



Avaliação do rendimento da colheita e da qualidade de bebida de cafeeiro sob utilização de etileno

Caroline Martynelly Nogueira Gois¹, Sindynara Ferreira², José Laurício Gois³, Marcelo Ribeiro Malta⁴

¹ IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, Graduada em Engenharia Agrônoma, caroline.nogueiragois@gmail.com;

² IFSULDEMINAS - Campus Inconfidentes, Docente Pesquisadora, sindynara.ferreira@ifsulde Minas.edu.br;

³ Plantar Soluções Agrícolas, Pesquisador, jlgois@plantarsa.com.br;

⁴ EPAMIG, Pesquisador, marcelomalta@epamig.br.

Recebido em: 22/03/2022

Aceito em: 23/08/2022

Resumo

O cafeeiro é uma planta que tem como característica a maturação irregular de seus frutos. A desuniformidade da maturação muitas vezes impossibilita a realização de uma colheita otimizada, pois os frutos verdes ficam mais aderidos à planta do que aqueles nos estádios maduro e passa. Além disso, a maturação irregular dos frutos pode influenciar na qualidade da bebida do produto final. O uso de etileno é uma alternativa para otimizar e aumentar o rendimento da colheita, além de diminuir os custos com mão de obra e repasse na lavoura. Este trabalho foi realizado com o objetivo avaliar o rendimento da colheita do cafeeiro Mundo Novo IAC 379/19 sob diferentes dosagens de etileno, analisando a qualidade de bebida nos diferentes tratamentos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos: T1 = 0 mL ha⁻¹ (testemunha), T2 = 300 mL ha⁻¹, T3 = 500 mL ha⁻¹ e T4 = 700 mL ha⁻¹. As parcelas foram constituídas por nove plantas e três repetições, sendo avaliadas somente as três plantas centrais. A análise dos resultados foi determinada pelo teste de Tukey com nível nominal de significância a 5%. As dosagens de 700 e 300 mL ha⁻¹ propiciaram a menor quantidade de frutos verdes, e a porcentagem de frutos maduros foi equivalente entre os tratamentos. Com relação à porcentagem de frutos no estádio passa, o tratamento de 700 mL ha⁻¹ foi o que mais se destacou em relação às dosagens utilizadas. A utilização do etileno não promoveu aumento na eficiência da colheita do café neste experimento. A presença de frutos verdes foi significativamente maior na testemunha. Além disso, o uso de etileno promoveu alterações na composição química do grão e na qualidade da bebida.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Hormônio vegetal. Maturação de frutos.

Introdução

A colheita é a operação mais onerosa de toda a cadeia produtiva do café, representando 50% da mão de obra requerida nas lavouras e empregando 25 a 35% do custo direto de produção anualmente (MATIELLO *et al.*, 2005).

A maturação dos frutos do cafeeiro não ocorre de maneira uniforme, por isso uma mesma planta pode possuir grãos em diferentes estágios de maturação. Esse fato pode significar um problema, pois interfere na escolha do período ideal de iniciar a colheita, além de influenciar a qualidade da bebida do produto final (SILVA *et al.*, 2009).

Para que a colheita apresente um bom rendimento, é necessário que os grãos maduros estejam em quantidades superiores aos grãos verdes, pois os últimos atrapalham a colheita de derriçadeira manual e empregam custo mais elevado no final do processo.

Uma alternativa para facilitar o processo da colheita é a utilização do hormônio vegetal etileno, presente na maioria das células das plantas e com produção mais elevada em órgãos feridos, gemas dormentes e no período de senescência e abscisão de tecidos. O fito-hormônio é aplicado nos frutos do cafeeiro a fim de garantir uniformidade e antecipação do período de maturação dos grãos. O produto comercial tem ação por contato e necessita de

uma regulagem específica para que a pulverização atinja os frutos do cafeeiro corretamente, sendo importante que seja aplicado nos frutos em estágio já desenvolvido para assegurar a maturação esperada (SCUDELER *et al.*, 2004).

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o rendimento da colheita do cafeeiro Mundo Novo IAC 379/19 sob diferentes dosagens de etileno, analisando a qualidade de bebida nos diferentes tratamentos.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no sítio Santa Rita, propriedade do cafeicultor José Laurício Gois, localizado no município de Ouro Fino, região sul de Minas Gerais. O experimento ocorreu em uma lavoura de café com 10 anos de idade, plantada no espaçamento 2,7 m entre linhas e 1,2 m entre plantas; a variedade utilizada foi a Mundo Novo IAC 379/19. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo as parcelas constituídas de nove plantas com três repetições e avaliadas somente as três plantas centrais de cada parcela.

Os tratamentos com aplicação de etileno foram: T1 = 0 mL ha⁻¹ (testemunha), T2 = 300 mL ha⁻¹, T3 = 500 mL ha⁻¹ e T4 = 700 mL ha⁻¹, sendo as áreas tratadas correspondentes a 0,039 ha. O produto comercial utilizado foi o Ethrel da empresa Bayer S.A, cuja classificação de toxicidade é enquadrada como altamente tóxica de ação por contato. A dosagem recomendada pelo fabricante corresponde àquela utilizada no tratamento quatro, e as demais foram definidas com o intuito de verificar se dosagens menores do produto poderiam também garantir resultado satisfatório, visando à economia do produto.

A aplicação foi realizada com pulverizador costal motorizado da marca Yamaha LS-937 no terço médio da planta durante a manhã, com jato direcionado aos frutos, e ocorreu no dia 14 de

maio de 2016, período em que 90% dos frutos estavam granados, ou seja, fisiologicamente maduros. De acordo com as descrições do produto contidas na bula, é possível identificar se os frutos estão granados cortando-os com auxílio de material cortante: quando o interior estiver duro com o grão formado, é indicado que os grãos estão fisiologicamente maduros.

Devido à grande incidência de chuva na região, a colheita precisou ser realizada 30 dias após a aplicação do produto Ethrel, ou seja, no dia 13 de junho de 2016. Na Tabela 1 encontra-se a precipitação total no sítio Santa Rita no período de maio a junho de 2016, índice obtido por meio de pluviômetro posicionado na localidade do experimento.

A colheita foi realizada com derriçadora manual, de modo que os frutos fossem colhidos com derriça total, ou seja, com frutos de café em diferentes estádios de maturação. Foi cronometrado o tempo gasto pelo operador em todas as repetições dos tratamentos. Depois de colhidos, os frutos de cada tratamento foram acondicionados em sacos de juta e encaminhados ao terreiro de cimento, onde ficaram submetidos ao processo de secagem até que atingissem a umidade de 11 a 12%. Nesse período tomou-se cuidado quanto ao revolvimento do café no terreiro durante o dia, sendo revolvido de 45 em 45 minutos e realizada a amontoa do café no período da tarde, com auxílio de implemento, para evitar o umedecimento com o orvalho.

Tabela 1. Precipitação total (em milímetros) dos meses de maio e junho de 2016 no sítio Santa Rita, município de Ouro Fino/MG. IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2022.

| Meses | Precipitação total (mm) |
|-------|-------------------------|
| Maio | 62 mm |
| Junho | 107 mm |
| Média | 84,5 mm |

Fonte: Elaboração própria.

As análises físico-químicas das amostras de café em diferentes estádios de maturação foram realizadas no laboratório da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) “Dr. Alcides Carvalho”, em Lavras/MG. A umidade foi determinada em estufa ventilada a 105°C ($\pm 1^\circ\text{C}$), durante um dia, conforme Brasil (1992). Os grãos de cada amostra foram moídos em um período de um minuto em moinho modelo TE 631/2, da marca Tecnal. Após a moagem, foram acondicionados em embalagens plásticas e armazenados em freezer, à temperatura de -18°C , até a realização de todas as análises. Fazendo uso da metodologia de Loeffler, Tekrony e Egli (1988), a condutividade elétrica foi medida com tempo de embebição das amostras de cinco horas. Com a utilização da metodologia de Prete (1992), a lixiviação de íons de potássio foi determinada com tempos de embebição de cinco horas, sendo que para esta análise os grãos foram analisados beneficiados inteiros. Para acidez total titulável adotou-se a metodologia da Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 1990). Para a extração dos açúcares utilizou-se o método de Lane e Enyon, citado pela AOAC (1990) e determinado pela técnica de Somogy, adaptada por Nelson (1994). Os polifenóis foram extraídos a quente pelo método de Goldstein e Swain (1963), utilizando-se

metanol 50% como extrator identificado pelo método Folin Denis, descrito pela AOAC (1990).

Foi realizada também análise sensorial dos tratamentos por uma empresa privada que trabalha com compra e venda de cafés, situada na cidade de Ouro Fino/MG, no dia 30 de junho de 2016. Por meio da prova de xícara, o provador pôde atribuir notas para as amostras representativas de cada tratamento, além de avaliar peneira 17 acima, umidade dos grãos e renda. Antes do processo de torra, foram retirados defeitos intrínsecos e extrínsecos. As amostras foram torradas em um período de 24 horas antes de se iniciar a degustação. Foi utilizada torra média do grão de café, na qual as cores do grão variam entre tonalidades de marrom a marrom avermelhado, após um processo que pode durar de nove a onze minutos.

Foi utilizado o protocolo de análise sensorial da Specialty Coffee Association (SCA), sendo que os resultados finais da avaliação sensorial foram obtidos com o uso da escala de classificação da SCA (2016), conforme demonstrado na Tabela 2.

Os resultados foram analisados pelo teste de Tukey com um nível nominal de significância a 5%. As análises estatísticas foram realizadas pelo software computacional Sisvar (FERREIRA, 2011).

Tabela 2. Classificação para análise sensorial de cafés especiais, conforme protocolo SCA (2016). IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2022.

| Pontuação total | Descrição especial | Classificação |
|-----------------|--------------------|------------------------------------|
| 95-100 | Exemplar | Especialidade <i>super premium</i> |
| 90-94 | Excepcional | Especialidade <i>premium</i> |
| 85-89 | Excelente | Especialidade |
| 80-84 | Muito bom | Especial |
| 75-79 | Bom | Qualidade boa/normal |
| 70-74 | Fraco | Qualidade média |
| 60-70 | | Nota <i>exchange</i> |
| 50-60 | | Comercial |
| 40-50 | | Nota baixa |
| < 40 | | Sem nota |

Fonte: Elaboração própria.

Resultados e discussão

Os dados referentes à porcentagem de frutos verde, maduro e passa estão na Tabela 3 para os tratamentos utilizados.

Foi possível observar que a aplicação do etileno nas dosagens de 700 e 300 mL propiciou uma redução significativa na quantidade de frutos verdes presentes na colheita em comparação com a quantidade apresentada pela testemunha sem aplicação do produto. Os dados corroboram o estudo de Ferrari *et al.* (2009), no qual foi observado que em qualquer vazão utilizada para a aplicação de etileno na cultivar Mundo Novo a presença de frutos verdes foi significativamente menor em relação à testemunha.

Em relação aos frutos maduros, não houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos. Nota-se que a porcentagem de frutos no estádio passa foi maior no tratamento de 700 mL, fato que pode ser explicado pelo maior tempo que os frutos ficaram na planta. Todavia, esse resultado é contrário ao encontrado por Carvalho *et al.* (2003), que, testando a eficiência do Ethephon na maturação e antecipação da colheita, observaram que a maior porcentagem de frutos secos presentes nas cultivares Acaíá Cerrado e Catuaí Vermelho IAC-15 apareceu na testemunha.

Tabela 3. Valores médios da porcentagem de frutos verde, maduro e passa colhidos nos diferentes tratamentos. IFSULDEMINAS, *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2022.

| Tratamento | Verde (%) | Maduro (%) | Passa (%) |
|------------|-----------|------------|-----------|
| 0 mL | 36,52 a* | 13,42 a | 50,05 b |
| 300 mL | 22,73 bc | 11,54 a | 65,72 ab |
| 500 mL | 29,11 ab | 19,37 a | 51,51 b |
| 700 mL | 15,22 c | 10,97 a | 73,80 a |

*Valores seguidos por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

Para as variáveis tempo de derrça, litros colhidos e litros colhidos por minutos, os dados estão na Tabela 4.

O tempo de derrça, litros colhidos e litros colhidos por minutos, para os diferentes tratamentos, não diferiram estatisticamente entre si. Apesar de não encontrarmos diferenças, cabe destacar que Oliveira *et al.* (2007), avaliando os custos operacionais da colheita mecanizada do café arábica, verificaram que a colheita manual gastou aproximadamente 376 horas ha⁻¹, enquanto na mecanizada o tempo foi reduzido de 3,14 horas ha⁻¹ a uma velocidade de 0,72 m s⁻¹, tendo uma redução de custo chegando até 62,36% em relação à colheita manual.

Para a pontuação de bebida, peneira 17 acima e renda, as amostras foram analisadas pela empresa e estão na Tabela 5.

Como demonstrado e de acordo com a escala de classificação utilizada, a pontuação de bebida para o tratamento testemunha se enquadrou em qualidade média. O restante dos tratamentos resultou em bebida de qualidade boa/normal, podendo afirmar que a maior presença de frutos verdes na testemunha foi o que gerou uma menor pontuação.

Esse resultado evidencia que o hormônio vegetal não influenciou negativamente a

Tabela 4. Valores médios das variáveis tempo (em minutos), litros colhidos e litros colhidos por minutos nos diferentes tratamentos. IFSULDEMINAS, *Campus* Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2022.

| Tratamento | Tempo | Litros | Litros/min |
|------------|---------|---------|------------|
| 0 mL | 6,92 a* | 89,75 a | 13,01 a |
| 300 mL | 5,28 a | 77,75 a | 14,18 a |
| 500 mL | 5,97 a | 88,50 a | 15,38 a |
| 700 mL | 5,95 a | 80,25 a | 13,43 a |
| CV (%) | 12,36 | 18,15 | 12,61 |

*Valores seguidos por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5. Dados de pontuação de bebida, peneira 17 acima e renda. IFSULDEMINAS, *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes/MG, 2022.

| Tratamentos | Pontuação | Peneira 17 acima | Renda |
|-------------|-----------|------------------|-------|
| 0 mL | 74 pontos | 30% | 61% |
| 300 mL | 75 pontos | 32% | 60% |
| 500 mL | 78 pontos | 33% | 58% |
| 700 mL | 78 pontos | 36% | 60% |

Fonte: Elaboração própria.

qualidade de bebida, corroborando os resultados encontrados por Carvalho *et al.* (2003), que, avaliando o uso do Etephon na qualidade de bebida de três cultivares distintas de cafeeiro, verificaram que a utilização do hormônio vegetal não interferiu na qualidade final de bebida. Esse resultado também foi semelhante aos observados por Ferrari *et al.* (2009), que, testando o uso de Etephon na cultivar Mundo Novo, observaram que a qualidade de bebida de plantas submetidas à aplicação do produto foi similar à de plantas que não receberam aplicação do produto. Neste experimento, os tratamentos com aplicação de Etephon utilizando 1,0 L ha⁻¹ do produto comercial foram: 1 – sem aplicação (testemunha); 2 – aplicação com a vazão de 490 L ha⁻¹; 3 – aplicação com 580 L ha⁻¹; 4 – aplicação com 630 L ha⁻¹ vinte dias após todos os tratamentos e 5 – aplicação de 730 L ha⁻¹.

No que diz respeito à classificação do grão quanto à peneira 17 acima, verificou-se maior porcentagem desses grãos quando utilizada a dosagem de 700 mL, dados que não corroboram aos de Borges *et al.* (2002), que, utilizando também o fitohormônio, observaram que o estágio de maturação dos frutos no momento da colheita não influenciou a classificação dos grãos pelo tamanho.

Na Tabela 6 estão descritos os teores de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), polifenóis (POLI), lixiviação de potássio (LK) e condutividade elétrica (CE) de amostras de diferentes tratamentos.

Segundo Costa *et al.* (2004), os sólidos solúveis totais exercem uma importante função quando se trata da qualidade do fruto, uma vez que influenciam propriedades biológicas, químicas e termofísicas do fruto. 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 (RODRIGUES *et al.*, 2019). Houve diferença significativa para teores de SST entre os tratamentos (Tabela 6). É possível observar que o tratamento de 300 mL se destacou, obtendo maior teor, enquanto o tratamento de 0 mL – caracterizado pela ausência de aplicação de etileno – foi o que obteve, em quantidade

Tabela 6. Teores de sólidos solúveis totais (SST) em porcentagem (%), a acidez titulável total (ATT) em miligramas de NaOH 0,1N/100 g⁻¹, polifenóis (POLI) em porcentagem (%), lixiviação de potássio (LK) em ppm g⁻¹, condutividade elétrica (CE) em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de amostra nos diferentes tratamentos. IFSULDEMINAS, *Campus Inconfidentes*. Inconfidentes/MG, 2022.

| Tratamentos | SST | ATT | POLI | LK | CE |
|-------------|----------|----------|--------|---------|----------|
| 0 mL | 28,60 c* | 228,78 a | 7,76 b | 61,77 b | 125,18 b |
| 300 mL | 37,23 a | 210,03 c | 7,97 a | 68,69 a | 132,98 a |
| 500 mL | 34,25 b | 216,89 b | 7,70 b | 60,96 b | 133,73 a |
| 700 mL | 34,97 ab | 196,57 d | 6,85 c | 35,42 c | 68,56 c |
| CV(%) | 2,43 | 0,89 | 0,75 | 1,63 | 0,86 |

*Valores seguidos por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

significativa, o menor teor. O valor de SST obtido no tratamento de 300 mL ficou acima dos valores de referência para o café arábica, que são de 20,3 a 34,4% para café beneficiado grão cru, com teores de água de 11 a 13% (b.u.) (MENDONÇA *et al.*, 2007; ABRAHÃO *et al.*, 2009; SANTOS; CHALFOUN; PIMENTA, 2009). Pimenta *et al.* (2005) encontraram os valores de SST de 31,25% para os estádios verde, cereja e passa e 33,93% para o estádio verde cana, valores que se inserem naqueles de referência (21% a 34% de SST), resultados semelhantes aos encontrados neste estudo (salvo a dosagem de 300 mL, que resultou em valor significativamente maior).

Houve diferença significativa na concentração de acidez titulável total (ATT) entre os tratamentos (Tabela 6), o que, segundo Siqueira e Abreu (2006), é uma propriedade relevante para a análise sensorial de bebida de café. Esse atributo varia durante os diferentes estádios de maturação do fruto e é influenciado pelo local em que a lavoura se encontra, pela forma que é realizada a colheita, o processamento e o tipo de secagem, bem como pelas condições climáticas durante a fase de colheita e secagem. Carvalho *et al.* (1989) constataram que quanto maior o valor de ATT presente nos frutos de café, pior é a qualidade de bebida, sendo que grãos fermentados tendem a ter maiores concentrações de acidez. Os valores encontrados neste trabalho estão 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), conforme Carvalho *et al.* (1994), os quais observaram que valores mais elevados de ATT indicam, nos cafés de pior qualidade, maior grau de fermentação. É possível observar que o tratamento de 700 mL foi o que propiciou menor concentração de acidez, sendo considerado o melhor para essa característica.

Para a característica de polifenóis (POLI), houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6). Pinto *et al.* (2001) observaram que

o café de bebida rio apresentou uma quantidade superior de polifenóis quando comparado aos de bebida mole, dura e riada. Os polifenóis garantem adstringência à bebida e estão relacionados ao estádio de maturação em que se encontra o fruto. Uma porcentagem inferior de polifenóis indica que o fruto está mais próximo da maturação. O tratamento de 700 mL garantiu o menor nível de polifenóis, enquanto os tratamentos 0 mL (testemunha) e 500 mL não tiveram diferença significativa, e o tratamento 300 mL foi o que obteve a maior porcentagem de polifenóis.

Quanto à lixiviação de potássio (LK), Prete (1992) relatou que há diferença significativa entre os valores de LK e condutividade elétrica (CE) em grãos defeituosos: quanto mais deteriorada for a membrana, mais a LK e a CE se elevam. Além disso, o autor constatou que em temperaturas de 30°C, os cafés colhidos maduros, ou seja, nos estádios cereja e seco – também conhecidos como passa –, obtiveram menores valores de LK e CE quando comparados aos grãos verdes. Esse fato confirmou a influência do defeito verde nesses valores e mostrou que quanto maior for a LK e a CE, a tendência é de obter menor qualidade da bebida. Valores de LK e CE altos podem ser relacionados ao processo de deterioração do café e à perda de sua qualidade e vêm sendo considerados importantes indicadores de danos na membrana celular dos grãos (PRETE; ABRAHÃO, 1995; PIMENTA *et al.*, 2008). O menor valor para LK foi encontrado no tratamento 700 mL (Tabela 6), indicando melhor qualidade de bebida. Já o tratamento 300 mL foi o que apresentou um valor superior de LK, enquanto os tratamentos 0 mL (testemunha) e 500 mL não diferiram estatisticamente entre si, sendo inferiores ao tratamento de 700 mL e superiores ao tratamento de 300 mL para esse quesito avaliado. Os resultados deste trabalho vão ao encontro daqueles descobertos por Malta, Pereira e Chagas (2005), que relataram que grãos normais obtiveram os menores valores de CE e LK, diferindo estatisticamente dos grãos defeituosos.

Segundo Pereira (2008), o teste de condutividade elétrica (CE) tem como finalidade avaliar o quão danificadas se encontram as membranas celulares, sendo assim, membranas que possuem um maior grau de injúrias possuem maiores valores de CE. Malta, Pereira e Chagas (2005) observaram que os solutos são mais lixiviados conforme a incidência de injúrias aumenta, sendo que a CE também se eleva. O tratamento de 700 mL foi o que apresentou a menor CE (Tabela 6), logo, pode-se afirmar que foi o tratamento com grãos menos danificados. Já o tratamento 0 mL (testemunha) foi inferior ao tratamento de 700 mL, mas superior aos tratamentos de 300 e 500 mL, uma vez que esses últimos obtiveram maiores valores de CE e não resultaram em diferença significativa entre si. Com os dados encontrados, pode-se afirmar que o tratamento com maior quantidade de etileno contribui para uniformidade de amadurecimento dos frutos e menores danos às membranas celulares dos grãos.

Na Tabela 7 estão as características de açúcares totais (AT), proteínas (PROT), cafeína (CAF), atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO), lipídeos (L) e potencial hidrogeniônico (pH) presentes nos diferentes tratamentos.

Segundo a Organização Internacional do Café (OIC, 1991), os componentes que mais influenciam na formação de sabor e aroma do café são os açúcares totais (AT), sendo a

doçura uma característica requerida em cafés especiais. Pode-se dizer que quanto maior for a porcentagem de AT, maior será o potencial da qualidade de bebida e mais sabor caramelo o café poderá possuir. Pinto *et al.* (2002) encontraram diferentes valores de AT para diferentes tipos de bebida de café. Para café estritamente mole, encontraram um valor de 8,37%; para bebida mole, um valor de 8,62%; e para bebida apenas mole, um valor de 8,34%. É possível verificar que o tratamento de 700 mL se mostrou estatisticamente diferente dos demais (Tabela 7), resultando em um potencial para bebida de ótima qualidade, uma vez que se inseriu dentro da faixa encontrada por Pinto *et al.* (2002). Borém *et al.* (2008) encontraram teores de AT entre 5 a 10%, o que corrobora os achados deste trabalho.

Quanto à característica de proteínas (PROT), dois tratamentos obtiveram maiores médias de porcentagem, sendo 0 mL (testemunha) e 300 mL, enquanto o menor teor foi encontrado no tratamento de 700 mL (Tabela 7). Borém (2008) encontrou em cafés arábicas crus uma média proteica de 9,2%, porcentagem abaixo dos dados encontrados neste trabalho.

O maior teor de cafeína (CAF) foi encontrado no tratamento testemunha (0 mL) identificado pela ausência de aplicação de etileno (Tabela 7). Borém (2008) mencionou que em sementes de *Coffea arabica*, a cafeína é encontrada em

Tabela 7. Açúcares totais (AT) em porcentagem (%), proteínas (PROT) em porcentagem (%), cafeína (CAF) em porcentagem (%), atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) em $u \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de amostra, lipídeos (L) em porcentagem em extrato etéreo (%), potencial hidrogeniônico (pH), dos diferentes tratamentos. IFSULDEMINAS, Campus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, 2022.

| Tratamentos | AT | PROT | CAF | PFO | L | pH |
|-------------|---------|----------|--------|----------|---------|--------|
| 0 mL | 7,19 b* | 12,50 a | 1,11 a | 45,23 b | 13,19 a | 5,59 a |
| 300 mL | 7,35 b | 12,50 a | 1,02b | 45,81 ab | 13,17 a | 5,60 a |
| 500 mL | 7,50 b | 12,17 ab | 1,03 b | 46,16 ab | 13,39 a | 5,62 a |
| 700 mL | 8,38 a | 12,00 b | 1,03 b | 48,12 a | 13,61 a | 5,62 a |
| CV(%) | 4,07 | 1,10 | 1,22 | 1,82 | 2,00 | 0,21 |

*Valores seguidos por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração própria.

concentrações variando de 0,53 e 1,45%, faixa encontrada neste trabalho.

Os maiores valores da atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) foram observados nos cafés em que foi aplicado o tratamento de 700 mL (Tabela 7), o que corrobora os resultados observados na análise sensorial. Entretanto, esse tratamento não diferiu estatisticamente dos tratamentos de 300 e 500 mL. Muitos trabalhos demonstram haver relação entre atividades polifenoloxidase e qualidade do café (AMORIM, 1978; LEITE, 1991). Oliveira (1972), estudando diferentes classes de bebida, encontrou diferenças significativas na atividade da polifenoloxidase apenas entre cafés de bebida mole e rio, não observando variações nas outras classes. Carvalho *et al.* (2003) encontraram, para a cultivar Catuaí Vermelho IAC-15, qualidade de bebida superior às demais, porém independente do uso do Ethepon, uma vez que não houve diferença significativa para tratamento em nenhuma das características avaliadas.

Para a característica de lipídeos (L) não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 7). Alterações nos índices de lipídeos podem estar relacionadas aos vários processos metabólicos que ocorrem nos grãos em virtude de algum estresse sofrido (RODRIGUES, 2015). Os valores encontrados neste trabalho estão dentro da faixa de 8 a 17% de lipídios em grãos de café crus (*Coffea arabica* L.), citados por Ravindranath *et al.* (1972) e Clifford (1985). Barbosa *et al.* (2002) relataram não haver relação direta entre a qualidade dos grãos e os diferentes teores de extrato etéreo. Os resultados deste trabalho corroboram essa afirmação, uma vez que as oscilações observadas nos valores de lipídeos não provocaram alterações sensoriais.

Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), os tratamentos não tiveram diferença significativa (Tabela 7). Siqueira e Abreu (2006) relataram a importância do pH na análise sensorial, já que por meio desse fator é possível compreender

determinados processos de fermentação e orientar qual manejo é mais adequado na pós-colheita, influenciando positivamente a qualidade de bebida. Os valores de pH encontrados estão dentro da faixa de 5,30 a 5,90 para café beneficiado grão cru, conforme relatado por Siqueira e Abreu (2006).

Conclusões

A utilização do etileno não promoveu aumento na eficiência da colheita do café neste experimento. A presença de frutos verdes foi significativamente maior na testemunha, indicando a eficiência do produto. Nas condições experimentais deste estudo, o uso de etileno promoveu alterações na composição química do grão e na qualidade da bebida do café por promover a uniformidade da maturação.

Agradecimento

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS).

Referências

ABRAHÃO, A. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; BORÉM, F. M.; REZENDE, J. C. de; BARBOSA, J. C. Classificação física e composição química do café submetido a diferentes tratamentos fungicidas. **Coffee Science**, v. 4, n. 2, p. 100 – 109, 2009. Available at: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/1/13691/1/ARTIGO_Classifica%C3%A7%C3%A3o%20f%C3%ADsica%20e%20composi%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%ADmica%20do%20caf%C3%A9%20submetido%20a%20diferentes%20tratamentos%20fungicidas.pdf. Accessed Aug 11. 2022.

AMORIM, H. V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão do café verde relacionados**

com a deterioração de qualidade. Tese de Livre - Docência. Piracicaba: ESALQ, 1978. 85 p.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis the Association of Official Analytical Chemists.** 15. ed. Washington, v. 2, 1990.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café.** 1ª ed. UFLA, 2008. 631 p.

BORÉM, F. M.; CORADI, P. C.; SAATH, R.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade do café natural e despulpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.5, 2008. Available at: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/CHQcBkX6qD9Tv49xXGfqPnk/?lang=pt#:~:text=%2D%20Os%20a%20C3%A7%20C3%BAcares%20reduzidos%20os%20a%20C3%A7%20C3%BAcares,negativamente%20a%20qualidade%20do%20café%20C3%A9>. Accessed on: Aug 11. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000500038>.

BORGES, F. B.; JORGE, J. T.; NORONHA, R. Influência da idade da planta e da maturação dos frutos no momento da colheita na qualidade do café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 22, n.2, p. 158-163, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília. SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CARVALHO, G. R.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, L. F.; BARTHOLO, G. F. Eficiência do Ethepon na uniformização e antecipação da maturação de frutos de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e na qualidade da bebida. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n.1, p.98-106, 2003. Available at: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/8q5xcFqDBR3DykkJc9jQhyG/?format=pdf&lang=pt>. Accessed on: Aug 11. 2022.

CARVALHO, V. D. de; CHALFON, S. M.; COSTA COUTO, A.; CHAGAS, S. J. de R.; VILELA, E. R. Efeito do tipo de colheita e local de cultivo na composição físico-química e química do grão beneficiado de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 15., 1989, Maringá. **Resumos...** Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1989. p. 23-24.

CARVALHO, V. D. de; CHAGAS, S. J. de R.; CHALFON, S. M.; BOTREL, N.; JUSTE JUNIOR, E. S. G. 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**, v. 29, n. 3, p. 449-454, 1994. Available at: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4074/1365>. Accessed on: Aug 11. 2022.

CLIFFORD, M. N. Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products. In: CLIFFORD, M. N.; WILSON, K. C. **Coffee Botany, Biochemistry and production of beans and beverage.** Beckenham (Kent): Croom helm, 1985. v. 13. p. 305-374.

COSTA, W. S. da; SUASSUNA FILHO, J.; MATA, M. E. R. M. C.; QUEIROZ, A. J. de M. Influência da concentração de sólidos solúveis totais no sinal fotoacústico de polpa de manga. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.6, n. 2, p. 141-147, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v6n2p141-147>.

FERRARI, S.; FURLANI JUNIOR, E.; PERSEGIL, E. O.; BENKE, F. de M. Aplicação de Etephon, maturação de frutos e qualidade de bebida para o cultivar de café (*Coffea arabica* L.) Mundo Novo na região de Araguari-MG. 2005. SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina/PR. **Anais**, Brasília, D.F.: Embrapa Café, 2005. Available at: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2185/>

166733_Art115f.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Accessed on: Aug 11. 2022.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, v. 2, n.4, p. 371-382, 1963.

LEITE, I. P. **Influência do local de cultivo e tipo de colheita nas características físicas, composição química do grão e qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. Tese de Mestrado. Lavras: ESAL, 1991. 131p.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The book conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n. 1, p. 37-53, 1988.

MALTA, M. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; CHAGAS, S. J. de R. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio do exsudato de grãos de café: alguns fatores que podem influenciar essas avaliações. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1015-1020, 2005. Available at: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/pNXg86LFQM9ry8YXQ6HwbwQ/?format=pdf&lang=pt>. Accessed on: Aug 11. 2022.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNADES, D. R. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações**. Rio de Janeiro/RJ; Varginha/MG: SARC/PROCAFÉ, 2005. 434 p.

MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G.; BORÉM, F. M.; MARQUES, E. R. Composição química de grãos crus de cultivares de *Coffea arabica* L. suscetíveis e resistentes à *Hemileia vastatrix* Berg et Br. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 413-419. 2007.

NELSON, N. A photometric adaptation of somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, v. 153, n.1, p. 375-384, 1994.

OIC – ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFÉ. **Quantitative descriptive flavours profiling of coffees form**. Londres, 1991. (Reporte de Evaluación Sensorial).

OLIVEIRA, E. de; SILVA, F. M. da; SALVADOR, N.; SOUZA, Z. M. de; CHALFOUN, S. M.; FIGUEIREDO, C. A. P. de. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.6, p.827-831, 2007. Available at: <https://www.scielo.br/j/pab/a/s8dh5YqLCXptFq5xGJQtRmM/?lang=pt#:~:text=0%20custo%20total%20na%20colheita,uma%20menor%20efici%C3%A2ncia%20de%20colheita>. Accessed on: Aug 16. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600009>

PEREIRA, M. C. **Características químicas, físico-químicas e sensorial de genótipos de grãos de café (*Coffea arabica* L.)**. 2008. 114 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras. Lavras/MG. Available at: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/6615/Tese_Marcelo%20Claudio%20Pereira.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Accessed on: Aug 11. 2022.

PIMENTA, C. J.; PEREIRA, M. C.; CHALFOUN, S. M.; ANGELICO, C. L.; CARVALHO, G. L.; MARTINS, R. T. Composição química e avaliação da qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 10, n. 1, p. 29-35, 2008.

PIMENTA, C. J.; PIMENTA, M. D. S.; PEREIRA, M. C.; COSTA, L. M. A. S. Chemical and qualitative aspects of coffee (*Coffea arabica* L.) harvested at seven different intervals. **Journal of Coffee Research**, v. 33, n. 1/2, p. 70-88, 2005.

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; GIRANDA, R. N.; PEREIRA, R. R. G. F.; CARVALHO, V. D. Avaliação de componentes químicos de padrões de bebida para o preparo de café expresso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 4, p. 826-829, 2002.

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S.M.; PIRES, T. C.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. de. Avaliação dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 3, p. 193-195, 2001.

PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudado de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1992. 135 p. Available at: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/392>. Accessed on: Aug 11. 2022.

PRETE, C. E. C.; ABRAHÃO, J. T. M. Condutividade elétrica dos exsudatos de grãos de café (*Coffea arabica* L.). I. Desenvolvimento da metodologia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 16, n. 1, p. 17-21, 1995.

RAVINDRANATH, R.; KHAN, R.Y.A.; REDDY, T.O.; RAO, S. D.T.; REDDY, B. R. Composition and characteristics of Indian coffee bean, spent ground and oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 23, n.3, p. 307-310, 1972. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740230306>.

RODRIGUES, J. P.; SALOMÃO, P. E. A.; FREITAS, S. de J.; RODRIGUES, W. P.; STRUIVING, T. B.; VALE, P. Efeito de reguladores de crescimento na maturação dos frutos e qualidade da bebida de café. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 6, p. 1-14, 2019 Available at: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662197017/560662197017.pdf>. Accessed on: Aug 11. 2022.

RODRIGUES, J. P. B. **Efeito do mathurytm e ethephon na maturação dos frutos e qualidade da bebida de café**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2015. 52 f. Available at: <http://sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11284>. Accessed on: Aug 16. 2022.

SANTOS, M. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição, físico-química e química do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n.1, 2009. Available at: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/8VkJ6Lx66qWypYCbVdnxWG/?lang=pt>. Accessed on: Aug 11. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000100030>.

SCA – SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. **SCAA protocols: cupping specialty coffee**. Available at: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Accessed on: Aug 11. de 2022.

SCUDELER, F.; RAETANO, C. G.; ARAÚJO, D. de; BAUER, F. C. Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com Ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantina**, v. 63, n. 1, p. 129-139, 2004. Available at: <https://www.scielo.br/j/brag/a/kqCqYwZW5Lp9BS6KGmnhdPk/?format=pdf&lang=pt>. Accessed on: Aug 11. 2022.

SILVA, F. M. da; ARRÉ, T. J.; TOURINO, E. de S.; GOMES, T. S.; ALVES, M. de C. Uso de **Ethrel na colheita mecanizada e seletiva de café arábica (*Coffea arabica* L.)**. 2009. Available at: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/13470/1/ARTIGO_Uso%20de%20ethrel%20na%20colheita%20mecanizada%20e%20seletiva%20de%20caf%3%a9%20ar%3%a1bica%20%28Coffea%20arabica%20L.%29.pdf. Accessed on: Aug 11. de 2022.

SIQUEIRA, H. H. de.; 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**, v. 30, n. 1, p. 112-117, 2006. Available at: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/y445whRQZtHM75rk3G5Cxss/?format=pdf&lang=pt>. Accessed on: Aug 11. 2022.