

Efeito de reguladores de crescimento na maturação dos frutos e qualidade da bebida de café

Effect of growth regulators on maturity of fruit and quality of coffee drink

Efecto de reguladores de crecimiento en la maduración de los frutos y calidad de la bebida de café

Recebido: 01/03/2019 | Revisado: 12/03/2019 | Aceito: 26/03/2019 | Publicado: 29/03/2019

João Paulo Rodrigues

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0601-2112>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: joao-paulorodrigues@hotmail.com

Pedro Emílio Amador Salomão

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Sílvio De Jesus Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5064-9674>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: freitassj@yahoo.com.br

Weverton Pereira Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9137-474X>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: wevertonuenf@hotmail.com

Tiago Barbosa Struiving

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7529-3122>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: struiving@hotmail.com

Paula Vale

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8232>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: paula.vale15@yahoo.com.br

Resumo

Objetivou-se a obtenção de maior uniformidade na maturação dos frutos colhidos por meio da aplicação dos reguladores de crescimento Ethephon e Mathury™, visando à melhoria da qualidade das bebidas de café. Foi utilizada a cultivar Tupi Amarelo (IAC 5162), plantada em dezembro de 2008. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, sendo empregados cinco tratamentos: T1- Aplicação de Mathury™ aos 113 dias anteriores à colheita (DAC); T2- Aplicação de Mathury™ aos 85 DAC; T3- Aplicação de Mathury™ aos 57 DAC; T4- Aplicação de Ethephon quando as plantas apresentavam 30% de frutos cereja e T5- Testemunha (sem aplicações). Após a classificação pelo percentual de maturação dos frutos, selecionaram-se os que foram classificados como cereja; estes foram secos e submetidos às análises: seleção por tamanho; classificação por tipo de defeitos; açúcares; sólido solúveis; condutividade elétrica; lixiviação de potássio; acidez titulável; extrato etéreo; pH e análise sensorial. Verificou-se diferença significativa quanto à maturação dos frutos, observando um aumento de 57% da porcentagem de frutos cereja e redução de 89% de frutos passa quando aplicado o Ethephon. Embora tenha havido diferenças na porcentagem de maturação dos frutos e nas análises físico-químicas, conclui-se que tais diferenças não influenciaram na qualidade da bebida de café, uma vez que obteve o mesmo padrão de classificação na análise sensorial.

Palavras-chave: Análise sensorial; *Coffea arabica* L.; Ethephon; Mathury™.

Abstract

This study aimed to obtain more uniform ripening of the fruits harvested by applying growth regulators Ethephon and Mathury™, aimed at improving the quality of coffee drinks. Was used to cultivate Tupi Yellow (IAC 5162), planted in December 2008. The experimental design was a randomized blocks, being employed five treatments: T1 Application Mathury™ to 113 days prior to collection (DAC); T2 Application Mathury™ after 85 DAC; T3 Application Mathury™ after 57 DAC; T4 Ethephon application when the plants were 30% of cherry fruit and T5- Control (without applications). After sorting the fruit maturation percentage, we selected those who were classified as cherry; these were dried and submitted to analysis: selection by size; classification by type of defects; sugars; solid soluble; electrical conductivity; potassium leaching; titratable acidity; ether extract; pH and sensory analysis. There was a significant difference in the ripening of fruits, noting an increase of 57% the percentage of cherry fruit and 89% reduction of fruit goes through when applied Ethephon. While there have been differences in the percentage of fruit maturation and the physical-

chemical analysis, it is concluded that such differences did not influence the coffee beverage quality as it achieved the same standard classification panel test.

Key words: *Coffea arabica* L.; Ethephon; Mathury™; Sensory analysis.

Resumen

Se objetivó la obtención de mayor uniformidad en la maduración de los frutos cosechados por medio de la aplicación de los reguladores de crecimiento Ethephon y Mathury™, buscando la mejora de la calidad de las bebidas de café. Se utilizó la cultivación Tupi Amarillo (IAC 5162), plantada en diciembre de 2008. El delineamiento experimental fue el de bloques casualizados, siendo empleados cinco tratamientos: T1- Aplicación de Mathury™ a los 113 días anteriores a la cosecha (DAC); T2- Aplicación de Mathury™ a los 85 DAC; T3- Aplicación de Mathury™ a los 57 DAC; T4- Aplicación de Ethephon cuando las plantas presentaban 30% de frutos cereza y T5- Testigo (sin aplicaciones). Después de la clasificación por el porcentaje de maduración de los frutos, se seleccionaron los que fueron clasificados como cereza; estos fueron secos y sometidos a los análisis: selección por tamaño; clasificación por tipo de defectos; azúcares; sólidos solubles; conductividad eléctrica; lixiviación de potasio; acidez titulable; el extracto etéreo; pH y análisis sensorial. Se verificó una diferencia significativa en cuanto a la maduración de los frutos, observando un aumento del 57% del porcentaje de frutos cereza y reducción del 89% de frutos pasa cuando se aplica el Ethephon. Aunque hubo diferencias en el porcentaje de maduración de los frutos y en los análisis físico-químicos, se concluyó que tales diferencias no influenciaron en la calidad de la bebida de café, ya que obtuvo el mismo patrón de clasificación en el análisis sensorial.

Palabras clave: Análisis sensorial; *Coffea arabica* L.; etefón; Mathury™.

Introdução

Atualmente o Brasil é o maior produtor e exportador de café e tem o segundo maior mercado consumidor mundial (ICO, 2018). Na safra de 2018, o Brasil produziu cerca de 59,9 milhões de sacas beneficiadas de 60 Kg, sendo 45,9 milhões de café arábica e 13,9 milhões de café conilon (CONAB, 2018). No entanto, a grande quantidade de grãos produzidos, nem sempre atende a necessidade de um mercado consumidor cada vez mais exigente em qualidade (BRANDO; STAUT, 2012).

A qualidade da bebida depende, dentre muitas operações anteriores ao beneficiamento, do estágio de maturação dos grãos Fagan et al. (2011), sendo que, frutos colhidos fora do período ideal de maturação podem contribuir para bebida de qualidade inferior .

A desuniformidade de maturação é uma das principais dificuldades a serem superadas durante a colheita Pimenta et al. (2005), a qual é uma característica intrínseca do cafeeiro, devido às inúmeras floradas que podem ocorrer em um mesmo ciclo produtivo, dificultando a colheita (NOGUEIRA et al., 2005).

As condições climáticas, além da fenologia, influem na produção e qualidade dos frutos (SILVA et al., 2004, SANTOS et al., 2015). Em lavouras comerciais, o controle das condições climáticas é algo praticamente impossível e/ou inviável, desta forma, o advento de novas técnicas de manejo é fundamental, pois a integração desses fatores bióticos e abióticos tem grande influência na uniformidade ou desuniformidade de maturação dos frutos e esta, por sua vez, na qualidade da bebida.

Na tentativa de obter maior uniformidade na maturação dos frutos, pesquisas têm sido realizadas com aplicação de reguladores de crescimento como o Ethepon (ácido 2-cloro-etil-fosfônico) e o Mathury™ (inibidor da biossíntese de etileno) visando à melhoria da qualidade das bebidas formadas (SCUDELER, 2004).

Os reguladores de crescimento agem diretamente nos processos fisiológicos das plantas, onde o Ethepon proporciona o aumento da respiração climatérica e consequente aceleração da maturação dos frutos (WAREING; PHILLIPS, 1970). Já o Mathury™ (à base de acetato de potássio) apresenta ação oposta ao etileno, atuando como inibidor da sua biossíntese, permitindo a manutenção do fruto na planta por mais tempo. Frente ao exposto, objetiva-se verificar as respostas dos frutos do cafeeiro em função da aplicação de reguladores de crescimento, visando uma maior uniformidade de maturação dos frutos e uma melhor qualidade de bebida.

Material e Métodos

O experimento foi instalado na fazenda Panorama 1 no município de Varre Sai – RJ, em um solo visivelmente vermelho amarelo, localizado a -20° 56' 10" latitude e -41° 54' 43" longitude, com altitude de 780 metros. De acordo com dados presentes no trabalho de André, R. G. B. (2008), o clima é típico tropical de altitude, apresentando no período de agosto/2013 a julho/2014 temperatura média de 19,4°C e precipitação acumulada de 1289 mm. Foi utilizada a cultivar Tupi Amarelo (IAC 5162), plantada em dezembro de 2008, no espaçamento 2,2x0,5m.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco tratamentos, sendo empregadas quatro fileiras úteis de plantas de café, onde cada fileira representou um bloco, recebendo todos os tratamentos. Cada unidade experimental foi

composta por sete plantas consecutivas na linha. As bordaduras foram compostas pelas linhas adjacentes à fileira que se encontrava a planta, na qual recebeu os tratamentos, tendo duas plantas intercaladas a cada unidade experimental.

Os tratamentos foram definidos através da combinação entre a aplicação de reguladores de crescimento e épocas de aplicação dos mesmos, resultando nas seguintes combinações: T1- Aplicação de Mathury™ aos 113 dias anteriores à colheita; T2- Aplicação de Mathury™ aos 85 dias anteriores à colheita; T3- Aplicação de Mathury™ aos 57 dias anteriores à colheita; T4- Aplicação de Ethephon quando as plantas apresentavam 30% de frutos cereja; T5- Testemunha (Sem reguladores de crescimento).

Os produtos foram aplicados uma única vez por tratamento e de forma direcionada aos frutos, utilizando-se as dosagens recomendadas para cada produto: Mathury™- 5L ha⁻¹ (dose) e 400L ha⁻¹ (calda); Ethephon-130 mL para 100 L de água (dose) e 1.800 L ha⁻¹ (calda). A aplicação do Ethephon foi realizada quando as plantas apresentavam índice de frutos com aproximadamente 30% no estágio cereja, sendo considerado o terço médio das plantas. Para as aplicações envolvendo os tratamentos com Mathury™, foi determinado que a aplicação do T1 se daria na fase de expansão dos frutos (início da granação), a aplicação referente ao T2 à aproximadamente 30 dias após a aplicação do T1 e a aplicação referente ao T3 à aproximadamente 60 dias após a aplicação do T1.

Durante todo o ciclo (da florada até a colheita) acompanhou-se as condições fitossanitárias da lavoura (pragas e doenças, condições hídricas e fertilidade), não observando fatores fora dos padrões de cultivo da cultura, exceto em relação ao controle da broca do café (*Hypothenemus hampei*) constatando a presença de danos provocados pela praga. No momento da aplicação do Mathury™ e do Ethephon as plantas estavam bem enfolhadas, com uma boa carga de frutos e sem doenças visíveis.

A colheita foi realizada pelo sistema de derriça manual no pano, estabelecendo como critério para colheita quando as plantas apresentassem em torno de 5% de frutos no estágio verde de maturação. Sendo assim, obteve a data de 29/04/2014 para colheita dos frutos do tratamento quatro e a data de 30/05/2014 para colheita dos demais tratamentos. Após a colheita, foram retiradas amostras de um litro de café de cada lote para classificação dos diferentes estádios de maturação de acordo com a observação visual, pode-se verificar a coloração do fruto: verde, verde cana, cereja e passa. Após a classificação, os lotes foram lavados e separados em café cereja, verde e passa, através do lavador mecânico PA-LAV/10. O café cereja foi descascado e despulpado e posteriormente encaminhado para secagem.

A secagem dos grãos foi realizada em terreiro de cimento até obter o teor de água próximo de 11% b.u., recomendado para o armazenamento, quando retiraram-se amostras de 5 Kg dos lotes de café, as quais foram beneficiadas (descascadas em descascador de renda, modelo PA-AMO/300), armazenadas em sacos de náilon e posteriormente encaminhadas para a realização das seguintes análises: seleção por tamanho; classificação por tipo de defeitos; teor de açúcares; teor de sólido solúveis; condutividade elétrica; lixiviação de potássio; acidez titulável; extrato etéreo; pH e análise sensorial (prova de xícara). As análises de teor de açúcares, teor de sólidos solúveis, condutividade elétrica, lixiviação de potássio, acidez titulável, extrato etéreo e pH foram obtidas através de amostras individuais de 200g de grãos beneficiados (sem defeitos visíveis), com três repetições por tratamento, enviadas ao Laboratório de Qualidade do Café “Dr. Alcides Carvalho”-EPAMIG/Unidade Sul de Minas. As avaliações foram feitas nos grãos de café beneficiados, todos sem defeitos visíveis, retidos em peneiras de crivo circular 16 e acima.

Para a seleção por tamanho, pesou-se 200g de café de cada amostra, que foram colocadas sobre as peneiras. Após a passagem pelas peneiras, foram classificados em grão chato (retidos na peneira tamanho 16 acima de crivo redondo), sendo pesado o volume retido na peneira e expressando-se o resultado em porcentagem. A Classificação por tipo de defeitos foi determinada em amostras de 300g de café beneficiado. A classificação obedeceu aos valores da Tabela Brasileira de Classificação.

Para a quantificação dos teores de açúcares, a extração foi realizada de acordo com método proposto por Lane-Enyon, citado pela AOAC (1990) e determinada pela técnica de Somogy adaptada por Nelson (1944), em que foram quantificados os açúcares redutores (AR); açúcares não redutores (ANR) e os açúcares totais (AT).

O Teor de sólidos solúveis totais (SST), foi determinado em refratômetro de bancada, conforme normas da AOAC (1990). A Condutividade elétrica (CE) foi determinada adaptando-se a metodologia recomendada por (LOEFFLER et al., 1988). A Lixiviação de potássio (LK) foi determinada segundo metodologia proposta por Prete e Abrahão (1995). 7) Acidez titulável total (ATT) foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N, de acordo com a técnica descrita na AOAC (1990), adaptada para o café por Carvalho et al. (1994), e expressa em nível de NaOH 0,1 N por 100 g de amostra. O Extrato etéreo (EE) foi determinado pela extração contínua segundo metodologia descrita na AOAC (1990). Para a determinação do pH, as amostras de café foram preparadas seguindo a mesma metodologia para determinação da acidez titulável (AOAC, 1990) adaptada para esta determinação.

Para a Análise sensorial (prova de xícara), o café foi preparado a partir de 100g devidamente torradas (torração americana) em um torrador Carmomaq® TP3/2012, moídas com granulometria média e posteriormente preparada a infusão, que foi provada por avaliador profissional certificado pela ABIC. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas utilizando o Teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade

Resultados e Discussão

Verificou-se diferença significativa quanto à porcentagem de frutos cereja. O tratamento 4 (com Ethephon) proporcionou maior porcentagem de frutos cereja, quando comparado com os demais tratamentos, verificando um aumento de 57% de frutos cereja e redução de 89% de frutos passa, quando comparado com a testemunha. Entre as médias dos demais tratamentos, não houve diferença significativa (Tabela 1). Quando comparados isoladamente, verificou-se que todos os tratamentos proporcionaram maiores porcentagens de frutos cereja. A porcentagem de frutos verde e verde cana foi estatisticamente igual para todos os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1- Valores médios de classificação quanto ao estágio de maturação dos frutos do cafeeiro no momento da colheita, quanto à peneira e quanto a quantidade de defeitos, em função dos tratamentos empregados

Tratamentos	Classificação				% Peneira acima 16	Defeitos
	Verde	Verde Cana	Cereja	Passa		
T1	5,05 b C	1,77b C	64,62bA	28,52b B	78,0 a	18 c
T2	4,67b C	2,51b C	65,86bA	26,86b B	78,3 a	25 b
T3	4,26b C	1,85b C	64,90bA	28,94b B	78,0 a	19 c
T4	3,55b B	1,30b B	91,61 aA	3,49 a B	79,0 a	20 c
T5	4,83b C	3,52b C	58,20 bA	33,42b B	77,8 a	30 a
C.V(%)	45,5	45,6	11,3	36,2	18,4	6,4

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. T1 (Mathury™ 113 DAC)- T2 (Mathury™ 85 DAC)- T3(Mathury™ 57DAC)- T4(Ethephon)- T5(testemunha).

A aplicação de Ethephon, resultou em aumentos significativos na porcentagem de fruto cereja para as cultivares Acaia e Catuaí na ordem de 22% em relação aos tratamentos que não receberam aplicação do produto (CARVALHO et al., 2003). Os mesmo autores verificaram redução dos frutos verdes, dentro de um curto espaço de tempo, atingindo a porcentagem de frutos verdes desejável por ocasião da colheita (menor que 5%), propiciando a antecipação da colheita em 15 dias para a cultivar Acaia e em 30 dias para o cultivar Catuaí. Quanto à porcentagem de frutos passa, os autores verificaram uma redução de 68% para a cultivar Acaia e 58% para a Catuaí.

Em relação à aplicação do Mathury™ (T1, T2, T3), verificou que não houve diferenças significativas quando comparados à testemunha (T5) em nenhum dos estádios de maturação analisados (Tabela 1). Por outro lado, Barbosa e Barbosa (2012) verificaram aumento na ordem de 22% de frutos cereja e redução de até 35% de frutos passa quando realizada a aplicação do Mathury™. As épocas de aplicação do Mathury™ utilizadas neste experimento não proporcionaram atraso na maturação dos frutos, ou seja, quando as plantas apresentavam 5% de frutos verdes a quantidade de frutos passa foi similar à testemunha.

Os resultados observados neste experimento podem ser explicados pela época de colheita diferenciada proposta na metodologia. A colheita do tratamento 4 (aplicação Ethephon) foi realizada 26 dias após a aplicação do produto, enquanto para os demais tratamentos e testemunha a colheita foi realizada quando as plantas apresentavam cerca de 5% de frutos no estágio verde de maturação, fato que ocorreu 30 dias após a colheita do tratamento com Ethephon.

Na tabela 1 encontram-se a classificação do grão quanto à peneira e quantidade de defeitos. Verifica-se que não houve diferença estatística quanto à seleção por peneira dos grãos, havendo, portanto, uma homogeneidade entre os tratamentos aplicados, corroborando com Borges et al. (2002), os quais observaram que o estágio de maturação dos frutos no momento da colheita não influenciou a classificação dos grãos pelo tamanho.

Para a variável defeito dos grãos, pode-se verificar que o tratamento 5 (testemunha) proporcionou maior número de defeitos nos grãos (Tabela 1). Segundo Pimenta e Vilela (2002), os frutos que são colhidos fora do estágio ideal de maturação têm potencial para apresentar defeitos pretos, verdes e ardidos, que comprometem a classificação por tipo e a qualidade sensorial desses cafés.

Segundo Coelho e Pereira (2002), os defeitos “ardido” e “preto” são encontrados com maior frequência nos frutos secos no chão ou na árvore, devido à maior possibilidade de ataque de microrganismos no campo. Ainda, segundo Reinato et al. (2007), a maior presença

de “ardido” também pode estar relacionada com o processo de secagem dos grãos, atribuindo à secagem em terreiro, maior incidência desse tipo de defeito, uma vez que o contato do grão com o chão propicia condições favoráveis para o desenvolvimento de microrganismos.

Verifica-se que o tratamento com aplicação de Ethephon (tratamento 4) proporcionou as maiores médias de condutividade elétrica (CE) e de lixiviação de potássio (LK), e o tratamento 1 (Mathury™ aos 113 dias anteriores à colheita) apresentou as menores médias (tabela 2).

Tabela 2- Valores médios de condutividade elétrica (CE), lixiviação de potássio (LK), acidez titulável (ATT), pH, sólidos solúveis totais (SST), extrato etéreo (EE), Açúcar não Redutor (ANR), Açúcar Redutor (AR), Açúcar Total (AT) e classificação pela prova de xícara para os lotes de café em função dos tratamentos empregados

Tratamentos	CE	LK	ATT	pH	SST	EE	ANR	AR	AT	Tipo Bebida
1	123,40d	44,16d	193,18c	5,86a	40,24a	10,34a	11,49a	0,43a	12,54a	Dura
2	159,69b	62,10b	227,18ab	5,88a	38,81ab	8,91b	7,82d	0,33bc	8,51d	Dura
3	149,75c	49,69c	220,82b	5,87a	37,59bc	10,23a	9,17b	0,35b	10,01b	Dura
4	213,19a	81,79a	236,53a	5,78b	36,13c	8,90b	8,13cd	0,32bc	8,89cd	Dura
5	164,03b	59,54b	226,51ab	5,87a	36,01c	8,89b	8,71bc	0,31c	9,49bc	Dura
CV (%)	2,25	2,70	3,54	0,42	3,61	1,87	3,76	5,87	3,51	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade. T1 (Mathury™ 113 DAC)- T2 (Mathury™ 85 DAC)- T3(Mathury™ 57DAC)- T4(Ethephon)- T5(testemunha). CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$); LK (ppm g^{-1} de amostra); SST (%); EE (%); ANR (%); AR (%); AT (%).

A LK e a CE aumentam quanto menor o percentual de frutos no estágio ótimo de maturação fisiológica (REINATO et al. 2007; SILVA et al. 2008; SIMÕES et al. 2008). Nota-se que a aplicação de Ethephon (T4) proporcionou uma redução dos frutos “passa”, no entanto, não houve diferenças entre os tratamentos para frutos verde e verde cana (tabela 1). Dessa forma, o aumento da CE e da LK observado no experimento (tabela 2), não pode ser interpretado como nos experimentos dos autores acima mencionados, os quais atribuem o aumento nos valores desses parâmetros à imaturidade fisiológica dos grãos, constatando maiores valores de CE e LK para frutos com maior porcentagem do estágio verde de maturação. Altos valores de CE e LK estão relacionados com o processo de deterioração do café e com a perda de sua qualidade e têm sido considerados fortes indicadores de danos na membrana celular dos grãos (PRETE; ABRAHÃO,1995; PIMENTA et al., 2008).

A interpretação da leitura da CE dos exsudatos liberados pelos grãos precisa de estudos mais detalhados (GOTARDO et al. 2001). Assim, para que testes baseados na integridade das membranas celulares como a CE apresentem resultados uniformes, consistentes e reprodutíveis recomenda-se especial atenção para alguns fatores que podem afetar essas determinações como, por exemplo, o teor de umidade inicial e a uniformidade da amostra; o tempo de embebição e a temperatura, o tipo e o número de defeitos presentes e os tamanhos dos grãos de café (PRETE; ABRAHÃO, 1995; MALTA et al., 2005; SANTOS et al., 2009), dentre outros.

Outro fator que pode explicar os maiores valores de CE e LK obtidos nos frutos do tratamento 4, é que em função da colheita precoce dos frutos, estes permaneceram armazenados em torno de trinta dias a mais que os demais lotes que tiveram a colheita mais tardia. Segundo Nobre et al. (2007), a CE e LK de grãos beneficiados acondicionados em embalagens permeáveis aumentam gradativamente ao longo do tempo de armazenamento.

Para os frutos colhidos na mesma época, os tratamentos T1 e T3 foram os que apresentaram menor CE e LK (tabela 2). Esses valores podem ser explicados pela quantidade de defeitos encontrados. Nota-se que existe uma relação entre a menor quantidade de defeitos com a redução dos valores de CE e LK. Os resultados observados corroboram com Malta et al. (2005), os quais verificaram que os grãos normais apresentam os menores valores de CE e LK, diferindo estatisticamente dos grãos defeituosos.

Observa-se que existe diferença significativa entre os valores médios de ATT em função dos diferentes tratamentos (tabela 2). As maiores médias foram proporcionadas pelos tratamentos T2, T4 e o T5, sendo que T2 e T5 não diferiram do T3. As médias de ATT proporcionadas pelo T1 foram significativamente inferiores aos demais tratamentos (tabela 2).

Estes valores apresentam-se dentro da faixa de 211,20 mL NaOH 0,1N 100g⁻¹ para cafés de melhor qualidade a 284,50 mL NaOH 0,1N 100g⁻¹ para cafés de pior qualidade, proposta por Carvalho et al. (1994), que observaram que valores mais elevados de ATT indicam haver, nos cafés de pior qualidade, maior grau de fermentação.

A ATT em grãos de café sofre interferência de uma série de fatores durante todo o ciclo de produção, podendo variar de acordo com os níveis de fermentação que ocorrem nos grãos, com os diferentes estádios de maturação dos frutos, além do tipo e da quantidade de defeitos encontrados (MALTA et al. 2002).

Frente ao exposto, salienta-se que as variações dos valores de ATT observadas no trabalho ocorreram em decorrência de uma interação de fatores, uma vez que constatou-se nos tratamentos 2, 4 e 5 os maiores valores absolutos de defeitos (tabela 1), bem como os maiores

valores absolutos de ATT, sendo que no tratamento 4 (tabela 2), tem-se ainda uma maior porcentagem de frutos cereja, fato que devido à sua composição química deste estágio de maturação, torna o fruto um excelente substrato para o desenvolvimento de microrganismos que podem provocar fermentações indesejáveis (SIVETZ, 1993).

Deste modo, os dados observados demonstram a necessidade de identificação e quantificação individual dos defeitos ocorridos, bem como dos ácidos existentes nos cafés de boa qualidade, nos grãos defeituosos, bem como o impacto causado pelos mesmos nas propriedades sensoriais da bebida.

O pH dos grãos de café analisados, apresentou valores relativamente homogêneos, observando diferença significativa apenas para o tratamento 4 (5,78) frente aos demais (tabela 2). Os valores de pH encontrados, encontram-se dentro da faixa de 5,30 a 5,90 para café beneficiado grão cru, conforme relatado por (SIQUEIRA; ABREU, 2006).

O baixo valor de pH dos grãos do tratamento 4, pode ter sido ocasionado pelo maior período de armazenamento, cerca de 30 dias mais longo que os demais, fato que provavelmente ocasionou fermentações indesejáveis aos grãos deste tratamento, corroborando com Saath et al. (2010), os quais verificaram uma redução dos valores de pH à medida que aumentou o tempo de armazenamento. Assim, o pH do grão deve ser avaliado considerando o tipo de processo a que o grão é submetido, verificando quais atribuições sensoriais neste processo pode agregar à qualidade final da bebida.

Em relação ao teor de sólidos solúveis (SST), o tratamento 1 proporcionou os maiores valores, não diferindo estatisticamente do tratamento 2. Os menores valores foram encontrados nos tratamentos 3, 4 e 5 (tabela 2). Uma maior quantidade de SST é desejada, tanto pelo ponto de vista do rendimento industrial, quanto pela sua contribuição para assegurar o corpo da bebida. Os valores de SST obtidos neste estudo ficaram acima dos valores de referência para o café arábica que é de 20,3 a 34,4% para café beneficiado grão cru, com teores de água de 11 a 13% (b.u.) (MENDONÇA et al. 2005; ABRAHÃO et al. 2009; SANTOS et al. 2009). Valores superiores à estes também foram encontrados por Mendonça et al. (2005). Pimenta et al. (2005) encontraram os valores de SST de 31,25% para os estádios verde, cereja e passa e 33,93% para o estágio verde cana, valores estes, que se inserem nos valores de referência de 21% a 34% de SST, diferindo dos valores encontrados nesse estudo. Para os valores de extrato etéreo (EE), os menores resultados foram observados nos tratamentos 2, 4 e 5 e os maiores valores foram observados nos tratamentos 1 e 3, os quais não diferem estatisticamente entre si (tabela 2). Os valores médios de EE dos grãos de café

variaram de 8,89 a 10,34 %. Estes valores estão dentro da faixa de 8 a 17% de lipídios em grãos de café arábica (RAVINDRANATH et al. 1972).

De acordo com SAATH et al. (2010) verificaram maiores valores de EE nos tratamentos que apresentaram os menores níveis de defeitos, no entanto, tal consideração não é conclusiva, necessitando de um maior aprofundamento e estudo desses valores, uma vez que as alterações nos índices de EE podem estar relacionadas aos vários processos metabólicos que ocorrem nos grãos em virtude de algum estresse sofrido.

Os valores de açúcar não redutor (ANR) e açúcar total (AT) seguem um mesmo padrão de oscilação, verificando os maiores valores para o tratamento 1, não havendo diferença estatística entre os tratamentos 2 e 4 e nem entre os tratamentos 4 e 5. Já para os valores de açúcar redutor (AR), verifica que o tratamento 1 se destaca dos demais, não havendo diferença significativa entre os tratamentos 2, 3 e 4 e nem entre os tratamentos 2, 4 e 5 (tabela 2).

Os valores de ANR estão próximos dos valores mencionados por Knopp et al. (2006) e Mendonça et al. (2007), os quais encontraram valores variando de 1,9 a 10%. Já os valores de AR são similares aos de Ribeiro et al. (2003) e Silva et al. (2004), que observaram valores de 0,36% a 1,0% e Abrahão et al. (2009), que obtiveram valores de 0,26% a 0,5%. Por fim, para os valores de AT, verifica-se um relativo aumento em relação à outros trabalhos, em que Borém et al. (2008), encontraram teores de AT entre 5 a 10%.

Vários fatores são determinantes na concentração encontrada desses açúcares nos frutos, como injúrias mecânicas, microbianas e fermentativas sofridas por eles uma vez que estes açúcares estão presentes principalmente na mucilagem, constituindo-se um substrato para fermentações e desenvolvimento de fungos (CHAGAS et al. 1996).

O aumento da temperatura de secagem influência nos menores valores de AR e AT para o café despulpado (BORÉM et al., 2008), corroborando com os resultados obtidos por Marques et al. (2008) e Ribeiro et al. (2003), que observaram maiores valores de açúcares nos cafés secados com temperaturas de secagem mais baixas.

Os resultados observados neste estudo, principalmente no que se refere aos ANR e AT, indicam um declínio desses parâmetros, em virtude da maior presença de defeitos, corroborando com os resultados encontrados por Coelho e Pereira (2002), onde se obteve os maiores valores desses parâmetros para o tratamento controle (sem adição de defeitos), seguido pelos defeitos “verde”, “ardido” e “preto”.

Não houve diferença na classificação da bebida em função dos tipos de tratamento empregados, bem como as alterações dos parâmetros físico-químicos investigados não

causaram alterações perceptíveis na análise sensorial (tabela 2). Mesmo sem alterações na classificação da bebida, a maior porcentagem de cerejas promovida pelo Ethephon pode permitir um melhor rendimento do despulpador, o que é de extrema importância para o produtor.

Segundo Simões et al. (2008), a diferença no percentual de frutos cereja não foi determinante para causar diferença significativa em nenhum de 15 atributos sensoriais estudados. A aplicação de Ethephon pode proporcionar aumento da porcentagem de frutos cereja no entanto, sem melhoria da qualidade da bebida em relação ao tratamento sem o produto (SILVA et al., 2006). Isso sugere que nem sempre o elevado percentual de frutos cereja é o responsável direto por classificar a bebida como de melhor qualidade.

Conclusões

Verificou-se um aumento de 57% da porcentagem de frutos cereja e uma redução de 89% de frutos “passa” quando aplicado o Ethephon. Constatou que as épocas de aplicação do Mathury™ utilizadas não proporcionaram atraso na maturação dos frutos, em contrapartida, a aplicação do Ethephon propiciou uma antecipação da colheita em 30 dias, frente aos demais tratamentos.

Constatou-se diferenças significativas nas análises físico-químicas; no entanto, os resultados obtidos apontam que tais diferenças sejam ocasionadas por diversos outros fatores, como: quantidade de defeitos dos grãos e ação fermentativa (tanto química quanto microbiana), e não em função da aplicação dos produtos testados.

Além dos fatores citados temos os fatores físicos como nutrição do solo, relevo, umidade relativa do ar, precipitações, incidência solar, sendo todos estes fatores podem influenciar na nutrição da planta e na qualidade final do fruto.

Embora diferenças significativas ocorreram tanto na porcentagem de maturação dos frutos, quanto nas análises físico-químicas, conclui-se que tais diferenças não influenciaram na qualidade da bebida de café, uma vez que obteve o mesmo padrão de classificação (bebida dura) na análise sensorial.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro e à Fazenda Panorama 1 pela oportunidade de realização do trabalho.

Referências

Abrahão, A. A., Pereira, R. G. F. A., Borém, F. M., Rezende, J. C. D., & Barbosa, J. C. (2009). Classificação física e composição química do café submetido a diferentes tratamentos fungicidas.

Horwitz, W., Chichilo, P., & Reynolds, H. (1970). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*.

Barbosa, D. H. S. G., Barbosa, D. S. G., Belan, L. L., & Carvalho, E. G. (2012). Efeito do Mathury na uniformidade de maturação do cafeeiro em lavouras de cafeicultura de montanha.

Borém, F. M., Coradi, P. C., Saath, R., & Oliveira, J. A. (2008). Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas.

Borges, F. B., Jorge, J. T., & Noronha, R. (2002). Influência da idade da planta e da maturação dos frutos no momento da colheita na qualidade do café. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(2), 158-163.

Brando, C. H. J., & Staut, J. B. A. (2012). Coffee from Sao Paulo wins national quality contest. *Coffidential: P&A Coffee Newsletter, Espirito Santo do Pinhas*, 54, 1-4.

de Carvalho, V. D., de Rezende Chagas, S. J., Chalfoun, S. M., Botrel, N., & Junior, E. S. G. J. (1994). Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café 1-Atividades de polifenoloxidase e peroxidase, índice de coloração de acidez. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 29(3), 449-454.

CAMPANHARO, A. (2018). *Irrigação por gotejamento subsuperficial na formação do cafeeiro Conilon* (Master's thesis, Universidade Federal do Espírito Santo).

Carvalho, G. R., Mendes, A. N. G., Carvalho, L. F., & Bartholo, G. F. (2003). Eficiência do Ethephon na uniformização e antecipação da maturação de frutos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e na qualidade da bebida. *Ciência e Agrotecnologia*, 27(1), 98-106.

Chagas, S. J. D. R. (1994). Caracterização química e qualitativa de cafés de alguns municípios de três regiões produtoras de Minas Gerais.

COELHO, K. F., & Pereira, R. G. F. A. (2002). Influência de grãos defeituosos em algumas características químicas do café cru e torrado. *Ciência e Agrotecnologia*, 26(2), 375-384.

Fagan, E. B., de Souza, C. H. E., Pereira, N. M. B., & Machado, V. J. (2011). Efeito do tempo de formação do grão de café (*Coffea* sp) na qualidade da bebida. *Bioscience Journal*, 27(5).

Malta, M. R., Pereira, R. G. F. A., & Chagas, S. D. R. (2005). Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(5), 1015-1020.

Knopp, S., Bytof, G., & Selmar, D. (2006). Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. *European Food Research and Technology*, 223(2), 195.

Loeffler, T. M., Tekrony, D. M., & Egli, D. B. (1988). The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 37-53.

Malta, M. R., Nogueira, F. D., Guimarães, P. T. G., & Silva, F. D. M. (2002). Avaliação da qualidade do café (*Coffea arabica* L.) fertilizado com diferentes fontes e doses de potássio. *Revista Brasileira de Armazenamento*, 5, 9-citation_lastpage.

Malta, M. R., Pereira, R. G. F. A., & Chagas, S. D. R. (2005). Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(5), 1015-1020.

Marques, E. R., Borém, F. M., Pereira, R. G. F. A., & Biaggioni, M. A. M. (2008). Eficácia do teste de acidez graxa na avaliação da qualidade do café arábica (*Coffea arabica* L.) submetido a diferente períodos e temperaturas de secagem.

Vieira Lopes MENDONÇA, L. M., Gualberto Fonseca Alvarenga PEREIRA, R., & Guimarães MENDES, A. N. (2005). Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(2).

Mendonça, L. M. V. L., Pereira, R. G. F. A., Mendes, A. N. G., Borém, F. M., & Marques, E. R. (2007). Composição química de grãos crus de cultivares de *Coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berg et Br. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 31(2), 413-419.

Nelson, N. (1944). A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *J. biol. Chem*, 153(2), 375-380.

Nobre, G. W., Borém, F. M., Fernandes, S. M., & Pereira, R. G. F. A. (2007). Alterações químicas do café-cereja descascado durante o armazenamento.

Nogueira, Â. M., de Carvalho, S. P., Bartholo, G. F., & Mendes, A. N. G. (2005). Avaliação da maturação dos frutos de linhagens das cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em combinações Fruit ripening evaluations of Catuai Amarelo and Vermelho (*Coffea arabica* L.) lineages of coffee cultivar, planted isolated and in combinations. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(1), 18-26.

International Coffee Organization - ICO . *Trade statistics table*. Disponível em: http://www.ico.org/trade_statistics.asp?section=Statistics Acesso em: 12 dez. 2018.

Pimenta, C. J., & Vilela, E. R. (2002). Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em sete épocas diferentes na região de Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*, 26(especial).

Pimenta, C. J., Pimenta, M. D. S., Pereira, M. C., & Costa, L. M. A. S. (2005). Chemical and qualitative aspects of coffee (*Coffea arabica* L.) harvested at seven different intervals. *Journal of Coffee Research*, 33(1/2), 70-88.

Pimenta, C. J., Pereira, M. C., Chalfoun, S. M., Angelico, C. L., Carvalho, G. L., & Martins, R. T. (2008). Composição química e avaliação da qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em diferentes épocas. *Revista Brasileira de Armazenamento*, 10(1), 29-35.

Prete, C. E. C., & Abrahão, J. T. M. (1995). Condutividade elétrica dos exsudatos de grãos de café (*Coffea arabica* L.). I. Desenvolvimento da metodologia. *Semina: Ciências Agrárias*, 16(1), 17-21.

Ravindranath, R., Khan, R. Y. A., Obi Reddy, T., Thirumala Rao, S. D., & Reddy, B. R. (1972). Composition and characteristics of Indian coffee bean, spent grounds and oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23(3), 307-310.

Reinato, C. H. R., Borém, F. M., Silva, P. J. D., & Oliveira, E. C. (2007). Influência da secagem, em diferentes tipos de terreiro, sobre a qualidade do café ao longo do armazenamento.

Reinato, C. H. R., Borem, F. M., Cirillo, M. Â., & Oliveira, E. C. (2012). Qualidade do café secado em terreiros com diferentes pavimentações e espessuras de camada.

Ribeiro, D. M., Borém, F. M., de Andrade, E. T., & da Rosa, S. D. V. F. (2003). Taxa de redução de água do café cereja descascado em função da temperatura da massa, fluxo de ar e período de pré-secagem. *Revista Brasileira de Armazenamento (Brasil)(Especial Café-no. 7)* p. 94-107.

Saath, R., Borém, F. M., Alves, E., Taveira, J. H. D. S., Medice, R., & Coradi, P. C. (2010). Scanning electron microscopy of the endosperm of coffee (*Coffea arabica* L.) during the drying process. *Ciência e Agrotecnologia*, 34(1), 196-203.

dos Santos, C. A. F., Leitão, A. E., Pais, I. P., Lidon, F. C., & Ramalho, J. C. (2015). Perspectives on the potential impacts of climate changes on coffee plant and bean quality. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 152-163.

Santos, M. A., Chalfoun, S. M., & Pimenta, C. J. (2009). Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição, físico química e química do café (*Coffea arabica* L.).

Scudeler, F., Raetano, C. G., Araújo, D. D., & Bauer, F. C. (2004). Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. *Bragantia*, 129-139.

da Silva, R. F., Pereira, R. G. F., Borém, F. M., & Muniz, J. A. (2003). *Qualidade do café cereja descascado produzido na região sul de Minas Gerais* (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Lavras.).

Silva, F. M. D., Souza, Z. M. D., Arré, T. J., Juan, R. S., & Oliveira, E. D. (2006). Avaliação da colheita mecanizada do café com uso de ethephon.

SILVA, O. F.; COSTA, R. A.; FARIAS, A. X.; SOUZA, M. L.; CORRÊA, T. B. S.; FRAGA, M. E. Avaliação da composição química do café submetido a diferentes formas de preparo e tipos de terreno de secagem. *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v.10, p. 1-8, 2008. Especial café.

de Oliveira Simões, R., Faroni, L. R. D. A., & de Queiroz, D. M. (2008). Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco processados por via seca. *Revista Caatinga*, 21(2).

Siqueira, H. D., & Abreu, C. D. (2006). Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. *Ciência e Agrotecnologia*, 30(1), 112-117.

SIVETZ, M. *Coffee processing technology*. Westport: AVIPublishing Company, 1993. 379p.

Wareing, P. F., & Phillips, I. D. J. (1970). The control of growth and differentiation in plants. *The control of growth and differentiation in plants*. .

André, R. G. B., Marques, V. D. S., Pinheiro, F. M. A., & Ferraudó, A. S. (2008). Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 501-509.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

João Paulo Rodrigues – 25%

Pedro Emílio Amador Salomão – 15%

Sílvio De Jesus Freitas – 15%

Weverton Pereira Rodrigues – 15%

Tiago Barbosa Struiving – 15%

Paula Vale – 15%