; Silva, 1995; Silva, 1999). Segundo Silva (1995), cafeeiros adubados com K₂SO₄ proporcionaram maior IC que as demais fontes de K estudadas, entre elas o KCL, denotando o efeito deletério dessa fonte sobre a qualidade da bebida. Assim como na avaliação da atividade enzimática da PFO, Constatou-se efeito benéfico da adubação potássica sobre a qualidade do café, em que a testemunha apresentou o menor IC (Figura 1).

Compostos fenólicos totais (CFT)

Observaram-se diferenças significativas entre fontes e doses de K estudadas e, ainda, interação entre esses dois fatores ($P < 0,05$) na avaliação dos compostos fenólicos. Notou-se que as fontes KCL e K₂SO₄ não se diferenciaram estatisticamente, apresentando 7,23 e 7,28% de CFT, respectivamente. A

fonte KNO_3 proporcionou a maior concentração de CFT, ou seja, 7,56% (Tabela 1). Observa-se de maneira geral, independentemente da fonte de K utilizada, uma redução na concentração de compostos fenólicos à medida que se aumentaram as doses de K, o que sugere o efeito benéfico da adubação potássica sobre a qualidade do café (Figura 1).

A concentração de CFT é inversamente proporcional à qualidade da bebida, sendo esta diretamente relacionada ao grau de ataque de microrganismos e ao estágio de maturação dos frutos (Carvalho et al., 1989).

Quanto ao estágio de maturação dos frutos na colheita, Leite (1991) relata que a presença de frutos verdes contribui para que cafés derrichados no pano apresentem teores de CFT mais elevados. Carvalho, et al. (1989) encontraram uma média de CFT de 8,73% em frutos colhidos no estágio cereja e 9,66% para todos os estágios de maturação (verde+cereja+passa+seco) derrichados no pano. Essa concentração média foi superior à observada neste trabalho para todas as fontes estudadas, porém os resultados estão próximos dos encontrados por Silva (1999). Ainda segundo Silva (1999), estudando o efeito de fontes e doses de K na qualidade da bebida do café, a fonte KCL proporcionou aumento na concentração de CFT no Sul de Minas, o que não foi constatado na região do Cerrado. No presente trabalho, não foi observado efeito negativo do KCL, comparando com as demais fontes utilizadas, na qualidade da bebida pela análise de CFT.

Ácidos clorogênicos totais (ACT)

Observaram-se diferenças significativas nas concentrações médias de ácido clorogênico total (ACT) entre as fontes de K ($P < 0,05$). Da mesma maneira que o observado para CFT, as concentrações médias de ACT não se diferenciaram estatisticamente entre as fontes KCL e K_2SO_4 , apresentando concentrações de 6,58 e 6,74%, respectivamente. Já na fonte KNO_3 foram constatadas concentrações médias de 7,20%, sendo estatisticamente diferente das demais fontes (Tabela 1).

Os ácidos clorogênicos são os principais compostos fenólicos do café. Essa observação explica o fato de o comportamento dos ACTs ser semelhante ao dos CFT observados no presente trabalho.

Os teores de ACT observados nas fontes estudadas foram superiores aos observados por Silva (1999) nas fontes KCL e K_2SO_4 , cujas concentrações médias foram de 5,8 e 6,2%, respectivamente. Já para a fonte KNO_3 , os teores de ACT observados por este autor (5,2%) foram inferiores à concentração média aqui observada: 7,2% de ACT. As concentrações médias de ACT estão dentro da faixa observada para a espécie *Coffea arabica*, que é de 5 a 7,5%, conforme Illy e Viani (1995), para café cru.

Acidez titulável total (ATT)

Não foram observadas diferenças significativas entre as fontes de K; no entanto, observou-se interação entre as fontes e doses de K estudadas ($P < 0,05$), através da avaliação da ATT. As fontes KCL, K_2SO_4 e KNO_3 apresentaram valores de 237,5; 231,25; e 243,75 mL de NaOH 0,1N.100 g⁻¹ de amostra, respectivamente (Tabela 1). De modo semelhante ao discutido na avaliação dos CFT, observou-se efeito positivo da adubação potássica sobre a qualidade do café, e, de modo geral, houve decréscimo nos índices de ATT após a adubação (Figura 1).

Segundo Carvalho et al. (1994), a ATT dos grãos de café beneficiados tem relação inversa com a qualidade da bebida do café. Para Silva (1999), fontes isentas de cloreto proporcionam menor acidez no café. Segundo o autor, a fonte KCL deve propiciar maior umidade aos grãos de café, e conseqüentemente, maior infestação de microrganismos, favorecendo a fermentação e produzindo álcool, que é desdobrado em ácido acético, láctico, propiônico e butírico; a partir deste último, já se observam prejuízos acentuados para a qualidade do café (Carvalho et al., 1989). Entretanto, conforme discutido anteriormente, não foram observadas diferenças entre as fontes de K utilizadas no que se refere ao índice de acidez titulável.

Açúcares totais (AT)

Foram verificadas diferenças significativas entre as fontes de K ($P < 0,05$) na avaliação dos teores de açúcares totais. Analisando as concentrações médias de AT no café em função das diferentes fontes aplicadas, observaram-se valores médios de 7,99% para a fonte KNO_3 e 8,15% para KCL, e estas não se diferenciaram estatisticamente. A fonte K_2SO_4 proporcionou o menor teor de AT, ou seja, 7,57%. Os teores médios de AT, independentemente da fonte de K aplicada, estão próximos aos encontrados por Navellier (1970), o qual observou concentrações médias de 8% de AT. Prete (1992) afirma que os teores de açúcares totais em café estão situados entre 5 e 10%.

Os ATs são mais elevados em grãos de cafés beneficiados que propiciam melhor qualidade de bebida, contribuindo para o sabor e aroma do café (Chagas, 1994; Silva, 1999).

Para Silva (1995), a fonte K_2SO_4 proporcionou resposta superior, na concentração de AT, à das demais fontes utilizadas (KCL e K-mag), o que sugere que essa fonte proporciona cafés de melhor qualidade, o que não foi observado neste experimento.

CONCLUSÕES

Por meio da avaliação da atividade enzimática da polifenoloxidase, as lavouras cafeeiras adubadas com K_2SO_4 e KNO_3 apresentaram bebida de qualidade superior, sendo classificadas como cafés finos (mole e apenas mole). Já os cafeeiros adubados com a fonte KCL foram classificados como aceitáveis (bebida dura), o que sugere, através da avaliação da atividade enzimática da PFO, que cafeeiros adubados com a fonte KCL produzem bebida de menor qualidade. O maior índice de coloração foi observado quando se usou a fonte K_2SO_4 . A fonte KNO_3 proporcionou a maior concentração de compostos fenólicos. A mesma tendência observada para compostos fenólicos foi verificada para os ácidos clorogênicos totais. Não foram observadas diferenças significativas entre as fontes de K quanto à acidez titulável total, e a fonte K_2SO_4 proporcionou os menores teores de açúcares totais. De modo geral, observou-se efeito positivo da adubação potássica sobre a qualidade do café, independentemente da fonte utilizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Washington, 1990.
- CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J.R. Relação entre classificação do café pela bebida e composição físico-química, química e microflora do grão beneficiado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15, 1989, Maringá, PR. **Anais...** Rio de Janeiro:MEC/IBC, 1989. p.25-26.
- CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M.; CHAGAS, S.J. R.; BOTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E.S.G. Relações entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e da qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.3, p.449-454, mar. 1994.
- CHAGAS, S.J.R. **Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 1994. 83p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- DRAETTA, I.S.; LIMA D.C. Isolamentos e caracterização das polifenoloxidases do café. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.7, p.3-28, 1976.
- GOLDSTEIN, J.L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, Oxford, v.2, n.4, p.371-382, Dec.1963.
- ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality**. London: Academic Press, 1995.253p.

- 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.)**. Lavras:ESAL, 1991. 135p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MENEZES, H.C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com maturação de café**. Campinas: UNICAMP, 1990. 171p. (Tese – Doutorado em Tecnologia de Alimentos).
- NAVELLIER, P. Coffee. In: **Encyclopédia of Industrial Chemical Analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1970. v.10, p.373-447.
- NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v.153, n.1, p.375-384, 1944.
- PONTING, J.D.; JOSLYNG, M.A. Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. **Archives of Biochemistry**, New York, v.19, 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**. Piracicaba: ESALQ, 1992. 125p. (Tese – Doutorado em Fitotecnia).
- SILVA, E.B. **Potássio para o cafeeiro: efeito de fontes, doses e determinação de cloreto**. Lavras:UFLA, 1995. 87p. (Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de plantas).
- SILVA, E.B. **Fontes e doses de potássio na produção e qualidade do café provenientes de plantas cultivadas em duas condições edafoclimáticas**. Lavras: UFLA, 1999. 105p. (Tese – Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SINCLETON, V.L. The total phenolic content of grapes berries during the maturation of several varieties. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.17, p.126-134, 1966.
- SOUZA, S.M.C. **O café (*Coffea arabica* L.) na região Sul de Minas Gerais - relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. Lavras:UFLA, 1996. 171p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).