

NOTA PRÉVIA

AGRUPAMENTO DE ACESSOS DE CAFÉ IRRIGADO COM MELHORES ATRIBUTOS PARA BEBIDA

Sonia Maria Costa Celestino¹, Juaci Vitória Malaquias², Manaira Ferreira Franco Xavier³

(Recebido: 18 de novembro de 2013; aceito: 04 de junho de 2014)

RESUMO: A Embrapa Cerrados possui um Banco Ativo de Germoplasma de *Coffea arabica* L. com 900 acessos cultivados com a tecnologia do Estresse Hídrico Controlado com pivô central, sendo 30 deles considerados produtivos. Objetivou-se, neste trabalho, proceder ao agrupamento desses acessos produtivos de cafeeiro e posterior identificação de grupo(s) de acessos com os melhores atributos para bebida, além de determinar a contribuição relativa das propriedades físico-químicas e químicas para a divergência genética relacionada com a qualidade da bebida. Os frutos cereja das 30 cultivares foram processados por via seca. Parte dos grãos de café das 30 cultivares foi submetida à torração clara e parte permaneceu como matéria crua. O método de Singh foi utilizado para verificar o quanto as características pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, proteína e polifenóis contribuem para a divergência genética observada entre os 30 acessos de café avaliados. A análise de Cluster permitiu a organização das cultivares de café homogêneas em quatro grupos (Clusters), sendo tal homogeneidade referente aos valores de variação das propriedades químicas e físico-químicas antes e após a torração, responsáveis pelo corpo e doçura da bebida (sólidos solúveis), pela acidez (acidez total titulável e pH), pelo sabor (polifenóis) e pelo aroma (proteína), sendo a menor redução de sólidos solúveis, o maior aumento de acidez, o menor aumento de polifenóis e a maior redução de proteína desejáveis para a escolha de cafés de qualidade. A variável polifenóis apresentou a maior contribuição para a diversidade genética com 28,84%, seguida de pH, proteína, sólidos solúveis e acidez com contribuições expressivas de 19,23%, 19,11%, 17,79% e 15,03%, respectivamente. O grupo 4, constituído pelos acessos Icatu 2944, MG0188, MG1177 e Topázio foi o mais promissor no que concerne à qualidade da bebida, pois esses acessos se caracterizaram pelo maior acréscimo na acidez total titulável e maiores reduções do teor de proteína após a torração. Esse grupo também apresentou valores de redução de sólidos solúveis e aumento de polifenóis após a torração mais apropriados ao consumo que os apresentados pelos demais grupos.

Termos para indexação: Composição química, *Coffea arabica*, torração do café, estresse hídrico controlado.

CLUSTERING OF IRRIGATED COFFEE ACCESS WITH BEST ATTRIBUTES TO BEVERAGE

ABSTRACT: Embrapa Cerrados has an Active Germoplasm Bank of *Coffea arabica* L. compound of 900 access cultivated with the Controlled Water Stress technology with central pivot, 30 of theses accesses are productive. The aim of this work was to grouping these productive coffee access and to identify group (s) of access with the best attributes to beverage, besides to determine the relative contribution of the physical-chemical and chemical properties for the genetic divergence related to the beverage quality. The cherry coffee fruits of 30 cultivars were pre-processing by natural way. Part of coffee grains of 30 cultivars were submitted to light roasting and another part remains raw material. The Singh's method was used to check how much the characteristics pH, total titratable acidity, soluble solids, protein and e polyphenols contribute for the genetic divergence observed among the 30 coffee access available. The Cluster analysis promoted the organization of homogeneous coffee cultivars in four groups (Clusters). The homogeneity was based in the variation of values of the chemical and physical-chemical properties before and after the roasting, which compose the body and the sweetness of beverage (soluble solids), the acidity (total titratable acidity and pH), the flavor (polyphenols) and the aroma (protein), lowest soluble solids reduction, the greatest acidity increase, the lowest polyphenols increase and the greatest protein reduction desirable to the choice of quality coffees. The variable polyphenols had the highest contribution for the genetic divergence with 28,84%; pH, protein, soluble solids and acidity presented highlighted contributions of 19,23%, 19,11%, 17,79% and 15,03%, respectively. The group 4 constituted by access Icatu 2944, MG0188, MG1177 and Topázio was the most promising with respect to quality of beverage. These access were characterized by the greatest total titratable acidity increase and the highest protein reductions after roasting. This group also showed values of soluble solids reduction and polyphenols increasing more satisfactory to consumption than the others groups.

Index terms: Chemical composition, *Coffea arabica*, coffee roasting, controlled water stress.

1 INTRODUÇÃO

Vários períodos de floração podem ocorrer no cafeeiro se a planta for irrigada durante todo o ano, causando grande desuniformidade na

maturação dos frutos. A tecnologia de Estresse Hídrico Controlado, desenvolvida pela Embrapa Cerrados, permite a uniformização dos botões florais, e conseqüentemente, uma maturação

^{1,2,3}Embrapa Cerrados - CPAC - BR 020 - Km 18 - Rodovia Brasília/Fortaleza - 73310-970 - Planaltina - DF - sonia.celestino@embrapa.br, juaci.malaquias@embrapa.br, manairaxavier@hotmail.com

dos frutos também uniforme (GUERRA et al., 2006), o que aumenta a produção de café cereja e a redução da produção de grãos defeituosos. O Estresse Hídrico Controlado consiste na interrupção das irrigações de 15 de junho até o final de agosto, ou quando o potencial de água na folha atingir valores de, aproximadamente, -2,0 MPa. Essa racionalização da irrigação promove a redução das operações e dos custos de colheita e quantidades de água e energia usadas normalmente na irrigação. Com todas essas vantagens de produtividade e redução dos custos de produção proporcionadas pelo Estresse Hídrico, faz-se necessária a avaliação da qualidade dos frutos de café dos cafeeiros submetidos a essa tecnologia para uma bebida com boa aceitabilidade.

Os atributos sensoriais da bebida são conferidos por compostos voláteis e não voláteis produzidos durante a torração, sendo esse processo considerado uma das etapas mais importantes para o desenvolvimento do sabor e do aroma do café (NEBESNY; BUDRYN, 2006). Quanto aos constituintes químicos presentes no café, uma maior quantidade de sólidos solúveis é desejada para assegurar o corpo da bebida. No entanto, durante a torração, os teores de sólidos solúveis diminuem, como consequência da perda de ácidos orgânicos e da volatilização de alguns compostos no processo pirolítico (MENDONÇA; PEREIRA; MENDES, 2005). O pH do café tem sido correlacionado com a acidez perceptível, por isso tem sido estudado como forma de avaliação desse importante atributo sensorial. Ao mesmo tempo, pesquisadores sugerem que a acidez total titulável é a que apresenta melhor correlação para determinar a acidez do café (VOILLEY et al., 1981). O atributo sensorial aroma do café é devido, em grande parte, à quebra das proteínas durante a torração (SCHOLZ et al., 2011). Assim, os valores de proteína dos grãos torrados são inferiores aos dos grãos crus, e uma maior redução é desejável para propiciar a formação dos compostos aromáticos. Os polifenóis encontrados no café são considerados responsáveis pela adstringência dos grãos, o que diminui a qualidade da bebida em maiores concentrações. O teor de polifenóis, normalmente, tem seu valor aumentado do café cru para o café torrado.

A Embrapa Cerrados possui um Banco de Germoplasma de *Coffea arabica* L. com 30 acessos altamente produtivos cultivados com a tecnologia do Estresse Hídrico Controlado. Além da avaliação da produtividade, a qualidade desses

acessos para bebida também deve ser estudada por meio das análises de qualidade (pH, acidez titulável total, sólidos solúveis, proteína e polifenóis).

O estabelecimento de uma hierarquia de importância destas características de qualidade do café, segundo o grau de explicação da variabilidade dos dados que as mesmas possuem, é necessário para estabelecer um critério de verificação de quais delas devem ser consideradas prioritariamente diante de um possível impasse entre os valores médios e a necessidade de tomada de decisão, para a definição dos grupos de cultivares (SINGH, 1981). Cada grupo deve ser composto por indivíduos (cultivares) que sejam entre si tão semelhantes quanto possível, em relação às características de qualidade. Diante de um grande número de amostras, a análise de Cluster, que designa uma série de procedimentos estatísticos, é apropriada para agrupar indivíduos em função da informação existente.

Objetivou-se, portanto, neste trabalho, proceder ao agrupamento dos 30 acessos produtivos de cafeeiro do BAG da Embrapa Cerrados, cultivados com a tecnologia do Estresse Hídrico Controlado e posterior identificação de grupo(s) de acessos com os melhores atributos para bebida, além de determinar a contribuição relativa das propriedades físico-químicas e químicas para a divergência genética, relacionada com a qualidade da bebida.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos cereja de café irrigado de 30 cultivares de *Coffea arabica* L, provenientes do Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados, foram colhidos por derriça de pano durante o mês de maio de 2012. A área total do experimento foi de 10 ha, irrigados por pivô central. Foi utilizado o espaçamento de 0,7 a 1,0 m entre plantas e 3,6 a 3,8 m entrelinhas, para possibilitar a expressão do potencial produtivo das plantas. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada parcela representada por 5 plantas.

O processo por via seca foi o escolhido por representar o método mais utilizado por cafeicultores brasileiros. Os frutos permaneceram no terreiro de concreto por duas semanas, ao fim das quais os frutos de café apresentaram um teor de umidade de, aproximadamente, 14%. Para acelerar o processo de secagem, os frutos foram secos artificialmente durante 20 horas em um secador com circulação de ar forçada a 40 °C, e a

umidade final, apresentada pelo café em coco, foi de 10 a 11%. O beneficiamento para a obtenção dos grãos envolveu as etapas mecânicas de descascamento e remoção do pergaminho do fruto café em coco. Os grãos crus foram armazenados em embalagens opacas.

Parte dos grãos de café das 30 cultivares foi torrada e parte permaneceu como matéria crua. A torração dos grãos crus foi realizada em torrador aquecido a gás e com rotação contínua. Após 40 minutos de aquecimento, a temperatura no interior do torrador atingiu, aproximadamente, 230 °C e uma porção de 300 g de café cru foi torrada durante quatro minutos. A torração obtida foi a clara, tipo americana. Após esse tempo, os grãos torrados foram imediatamente resfriados em corrente de ar e armazenados em embalagens opacas. Os grãos crus e torrados foram moídos e passados através de uma peneira de 20 mesh. Os peneirados obtidos foram armazenados em vidros cobertos com papel alumínio para a proteção contra a luz.

Os atributos de qualidade avaliados nos grãos crus e torrados foram pH, acidez total titulável, proteína, sólidos solúveis e polifenóis. As análises foram realizadas para três repetições com sub-repetições em triplicata (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 2005).

O método proposto por Singh (1981) foi empregado, a fim de determinar a contribuição relativa de cada atributo de qualidade para a divergência genética observada entre os 30 acessos de café avaliados. Esse procedimento estatístico foi realizado usando o aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2006).

Para proceder à análise de Cluster, os valores dos atributos de qualidade mensurados foram previamente padronizados para escala Z (normal padrão), de modo que as diferentes unidades de medida dos atributos não interferissem nos cálculos. O método de agrupamento adotado foi o método da mínima variância (Wards) e como medida de dissimilaridade optou-se pela distância euclidiana quadrática. Ao final da análise de agrupamento foi feita a representação gráfica num dendrograma. A delimitação do ponto de corte no dendrograma foi feita mediante análise visual, ou seja, como sendo o ponto de alta mudança de nível. Essas análises de agrupamento foram realizadas com o auxílio do software SPSS - Statistical Package for the Social Sciences, versão 19.0 (SPSS, 2010).

Após a identificação dos grupos foi realizada a análise de variância para verificar a

existência de divergência entre grupos para cada variável estudada. Para a comparação dos grupos de acessos foram utilizados contrastes ortogonais, da forma proposta pela função “contrast” do procedimento GLM, do software SAS, versão 9.2 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados das contribuições relativas das características de qualidade de bebida de café, de acordo com a utilização da metodologia de Singh (Tabela 1), foi possível identificar que a variável polifenóis apresentou a maior contribuição para a dissimilaridade total (28,84%). Destacam-se também, as outras quatro variáveis pH, proteína, sólidos solúveis e acidez, apresentando autovalores próximos, mostrando que apesar da maior contribuição da variável polifenóis, as demais variáveis também devem ser consideradas na seleção do (s) grupo (s) formados pela análise de Cluster (Tabela 2).

A análise de Cluster teve como principal objetivo formar grupos das 30 cultivares de café com características semelhantes, em relação aos resultados dos atributos de qualidade. Na Figura 1, apresenta-se o dendrograma que ilustra como estão posicionados cada grupo de cultivares em relação ao conjunto total.

Pela interpretação gráfica do dendrograma (Figura 1) e observando-se o ponto de corte (linha vertical em negrito) tem-se formados quatro grupos de cultivares de café:

Grupo 1: ARAPONGA MG, CATINGUA MG3PL4(B), CATUAI62, MG0189, MG0190, MG0201, MG1120, MG1158, MG1181, MG1474 e PAU BRASIL42;

Grupo 2: CATINGUA MG2, CATINGUA MG3PI3(B), CATINGUA MG3PL19(B), CATINGUA MG3PL5(BOR), CATUAI IAC99, MG0187, MG0194, MG0203, MG0225, NOVO MUNDO379/19 e PAU BRASIL52;

Grupo 3: CATINGUA MG3PL12(B), MG0198, MG0204 e MG1109;

Grupo 4: ICATU2944, MG0188, MG1177 e TOPAZIO.

O estudo da composição química do café antes e após a torração de seus grãos fez-se importante pela possibilidade de verificação da manutenção ou perda das características responsáveis pelo corpo e doçura da bebida (sólidos solúveis), acidez (acidez total titulável e pH), sabor (polifenóis) e formação de aroma (proteína).

TABELA 1 - Contribuição relativa (%) das variáveis relacionadas com a qualidade de bebida das cultivares de café, baseada na estatística de Singh (1981).

Variável	Autovalores (S.j)	Contribuição Relativa (%)
pH	42,34	19,23
Acidez	33,09	15,03
Proteína	42,08	19,11
Sólidos Solúveis	39,16	17,79
Polifenóis	63,52	28,84

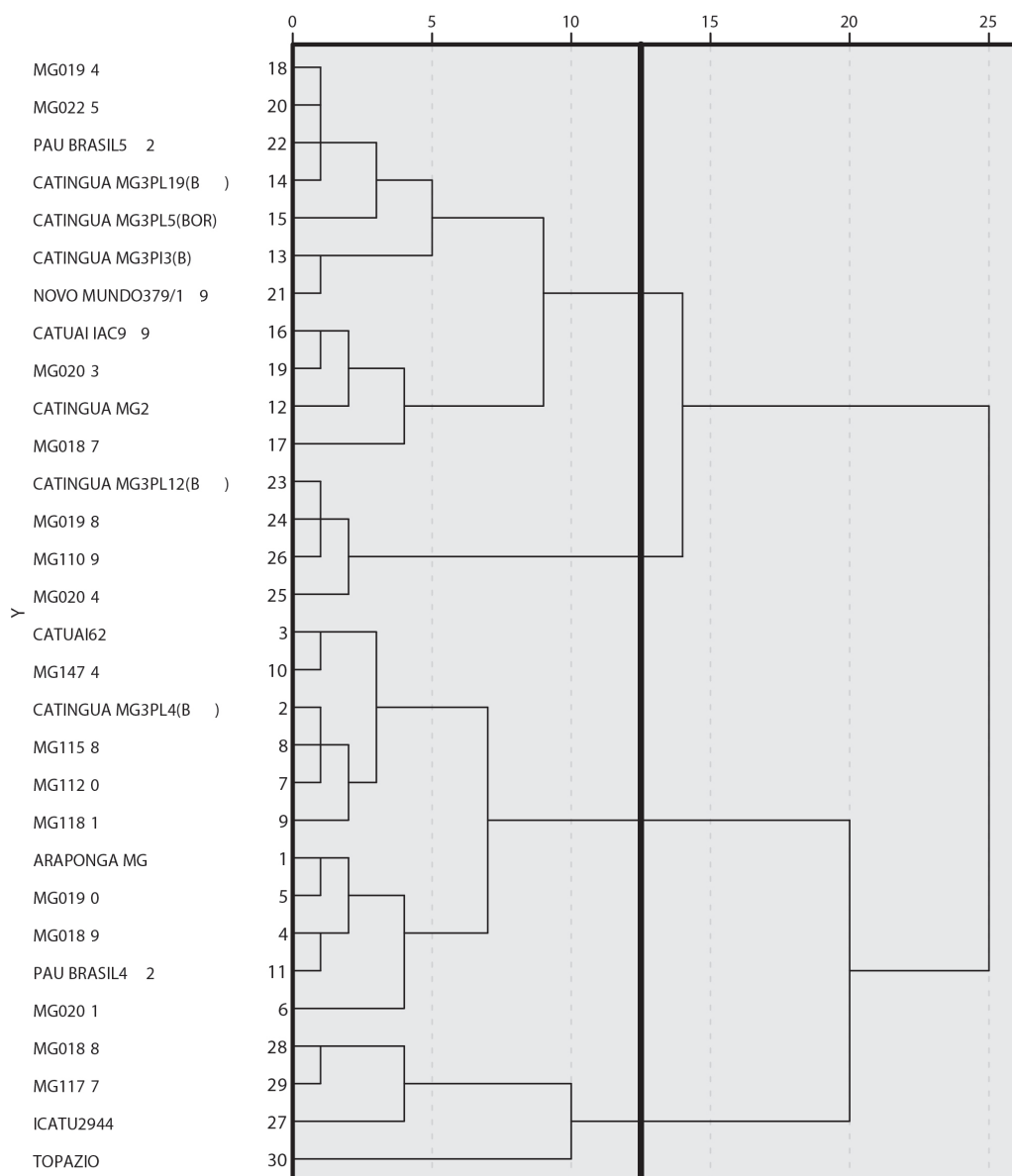
**FIGURA 1** - Dendrograma obtido pelo método da mínima variância (Ward), com base na distância euclidiana quadrática entre 30 acessos do Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados. A linha vertical em negrito representa o ponto de corte.

TABELA 2 - Valor absoluto da redução média de pH, aumento médio de acidez, redução média de proteína, redução média de sólidos solúveis e aumento médio de polifenóis entre grãos crus e grãos torrados, por grupo.

Grupos	pH	Acidez (mL NaOH/ 100g de matéria seca)	Proteína (% matéria seca)	Sólidos Solúveis (% matéria seca)	Polifenóis (mg /100g de matéria seca)
1	0,384 ^C ±0,040	34,092 ^B ±5,999	0,233 ^B ±0,049	4,243 ^B ±0,732	47,136 ^A ±4,883
2	0,503 ^B ±0,028	13,087 ^B ±7,593	0,048 ^B ±0,063	8,258 ^A ±0,830	16,982 ^{BC} ±5,847
3	0,360 ^C ±0,060	12,812 ^B ±11,132	0,625 ^A ±0,105	9,373 ^A ±0,625	0,722 ^C ±1,825
4	0,732 ^A ±0,076	71,671 ^A ±26,973	0,505 ^A ±0,165	6,667 ^{AB} ±0,341	26,468 ^B ±12,555

Dados seguidos de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo

O grupo 4 (Tabela 2) representou as cultivares que mais diminuíram o pH (0,732) e as que mais aumentaram a acidez (71,671), entre grãos crus e torrados, diferindo significativamente dos outros grupos. Como todas as 30 cultivares apresentaram, para os grãos crus, valores de acidez total titulável inferiores (dados não mostrados) aos encontrados por Mendonça, Pereira e Mendes (2005), para cultivares *Coffea arabica* do Sul de Minas Gerais, e como a acidez pode ser desejável em cafés, o grupo 4 se mostrou, para esses critérios de qualidade, o mais apropriado.

Pela Tabela 2, observa-se que o grupo 3 apresentou a maior redução do teor de proteína (0,625 % de matéria seca), mas não foi estatisticamente diferente da apresentada pelo grupo 4 de 0,505 % de matéria seca, sendo os dois grupos que apresentaram cultivares com maiores possibilidades de produção de aromáticos.

Cafés de qualidade apresentam altos valores de sólidos solúveis e após a torração esses valores diminuem. O aumento de temperatura provoca, principalmente, a decomposição dos açúcares e a descarboxilação de ácidos carboxílicos (ARRUDA et al., 2012). As cultivares que ainda permanecem com os maiores valores de sólidos solúveis para os seus grãos torrados, ou seja, apresentam as menores reduções entre cru e torrado, sobressaem-se como cafés que produzirão uma bebida de qualidade superior. Pela Tabela 2, o grupo 1 foi o que apresentou a menor redução de sólidos solúveis, característica desejável, mas

também esse grupo apresentou o maior aumento de polifenóis, o que é indesejável, por serem responsáveis pela adstringência do café. Os grupos 2 e 3 apresentaram os menores aumentos de polifenóis, no entanto maiores reduções de sólidos solúveis também foram verificadas (Tabela 02). Já o grupo 4 apresentou valores de redução de sólidos solúveis e aumento de polifenóis, respectivamente, de 6,667% de matéria seca e 26,468 mg/100g de matéria seca, sendo valores intermediários aos dos grupos 1, 2 e 3, o que equilibrou essas características desejáveis e indesejáveis do café. Portanto, o grupo 4 destacou-se em todos os critérios de qualidade do café como bebida.

Pela Tabela 3, evidenciou-se que os valores de pH dos grãos torrados para as cultivares do grupo 4 não situaram-se na faixa considerada ideal (5,08 a 5,22) (MANZOCCO; LAGAZIO, 2009). No entanto, essas cultivares apresentaram valores de acidez total titulável inferiores aos encontrados por Mendonça, Pereira e Mendes (2005), para cultivares de *Coffea arabica* do Sul de Minas Gerais submetidas à torração americana. As cultivares Icatu amarelo (LGC3282) e Icatu amarelo (H2944) cultivadas nessa região apresentaram valores de acidez total titulável, respectivamente, de 314,05 e 283,15 mL NaOH/100g de matéria seca. Siqueira e Abreu (2006) encontraram um valor de acidez total titulável de 400,30 mL NaOH/100g de matéria seca para a variedade Rubi (*Coffea arabica* L), cultivada sob irrigação.

TABELA 3 - Valores de pH, acidez total titulável, proteína, sólidos solúveis e polifenóis para os grãos das cultivares do grupo 4 submetidas à torração clara.

Cultivar	pH	Acidez Total Titulável (mL NaOH/ 100g de matéria seca)	Proteína (% matéria seca)	Sólidos Solúveis (% matéria seca)	Polifenóis (mg /100g de matéria seca)
Icatu 2944	4,84 ±0,03	168,17 ±1,83	6,60 ±2,20	29,17 ±0,68	261,06 ±87,03
MG 0188	4,97 ±0,01	154,83 ±4,27	6,45 ±2,15	30,00 ±1,18	267,58 ±86,69
MG 1177	5,04 ±0,04	135,85 ±2,36	6,88 ±2,30	29,17 ±1,36	264,56 ±88,20
Topazio	5,02 ±0,02	151,25 ± 1,51	6,68 ±2,23	28,33 ±0,68	262,57 ±87,53

Erro padrão da média.

Carvalho et al. (1994) encontraram valores médios de 211,2; 235,5; 218,3; 250,4; 272,2 e 284,5 mL de NaOH/100g de matéria seca para cafês de bebida estritamente mole, mole, apenas mole, dura, riado e rio, respectivamente. Coradi et al. (2007) encontraram acidez de 212,50 mL de NaOH/100g e de 175,50 mL de NaOH/100g para Topázio em processamento com secagem artificial a 60 °C e 40 °C, respectivamente. Os grãos classificados como bebida estritamente mole, mole, apenas mole e duro apresentam padrões superiores. As cultivares Icatu 2944, MG 0188 e MG 1177 e Topázio (Tabela 03) apresentam valores inferiores a 211,2 mL de NAOH/100g de matéria seca.

A diminuição do teor de sólidos solúveis após a torração é devida à volatilização de ácidos e outras moléculas com a ação do calor. As menores porcentagens de redução de sólidos solúveis entre grão cru e grão torrado são desejáveis para que, nesse último, mantenham-se compostos responsáveis pela palatabilidade da bebida. Barrios (2001) encontrou para cafês torrados do Sul de Minas Gerais teores de sólidos solúveis de 27,75 a 30 %. Fernandes et al. (2003) obtiveram valores de 26,97 e 28,17 % para café arábica torrado. As cultivares do grupo 4 apresentaram teor de sólidos solúveis próximos aos encontrados por esses autores.

As proteínas dão origem à maioria dos aromas (voláteis e não voláteis) característicos do café. Os teores de proteína encontrados neste trabalho para as cultivares do grupo 4 (Tabela 3) foram baixos em relação aos encontrados por

Fernandes et al. (2001) de 15,24 a 16,02%; por Silva, Ascheri e Pereira (2007) de 15,75% para café arábica torrado; e por Morgano et al. (2005), com a variação de 12,8% a 14,33 %.

Como a concentração de polifenóis é responsável pela adstringência, quanto menor a porcentagem de aumento desses compostos após a torração, mais indicada é a variedade para a obtenção de uma bebida de qualidade. Siqueira e Abreu (2006) encontraram uma média de 9220 mg/100g da cultivar Rubi (*Coffea arabica*) submetida à torração clara e proveniente de um cultivo irrigado. Pinto et al. (2001) encontram valores de 5240; 4780 e 5030 e 4730 mg/100g para grãos submetidos à torração média-clara, sendo as bebidas classificadas, respectivamente, de estritamente mole, mole, apenas mole e dura. Lima et al. (2010) encontraram um teor de 4730 mg/100g para café arábica submetido à torração média. As quatro cultivares do grupo 4 apresentaram porcentagens de teor de polifenóis, após a torração, inferiores ao valor de classificação de estritamente mole (Tabela 03), o que indica o padrão superior das cultivares estudadas quanto à adstringência dos grãos.

4 CONCLUSÕES

A análise de Cluster possibilitou o agrupamento das 30 cultivares de café em quatro grupos. Pelo método Singh, a variável polifenóis teve a maior contribuição relativa para a divergência genética observada entre os 30 acessos de café avaliados, mas as demais variáveis (pH, acidez total titulável, sólidos solúveis e proteína)

também apresentaram significativa porcentagem de contribuição para a seleção do grupo 4. As cultivares desse grupo, Icatu 2944, MG0188, MG1177 e Topázio, para as condições de manejo apresentadas neste trabalho, se destacaram por apresentar valores de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis e polifenóis característicos de uma bebida de boa qualidade.

5 REFERÊNCIAS

- ARRUDA, N. P. et al. Correlação entre precursores e voláteis em café arábica brasileiro processado pelas vias seca, semiúmida e úmida e discriminação através da análise por componentes principais. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, n. 10, p. 2044-2051, 2012.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Arlington, 2005.
- BARRIOS, B. B. E. **Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de cafés (*Coffea arabica* L.) da região Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais**. 2001. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- CARVALHO, V. D. et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, mar. 1994.
- CORADI, P. C. et al. Effect of drying and storage conditions on the quality of natural and washed coffee. **Coffee Science**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 38-47, 2007.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: biometria**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 382 p.
- FERNANDES, S. M. et al. Constituintes químicos e teor de extrato aquoso de café arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* Pierre) torrados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1076-1081, set./out. 2003.
- FERNANDES, S. M. et al. Teores de polifenóis, ácido clorogênico, cafeína e proteína em café torrado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 3, p. 197-199, 2001.
- GUERRA, A. F. et al. Manejo da irrigação do cafeeiro, com estresse hídrico controlado, para uniformização de florada. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Boas práticas agrícolas na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 83-115.
- LIMA, A. R. et al. Compostos bioativos do café: atividade antioxidante *in vitro* do café verde e torrado antes e após a descafeinação. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 20-24, 2010.
- MANZOCCO, L.; LAGAZIO, C. Coffee brew shelf-life modelling by integration of acceptability and quality data. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 24-29, 2009.
- MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.
- MORGANO, M. A. et al. Determinação de proteína em café cru por espectroscopia NIRE regressão PLS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 25-31, 2005.
- NEBESNY, E.; BUDRYN, G. Evaluation of sensory attributes of brews from robusta coffee roasted under different conditions. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 224, n. 1, p. 159-165, 2006.
- PINTO, N. A. V. D. et al. Avaliação dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 3, p. 193-195, 2001.
- SCHOLZ, M. B. S. et al. Características físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) do IAPAR. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 3, p. 245-255, 2011.
- SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Composição centesimal e perfil de aminoácidos de arroz e pó de café. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 325-330, 2007.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.
- SIQUEIRA, H. H.; ABREU, C. M. P. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, p. 112-117, jan./fev. 2006.
- SPSS. **SPSS for Windows**. Release 19.0.0. Chicago, 2010.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT: user's guide**. Version 9.2. Cary, 2009.
- VOILLEY, A. et al. Influence of some processing conditions on the quality of coffee brew. **Journal Food Process Preservation**, Hoboken, v. 5, n. 3, p. 135-143, 1981.