

EFICIÊNCIA DA COLHEITA MECANIZADA DO CAFÉ COM O USO DO INIBIDOR DE BIOSÍNTESE DE ETILENO

Rodrigo Elias Batista Almeida Dias¹, Fábio Moreira da Silva², João Paulo Barreto Cunha³, Rogner Carvalho Avelar⁴, Fernando Costa Fernandes⁵

(Recebido: 29 de janeiro de 2014; aceito: 10 de abril de 2014)

RESUMO: A colheita mecanizada do café vem se desenvolvendo diariamente e tornou-se um processo crescente e irreversível. Porém, uma das limitações da colheita, seja no sistema manual ou mecanizado, é a desuniformidade de maturação, que prejudica o desempenho operacional e a qualidade do produto final, gerando perdas econômicas aos produtores. Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar a eficiência da colheita mecanizada do café com o uso do inibidor da biossíntese de etileno, buscando compreender sua influência na queda natural dos frutos. Os ensaios foram realizados em área experimental de 1,0 há, para as cultivares Catuai Vermelho IAC 15, nos anos de 2012 e 2013, e Acaiá Cerrado MG 1474, apenas no ano de 2013. Foram determinados parâmetros de carga pendente, índice de maturação, queda natural dos frutos e eficiência de colheita mecânica. Com base nos resultados obtidos, a aplicação do inibidor da biossíntese de etileno, em doses de 5 litros, por hectare, demonstrou maior eficiência de colheita na cultivar Catuai vermelho, IAC 15. A queda natural de frutos diminuiu com a aplicação de duas doses do inibidor de etileno (5 + 5 litros por hectare) para a cultivar Acaiá Cerrado MG 1474, no ano de 2013.

Termos para indexação: Mecanização, cafeeiro, uniformização da maturação, colhedora.

INFLUENCE OF THE USE OF BIOSYNTHESIS INHIBITOR ETHYLENE ON THE EFFICIENCY OF COMBINE HARVESTING

ABSTRACT: The mechanized harvesting is evolving daily and has become an increasing and irreversible process. However, one of the limitations of the harvest, either manual or mechanized, is the uneven ripening, which affects the operating performance and the product quality, resulting economic losses to producers. Thus, this study was carried out with the objective of evaluating the operation of the mechanized coffee harvesting using the inhibitor of ethylene biosynthesis, seeking to understand their influence on the natural fall. The study was conducted in Ouro Verde farm, located in Lavras-MG. The tests were conducted in the experimental area of 1.0 ha for Catuai Vermelho IAC 15 in the years 2012 and 2013 and Acaiá Cerrado MG 1474 only in 2013, loading parameters were determined the plant load, maturation index, natural fruit fall and efficiency of mechanical harvesting. Based on the result obtained, the application of the inhibitor of ethylene biosynthesis at dosage of five liters per hectare showed greater efficiency in crop cultivar Catuai Vermelho IAC 15. The natural fruit fall decreased with the application of two dosage of ethylene inhibitor (5 + 5 liters per hectare) for the Acaiá Cerrado MG 1474 in the year 2013.

Index terms: Mechanization, coffee, maturation, harvester.

1 INTRODUÇÃO

Originado no continente Africano, o cafeeiro pertence à família Rubiaceae e seu gênero, *Coffea*, é representado por mais de 100 espécies, entre as quais apenas *C. arabica* L. e *C. canephora* Pierre apresentam importância comercial. O café é um dos mais valiosos bens comercializados no mundo, representando uma importante fonte de renda e empregos em vários países tropicais, incluindo o Brasil, que é o maior produtor e exportador mundial (DAVIS et al., 2006).

A cafeicultura brasileira vem passando por momentos de transição em que o processo de

colheita migra do sistema manual para o sistema mecanizado, prática cujos benefícios técnicos e econômicos se comprovam a cada safra, como alternativa técnica e operacional (SILVA et al., 2011).

A colheita do café com colhedoras automotrizes na região do Sul de Minas Gerais está em ampla expansão, devido à necessidade dos produtores realizarem uma colheita rápida, com menor custo operacional e com café de melhor qualidade (SILVA et al., 2009).

A maturação desuniforme é uma constante na cafeicultura brasileira em função de floradas sucessivas que podem ocorrer de duas a cinco ao ano, dependendo do clima de cada região e

^{1,4,5}Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Agricultura/DAG - Cx. P. 3037 - 37.2000-000 - Lavras - MG rodrigoodias@hotmail.com, avelarcafe@yahoo.com.br,fernando.cf@bol.com.br

^{2,3}Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia/DEG - Cx. P. 3037 - 37.2000-000 - Lavras - MG famsilva@prpg.ufla.br, bcunha_2@hotmail.com

da própria variabilidade climática em cada ano, o que prejudica os processos de colheita manual ou mecanizada, o desempenho operacional e a qualidade do produto (SILVA et al., 2006).

Os mercados interno e externo de café vêm se tornando cada vez mais exigentes com relação à qualidade do produto, sendo crescente o segmento de cafés especiais (CAMPA et al., 2004). A obtenção de um café de boa qualidade depende, dentre outros fatores, da colheita que deve ser realizada quando a maturação do grão atingir o ponto ótimo (estádio cereja). A colheita com maior porcentagem de frutos cereja pode ser realizada mecanicamente de duas formas, através da colheita seletiva com duas passadas da colhedora ou então, com a aplicação do regulador etileno que antecipa a maturação dos frutos, aumentando a porcentagem de frutos cereja, sendo colhidos em uma passada com a colhedora (SILVA et al., 2011). Estão surgindo produtos que auxiliam os produtores no controle da maturação, para garantir uma colheita com o maior volume possível de frutos cereja. O uso de maturadores fisiológicos em cafeeiros vem permitindo uniformizar e acelerar a maturação dos frutos, antecipando a colheita e aumentando sua eficiência (SCUDELER et al., 2004).

O envolvimento do etileno no processo de amadurecimento tem sido comprovado pelo estudo de plantas geneticamente transformadas, nas quais a inibição de sua biossíntese reduz ou inibe o amadurecimento dos frutos (SILVA et al., 2004), possibilitando o escalonamento da colheita mecanizada. Dessa forma, produtos à base de potássio possuem papel importante na preservação da qualidade do fruto através da inibição da biossíntese de etileno, permitindo uniformizar a maturação dos frutos (SÁ et al., 2008).

Este amadurecimento é geneticamente programado, sendo um fenômeno irreversível que envolve uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas e organolépticas que leva ao desenvolvimento de um fruto com atributos de qualidade desejável (PRASANNA; PRABHA; THARANATHAN, 2007).

Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar a eficiência da colheita mecanizada do café com o uso de um inibidor da biossíntese do etileno, buscando verificar sua influência na queda natural dos frutos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na fazenda Ouro Verde, no município de Lavras, Sul do estado de Minas Gerais, nas coordenadas

geográficas médias 21°16'57" de latitude Sul e 45°06'16" de longitude oeste de Greenwich e altitude média de 920 m, em área de um hectare. Foram utilizadas as cultivares Catuaí Vermelho IAC 15 (maturação tardia) e Acaia Cerrado MG 1474 (maturação precoce), implantadas em 2004 no espaçamento 3,6 x 0,6 metros, com estande de 4630 plantas/ha, sobre solo classificado como latossolo vermelho distrófico de textura argilosa. Os dados climáticos da microregião foram coletados na estação meteorológica da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizada a, aproximadamente, 15 km da área experimental do presente trabalho.

Foram realizados dois ensaios, nos anos de 2012 e 2013. No primeiro ano, utilizou-se apenas a cultivar Catuaí Vermelho IAC 15 e, no segundo ano, utilizou-se, também, a cultivar Acaia Cerrado MG 1474. Para os ensaios, utilizou-se o produto comercial MATHURY®, inibidor da biossíntese de etileno à base de acetato de potássio (sistêmico) na dose de 5 L ha⁻¹ com volume de calda de 400 L ha⁻¹ (Tratamento 2) e na sua ausência (Tratamento 1, testemunha). Em 2013, repetiram-se os tratamentos do ano anterior, com acréscimo de um tratamento, que recebeu duas aplicações de 5 L ha⁻¹ com 400 L ha⁻¹ de calda (Tratamento 3), sendo a primeira no estágio de fruto verde-cana e a segunda após 20 dias, quando alguns frutos se encontravam passando para o estágio cereja, no terço superior da planta. A aplicação foi feita por turbo atomizador ARBUS 2000, com velocidade média de 3000 m h⁻¹ e vazão de 7,1 L min⁻¹.

Para determinação da eficiência de colheita mecânica, nos anos de 2012 e 2013, utilizou-se colhedora automotriz Jacto K3®, com uma única passada em colheita plena. A regulagem da colhedora, com velocidade operacional de 1000 m h⁻¹ e vibração de 950 ciclos min⁻¹ para a colheita dos ensaios, foi realizada seguindo recomendação proposta por Oliveira et al. (2007) e novamente confirmada por Sales (2011) apresentando maior eficiência de colheita. Na safra de 2012, a colheita foi realizada em 12 de julho e na safra de 2013, em 19 de Junho, para a cultivar Acaia Cerrado MG 1474 e, no dia 23 de Julho, para a cultivar Catuaí Vermelho IAC15. Para as avaliações de colheita foram utilizadas cinco parcelas de dez plantas para cada tratamento, onde quantificou-se o volume em litros de frutos colhidos e perdidos (café de chão) pela colhedora. Para determinar as perdas, a colhedora operou sobre panos que forraram o chão em cada parcela, onde foi separada e realizada a pesagem em kg de folhas caídas sobre os panos (desfolha), expressando os valores em quilogramas, por planta, e medindo o volume de frutos de café em décimos de litro, para posterior conversão em porcentagem da carga pendente da planta.

Determinou-se a eficiência de colheita, medindo-se o volume (L) efetivamente colhido em cada parcela. Para a determinação do café remanescente na planta foi feito o repasse manual, medidos os frutos colhidos em recipiente volumétrico graduado em décimos de litro (repasse), onde foi feita a conversão para porcentagem da carga pendente. Para o cálculo da eficiência de derriça (Equação 1) a metodologia proposta por Sales (2011) foi utilizada. A eficiência de colheita foi dada pela subtração da porcentagem de perda, em relação à eficiência de derriça (Equação 2).

O índice de maturação final (Equação 3) foi obtido por meio da média dos três valores de maturação encontrados em cada repetição, conforme metodologia adaptada de Silva et al. (2010).

Equação 1:

$$ED(\%) = \frac{VTD}{CPM} * 100$$

Em que:

ED – eficiência de derriça, %;

VTD – volume total derriçado em cada parcela, L planta⁻¹;

CPM – Carga pendente média obtida em cada data dos ensaios, L planta⁻¹.

Equação 2:

$$EC(\%) = ED - P$$

Em que:

EC – eficiência de colheita, %;

ED – eficiência de derriça, %;

P – perdas, %;

Equação 3:

$$IM = 100\% - \%VERDE$$

Em que:

IM - índice de maturação (%), representa a somatória percentual de frutos cerejas, passa e seco;

%VERDES- porcentagem de frutos verdes.

A determinação da queda natural foi realizada em cada parcela e expressa em litros por planta, sendo utilizadas sete plantas separadas para esse fim, considerando as cinco plantas centrais úteis, montadas separadamente com bordadura de duas linhas, para não sofrer interferência das outras avaliações como colheita mecânica e carga pendente. As avaliações de queda natural foram feitas em seis diferentes épocas (Tabela 1), recolhendo manualmente os frutos caídos no chão, abanando e medindo em recipiente graduado em décimos de litros, expressando os valores em litros por planta.

A determinação da carga pendente foi realizada com derriça manual em cada tratamento, com duas plantas aleatórias por parcela com o volume medido em recipiente graduado em litros, expressando a produtividade em litros por planta.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema de faixa, com parcela experimental constituída por 19 plantas, sendo as 17 centrais consideradas úteis. Foram usadas 10 plantas para a colheita mecânica, cinco plantas para avaliação de força de desprendimento e duas plantas para avaliação de carga pendente, com cinco repetições em cada tratamento. As análises estatísticas dos resultados foram realizadas por meio do software R[®] e ao proceder a análise das pré-suposições básicas para realizar ANAVA, verificou-se, para todas as variáveis, a dependência dos erros, a não homogeneidade da variância e a não normalidade. Portanto, foi adotado o teste não paramétrico de Kruska – Wallis que serve ao propósito de comparar a diferença entre grupos de tratamentos. Para análise de correlação entre as variáveis, foi realizado o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (r), por meio do software R[®].

TABELA 1 -Épocas de avaliações dos ensaios nos anos de 2012 e 2013.

| Época | 2012 | 2013 |
|-------|--------|--------|
| 0 | 19/abr | 22/abr |
| 1 | 04/mai | 14/mai |
| 2 | 22/mai | 28/mai |
| 3 | 05/jun | 07/jun |
| 4 | 29/jun | 19/jun |
| 5 | 12/jul | 26/jun |

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de maturação dos frutos do cafeeiro, para as safras de 2012 e 2013, foi observado o fator climático precipitação (Figura 1 A e B). Observou-se uma elevada ocorrência de precipitação durante o período em que ocorreu a maturação dos frutos de café. Precipitação pode alterar diretamente a fisiologia da planta (maturação do fruto), aumentando a queda natural do café, segundo Silva et al. (2011), e comprovado por Laviola et al. (2007) que estudando a alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro mostraram que os estádios de formação dos frutos são bem definidos, porém, podem adiantar ou atrasar de acordo com o clima e a região.

É possível observar na Tabela 2 que, para a cultivar Catuai Vermelho IAC 15, na safra de 2012, foi encontrada diferença significativa para eficiência de colheita e derriça, sendo que, para ambas as variáveis, foi verificada maior eficiência, 80,6% e 96,9% respectivamente, nas parcelas com Tratamento 2 (aplicação de 5 litros por hectare do inibidor da biossíntese de etileno), em relação às parcelas-testemunha (Tratamento 1). Cassia et al. (2013) avaliando a qualidade da colheita mecanizada em sistema de plantio circular, obtiveram uma eficiência de derriça média de 63,3% muito abaixo da obtida pelo presente estudo que, em média, apresentou eficiência de derriça de 95,3%. Por outro lado, Sales (2011), verificando a regulagem do freio dos vibradores em duas épocas distintas obteve valores médios de 87,0%, para a primeira época e 96,7% para a segunda, sendo explicado pela maturação avançada dos frutos em relação à primeira passada, o que corrobora com os valores encontrados no presente estudo. Para as demais variáveis avaliadas, no ano de 2012, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2).

Em relação à cultivar Catuai Vermelho IAC 15, na safra de 2013, foi possível verificar diferença significativa entre os tratamentos para eficiência de colheita, em que as parcelas com aplicação de 5 litros de inibidor da biossíntese de etileno, por hectare, (Tratamento 2) apresentaram maiores valores (84,1%) para esse parâmetro. Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram-se superiores aos obtidos por Silva et al. (2009) que, testando o desempenho operacional da colheita mecanizada com a aplicação de ethrel, antecipando a maturação, obtiveram eficiência de colheita média de 75,0%, próximo aos resultados encontrados para as parcelas do tratamento testemunha, com 76,3%.

Oliveira et al. (2007) e Silva et al. (2003) relataram que os limites aceitáveis de perda são de, até, 15,0%. No presente trabalho, o tratamento 2 apresentou menor porcentagem de perda, quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 3) e de acordo com os autores supracitados, o valor de 10,1% mostrou-se dentro dos limites considerados aceitáveis. Para as demais variáveis avaliadas não foram observadas diferenças significativas.

Em relação aos atributos referentes à colheita mecanizada da cultivar Acaia Cerrado MG 1474, na safra de 2013, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4). A baixa eficiência de derriça e o alto volume de repasse são explicados pela altura média das plantas de 3,5 metros, o que dificultou a colheita mecanizada dos frutos da parte superior da planta (ponteiros), restando nas plantas, em média, 22,1% da carga pendente, aumentando o repasse.

Com relação à queda natural dos frutos nas avaliações de 2012 e 2013 para a cultivar Catuai Vermelho IAC 15 não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis estudadas (Tabelas 5 e 6).

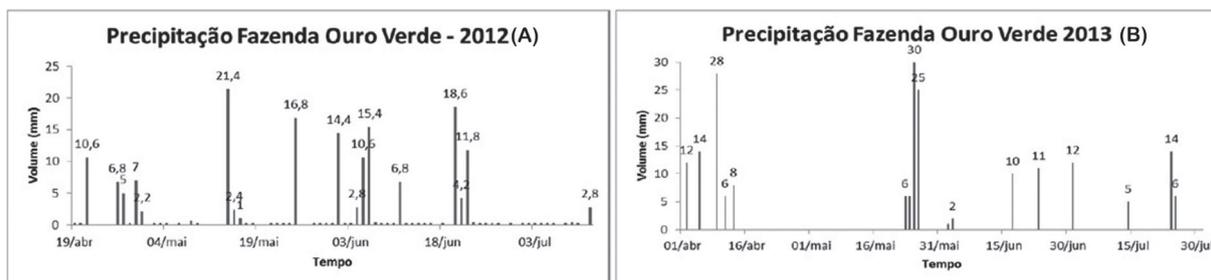


FIGURA 1 - Precipitação (mm) na fazenda Ouro Verde durante o período de maturação dos frutos do cafeeiro, para as safras de 2012 (A) e 2013 (B).

TABELA 2 - Atributos referentes à colheita mecanizada da cultivar Catuai Vermelho IAC 15 na safra de 2012.

| Trat. | Carga pendente | Café colhido | Eficiência de colheita | Perda | Eficiência de derriça | Repasse | Desfolha |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|-----------------------|---------|-------------------------|
| | L planta ⁻¹ | L planta ⁻¹ | % | % | % | % | Kg planta ⁻¹ |
| 1 | 4,07 a | 3,04 a | 74,77 b | 18,83 a | 93,60 b | 6,40 a | 0,54 a |
| 2 | 4,06 a | 3,27 a | 80,58 a | 16,37 a | 96,95 a | 3,05 a | 0,65 a |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de significância, pelo teste Kruska-Wallis.

TABELA 3 - Atributos referentes à colheita mecanizada da cultivar Catuai Vermelho IAC 15 na safra de 2013.

| Trat. | Carga pendente | Café colhido | Eficiência de colheita | Perda | Eficiência de derriça | Repasse | Desfolha |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|----------|-----------------------|---------|-------------------------|
| | L planta ⁻¹ | L planta ⁻¹ | % | % | % | % | Kg planta ⁻¹ |
| 1 | 4,94 a | 3,77 a | 76,34 b | 18,14 a | 94,48 a | 5,52 a | 0,64 a |
| 2 | 4,84 a | 4,07 a | 84,11 a | 10,14 b | 94,25 a | 5,75 a | 0,65 a |
| 3 | 4,60 a | 3,75 a | 81,50 ab | 12,59 ab | 94,09 a | 5,91 a | 0,84 a |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de significância, pelo teste Kruska-Wallis.

TABELA 4 - Atributos referentes à colheita mecanizada da cultivar Acaiá Cerrado MG 1474, na safra de 2013.

| Trat. | Carga pendente | Café colhido | Eficiência de colheita | Perda | Eficiência de derriça | Repasse | Desfolha |
|-------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|-----------------------|---------|-------------------------|
| | L planta ⁻¹ | L planta ⁻¹ | % | % | % | % | Kg planta ⁻¹ |
| 1 | 9,45 a | 6,18 a | 65,36 a | 11,26 a | 76,62 a | 23,38 a | 0,87 a |
| 2 | 8,69 a | 5,89 a | 67,84 a | 10,36 a | 78,20 a | 21,80 a | 0,79 a |
| 3 | 9,34 a | 6,58 a | 70,45 a | 8,37 a | 79,92 a | 21,18 a | 0,91 a |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de significância pelo teste Kruska-Wallis.

TABELA 5 - Carga pendente (L planta⁻¹), índice de maturação (%) e queda de frutos (L planta⁻¹ e % planta⁻¹), para o ano de 2012, na cultivar Catuaí Vermelho IAC 15.

| Época | Trat. | Carga Pendente (L planta ⁻¹) | Índice de Maturação % | Queda de Frutos (L planta ⁻¹) | Queda de Frutos (% planta ⁻¹) |
|-------|-------|--|-----------------------|---|---|
| 0 | 1 | 5,38 | 2,2 | 0,05 | 0,84 |
| | 2 | - | - | - | - |
| 1 | 1 | 5,75 a | 8,7 a | 0,03 a | 0,55 a |
| | 2 | 5,78 a | 9,7 a | 0,03 a | 0,54 a |
| 2 | 1 | 7,03 a | 34,9 a | 0,03 a | 0,43 a |
| | 2 | 6,22 a | 25,6 a | 0,02 a | 0,31 a |
| 3 | 1 | 7,93 a | 74,9 a | 0,06 a | 0,75 a |
| | 2 | 7,88 a | 72,6 a | 0,06 a | 0,71 a |
| 4 | 1 | 4,85 a | 98,9 a | 0,75 a | 15,42 a |
| | 2 | 4,79 a | 96,3 a | 0,77 a | 16,13 a |
| 5 | 1 | 4,08 a | 98,6 a | 0,19 a | 4,75 a |
| | 2 | 4,06 a | 97,3 b | 0,23 a | 5,54 a |
| Média | 1 | 5,93 a | 76,8 a | 0,21 a | 4,38 a |
| | 2 | 5,74 a | 60,3 a | 0,22 a | 4,65 a |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de significância pelo teste Kruska-Wallis.

TABELA 6 - Carga pendente (L planta⁻¹), índice de maturação (%) e queda de frutos (L planta⁻¹ e % planta⁻¹), para o ano de 2013, na cultivar Catuaí Vermelho IAC 15.

| Época | Trat. | Carga Pendente (L planta ⁻¹) | Índice de Maturação % | Queda de Frutos (L planta ⁻¹) | Queda de Frutos (% planta ⁻¹) |
|-------|-------|--|-----------------------|---|---|
| 0 | 1 | 3,3 | 6,7 | 0,00 | 0,00 |
| | 2 | - | - | - | - |
| | 3 | - | - | - | - |
| 1 | 1 | 5,3 a | 20,2 a | 0,002 a | 0,04 a |
| | 2 | 5,5 a | 18,6 a | 0,002 a | 0,03 a |
| | 3 | - | - | - | - |
| 2 | 1 | 7,0 a | 39,0 a | 0,04 a | 0,53 a |
| | 2 | 7,2 a | 43,1 a | 0,05 a | 0,75 a |
| | 3 | 7,3 a | 41,6 a | 0,03 a | 0,40 a |
| 3 | 1 | 6,5 a | 47,2 a | 0,33 a | 5,11 a |
| | 2 | 6,5 a | 59,2 a | 0,35 a | 5,32 a |
| | 3 | 6,8 a | 60,1 a | 0,37 a | 5,38 a |
| 4 | 1 | 4,5 a | 67,4 a | 0,17 a | 3,78 a |
| | 2 | 4,3 a | 59,1 a | 0,21 a | 4,94 a |
| | 3 | 5,2 a | 59,8 a | 0,21 a | 3,99 a |
| 5 | 1 | 4,7 a | 67,3 a | 0,21 a | 4,54 a |
| | 2 | 4,5 a | 67,2 a | 0,18 a | 3,96 a |
| | 3 | 4,7 a | 78,5 a | 0,18 a | 3,81 a |
| Média | 1 | 5,0 a | 55,2 a | 0,19 a | 4,38 a |
| | 2 | 5,0 a | 57,1 a | 0,20 a | 4,67 a |
| | 3 | 5,4 a | 60,0 a | 0,19 a | 4,08 a |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de significância pelo teste Kruska-Wallis.

Por outro lado, foi encontrada diferença significativa para o índice de maturação (Tabela 5), na época 5, com 97,3% para o Tratamento 2 e 98,9% para o Tratamento 1 (testemunha), evidenciando o evento fisiológico de inibição da biossíntese de etileno.

Com relação à queda natural na cultivar Acaia Cerrado MG 1474, verificou-se na safra de 2013 (Tabela 7) diferença significativa, apresentando o Tratamento 3 menor queda em relação ao Tratamento 1, nas Épocas 2, 3, 4 e 5. Conforme descrito por Gomes e Barbosa (2013), produtos à base de acetato de potássio permitem a manutenção do fruto na planta por mais tempo,

através da inibição da síntese do etileno. No presente trabalho, a aplicação do produto à base de acetato de potássio pode ter causado um atraso no amolecimento dos tecidos, mantendo os frutos com uma maior força de desprendimento, o que explica a menor queda natural observada no Tratamento 3.

Tais resultados são semelhantes a diferentes estudos sobre a ação da biossíntese de etileno na abscisão de frutos, para o pêssego (RASORI et al., 2002; RUPERTI et al., 2002), caqui (NAKANO et al., 2003) e maçã (DAL CIN et al., 2005; LI; YUAN, 2008). Para as demais variáveis analisadas não foi observada diferença significativa (Tabela 7).

TABELA 7 - Carga pendente ($L\ planta^{-1}$), índice de maturação (%) e queda de frutos ($L\ planta^{-1}$ e $\%\ planta^{-1}$), para o ano de 2013 na cultivar Acaia Cerrado MG 1474.

| | Época | Trat. | Carga Pendente (L/Planta) | Índice de Maturação % | Queda de Frutos (L/Planta) | Queda de Frutos (%/Planta) |
|-------|-------|-------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| ACAIÁ | 0 | 1 | 9,7 | 3,4 | 0,00 | 0,00 |
| | | 2 | - | - | - | - |
| | | 3 | - | - | - | - |
| | 1 | 1 | 8,3 a | 22,3 a | 0,002 a | 0,02 a |
| | | 2 | 9,2 a | 12,0 a | 0,001 a | 0,01 a |
| | | 3 | - | - | - | - |
| | 2 | 1 | 10,3 a | 49,2 a | 0,03 ab | 0,26 ab |
| | | 2 | 10,5 a | 45,3 a | 0,05 a | 0,43 a |
| | | 3 | 10,2 a | 46,1 a | 0,02 b | 0,17 b |
| | 3 | 1 | 8,7 a | 80,6 a | 0,34 a | 3,88 a |
| | | 2 | 8,5 a | 62,0 a | 0,45 ab | 5,32 ab |
| | | 3 | 9,7 a | 71,2 a | 0,17 b | 1,78 b |
| | 4 | 1 | 7,5 a | 68,9 a | 0,20 ab | 2,72 ab |
| | | 2 | 6,7 a | 74,5 a | 0,23 a | 3,43 a |
| | | 3 | 7,2 a | 67,9 a | 0,12 b | 1,70 b |
| | 5 | 1 | 8,7 a | 81,1 a | 0,188 a | 2,17 ab |
| | | 2 | 8,0 a | 84,7 a | 0,186 ab | 2,33 a |
| | | 3 | 8,3 a | 74,2 a | 0,114 b | 1,37 b |
| | Média | 1 | 8,8 a | 70,0 a | 0,2 a | 2,3 a |
| | | 2 | 8,4 a | 66,6 a | 0,2 a | 2,9 a |
| | | 3 | 8,8 a | 64,9 a | 0,1 a | 1,3 a |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de significância pelo teste Kruska-Wallis.

O pico da queda natural, no ano de 2013, para a cultivar Acaia Cerrado MG 1474 foi observado na Época 3 (Figura 2) resultado de precipitação de 30mm no dia (25/Maio) e 25mm no dia (26/Maio) (Figura 1-B), apresentando diferença significativa, com menor queda natural para o tratamento 3, que recebeu a dose de 5 + 5 litros do inibidor da biossíntese de etileno, o que corrobora com trabalho realizado por Silva et al. (2011), que estudaram a queda natural dos frutos, encontrando influência pela ocorrência de chuvas e ventos.

Na análise de correlação de Pearson, entre as variáveis estudadas, observou-se correlação moderada positiva entre as características queda natural e porcentagem de frutos no estádio bóia, significando que a queda natural é parcialmente explicada pela quantidade de frutos no estádio bóia que a planta apresenta. O mesmo efeito ocorreu quando se analisou a variável queda natural em relação ao índice de maturação. Tais resultados corroboram com Silva et al. (2010) que, estudando a força de desprendimento dos frutos encontraram força entre 0,42 e 1,12 (N) para os frutos no estádio bóia, inferiores às forças dos frutos nos estádios cereja e verde. Dessa forma, os frutos no estádio bóia podem ser lançados para fora do sistema de recolhimento da colhedora pelo impacto das varetas vibratórias, podendo alterar a porcentagem de perda de colheita.

Analisando a correlação entre a porcentagem de frutos no estádio cereja e a eficiência de derriça (0,5545), verificou-se correlação positiva moderada. Desta maneira, quanto maior a quantidade de frutos no estádio cereja, maior a eficiência de derriça. Esse fato pode também ser explicado parcialmente pela correlação moderada negativa entre a porcentagem de frutos no estádio cereja e a porcentagem de perda de colheita (-0,6321), onde quanto maior a porcentagem de frutos cereja menores foram as perdas, aumentando a eficiência de derriça (Tabela 8).

De acordo com a correlação negativa obtida para as porcentagens de frutos no estádio verde, em relação à queda natural e também frutos no estádio verde, em relação à eficiência de derriça, observou-se para maior porcentagem de frutos verdes, menor ocorrência de queda natural e menor eficiência de derriça. Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (2013) que, estudando o efeito do Mathury®, na maturação de frutos de café, variedade Catuaí Vermelho, concluíram que a aplicação do produto aumentou a intensidade de frutos da coloração verde e, conseqüentemente, diminuiu a queda natural dos frutos. Tal fato mostrou-se inversamente proporcional à correlação moderada positiva entre o índice de maturação e a eficiência de derriça, em que, quanto maior o índice de maturação, maior a eficiência de derriça.

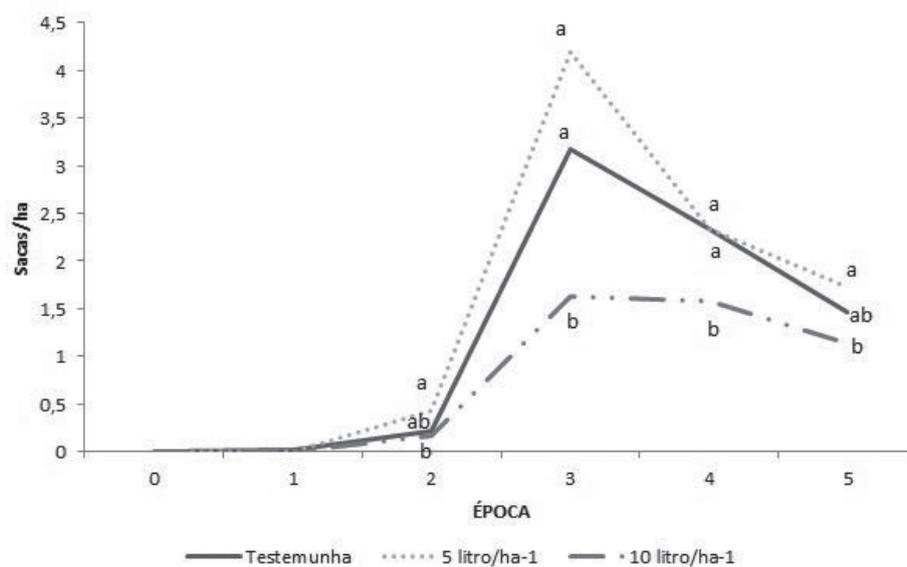


FIGURA 2 - Comportamento da queda natural dos frutos em sacas, por hectare, para a cultivar Acaia Cerrado MG 1474, no ano de 2013.

TABELA 8 - Coeficiente de Correlação de Pearson para queda natural dos frutos, eficiência de colheita, eficiência de derriça e perda de frutos.

| | % Queda Natural | Eficiência Colheita | Eficiência Derriça | % Perda |
|----------------|-----------------|---------------------|--------------------|------------|
| % Bóia | 0,6651 ** | 0,3955 *** | 0,6798 ** | 0,7541 ** |
| % Cereja | -0,0038 **** | 0,3122 *** | 0,5545 ** | -0,6321 ** |
| % Verde | -0,5251 ** | 0,3919 *** | -0,6582 ** | -0,7159 ** |
| Índice de Mat. | 0,5251 ** | 0,3919 *** | 0,6582 ** | 0,7159 ** |
| Força Verde | -0,3169 *** | 0,1132 *** | 0,2035 *** | 0,2575 *** |
| Força Cereja | -0,4597 *** | 0,4507 *** | 0,4167 *** | 0,1516 *** |

*Correlação Forte, **Correlação Moderada, ***Correlação Fraca, ****Correlação Ínfima

Observou-se correlação negativa entre a porcentagem de frutos no estágio verde e a porcentagem de perdas de colheita (Tabela 8). Dessa forma, quanto maior a porcentagem de frutos no estágio verde na planta, menores valores de perdas na colhedora foram encontrados. Tais resultados podem ser explicados pelo fato dos frutos verdes apresentarem força de desprendimento mais elevada, fato que diminuiu o volume de café derriçado pela máquina, fazendo com que as perdas de colheita fossem menores.

Analisando a correlação positiva encontrada entre o índice de maturação e a porcentagem de perda (Tabela 8), observou-se que o maior índice de maturação resultou na maior quantidade de perda de colheita.

De acordo com os resultados obtidos, acredita-se que o produto aplicado teve efeito na diminuição da síntese de etileno, visto que ocorreu um aumento na eficiência da colheita, bem como uma diminuição na perda desses frutos, porém com uma manutenção do índice de maturação, quando comparada à testemunha. Conforme Gomes e Barbosa (2013), produtos à base de acetato de potássio permitem a manutenção do fruto na planta por mais tempo, pela redução de etileno.

O hormônio etileno tem participação direta na síntese e ativação das enzimas celulase e poligalacturonase, que participam do afrouxamento da parede celular. A diminuição na síntese desse hormônio, no presente trabalho, pode ter causado um atraso no amolecimento dos tecidos, mantendo os frutos com uma maior força de desprendimento. Essa diminuição na síntese do etileno pode ter interferido na síntese dessas enzimas, porém o processo de maturação dos frutos não foi afetado.

4 CONCLUSÕES

A aplicação do inibidor da biossíntese de etileno, na dose de 5 litros por hectare, demonstra maior eficiência de colheita, nos anos de 2012 e 2013, para a cultivar Catuaí Vermelho IAC 15.

A aplicação de duas doses do inibidor de etileno (5 + 5 litros por hectare) diminuiu a queda natural para a cultivar Acaia Cerrado MG 1474, no ano de 2013.

5 REFERÊNCIAS

- CAMPA, C. et al. Trigonelline and sucrose diversity in wild *Coffea* species. **Food Chemistry**, Washington, v. 88, p. 39-43, Jan. 2004.
- CASSIA, M. T. et al. Quality of mechanized coffee harvesting in circular planting system. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, p. 28-34, 2013.
- DALCIN, V. et al. Ethylene biosynthesis and perception in apple fruitlet abscission (*Malus domestica* L. Borck). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, n. 421, p. 2995-3005, Nov. 2005.
- DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 152, n. 4, p. 465-512, Dec. 2006.
- GOMES, D. H. S.; BARBOSA, D. S. G. Efeito do Mathury na uniformidade de maturação do cafeeiro. **Revista ProCampo**, Linhares, n. 36, p. 22-23, jan. 2013.
- LAVIOLA, B. G. et al. Alocação de fotoassimilados em folhas e frutos de cafeeiro cultivado em duas altitudes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1521-1530, nov. 2007.

- LI, J.; YUAN, R. NAA and ethylene regulate expression of genes related to ethylene biosynthesis, perception, and cell wall degradation during fruit abscission and ripening in 'Delicious' apples. **Journal of Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 27, n. 3, p. 283-295, Sept. 2008.
- NAKANO, R. et al. Ethylene biosynthesis in detached young persimmon fruit is initiated in calyx and modulated by water loss from the fruit. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 131, n. 1, p. 276-286, Jan. 2003.
- OLIVEIRA, E. et al. Influência da vibração das hastes e da velocidade de deslocamento da colhedora no processo de colheita mecanizada do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p. 714-721, 2007.
- PRASANNA, V.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Fruit ripening phenomena: an overview. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, v. 47, p. 1-19, 2007.
- RASORI, A. et al. Characterization of two putative ethylene receptor genes expressed during peach fruit development and abscission. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 379, p. 2333-2339, May 2002.
- RUPERTI, B. et al. Ethylene responsive genes are differentially regulated during abscission, organ senescence and wounding in peach (*Prunus persica*). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 368, p. 429-437, Mar. 2002.
- SÁ, C. R. L. et al. **Métodos de controle do etileno na qualidade e conservação pós colheita de frutas**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2008. 36 p. (Documentos, 111).
- SALES, R. S. **Avaliação da regulação do freio dos vibradores de colhedoras na eficiência de derriza do café**. 2011. 52 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- SCUDELER, F. et al. Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 129-139, 2004.
- SILVA, F. C. et al. Comportamento da força de desprendimento dos frutos de cafeeiro ao longo do período de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 468-474, mar./abr. 2010.
- SILVA, F. M. et al. Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 309-315, 2003.
- SILVA, F. M. et al. Avaliação da colheita mecanizada do café com o uso do ethephon. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 1-6, abr./jun. 2006.
- SILVA, F. M. et al. Planejamento da colheita mecanizada da lavoura cafeeira em função da maturação e queda natural dos frutos. In: SIMPÓSIO MECANIZAÇÃO DA LAVOURA CAFEIEIRA, 2., 2011, Três Pontas. **Anais...** Três Pontas: PROCAFÉ, 2011. p. 83-116.
- SILVA, F. M. et al. Uso do Ethrel na colheita mecanizada e seletiva do café arábica. **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 178-182, jul./dez. 2009.
- SILVA, J. A. et al. Characterization of ripening behavior in transgenic melons expressing an antisense 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) oxidase gene from apple. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 32, n. 3, p. 263-268, June 2004.
- SILVA, R. A. et al. Efeito do Mathury® na maturação de frutos de café variedade Catuaí Vermelho. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 3, p. 66-74, 2013.