



USO DE INDUTORES E INIBIDORES DA SÍNTESE DE ETILENO NA CULTURADO CAFÉ

USE OF INDUCERS AND INHIBITORS OF ETHYLENE SYNTHESIS IN COFFEE CROPPING

Gabriela Maria Oliveira Monteiro¹

André Moraes Reis²

RESUMO

O café é um produto muito importante para a economia do Brasil, porém sua produção acaba sofrendo vários problemas devido as várias floradas. Desta forma, esse estudo buscou avaliar o efeito da inibição e indução de biossíntese de etileno no cafeeiro. O experimento foi instalado no município de Varginha, MG, em uma lavoura de café Catuaí Vermelho. Os tratamentos foram a aplicação de um inibidor e um indutor de etileno, e a testemunha onde não foi realizada a aplicação de nenhum produto no cafeeiro. O delineamento experimental utilizado foi em DBC com 3 tratamentos e 7 repetições, totalizando-se 21 parcelas. Cada parcela possuiu 10 plantas, sendo avaliada apenas as 8 centrais. Os tratamentos foram aplicados em abril de 2023 e as avaliações ocorreram após 80% dos frutos maduros da testemunha. Sendo avaliado o desfolhe antes e após a colheita, maturação, porcentagem de café colhido na árvore e no chão e rendimento. Após as avaliações, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias e foram comparadas pelo teste de média Scott Knott a 5% de probabilidade pelo software estatístico SISVAR®. Através dos resultados evidenciou-se que o Hold® influenciou em uma menor desfolha no cafeeiro, uma maior % de frutos de café na planta e uma menor % de frutos no chão. Em questão da testemunha ela proporcionou um menor volume necessário de grãos para se fazer uma saca de café beneficiada. Já o Ethrel® proporcionou apenas uma maior porcentagem de grãos maduros na planta.

Palavras-chave: *Coffea* spp.; indução do etileno; inibição do etileno.

ABSTRACT

Coffee is a very important product for Brazil's economy, but its production ends up suffering several problems due to the various flowerings. Therefore, this study sought to evaluate the effect of inhibition and induction of ethylene biosynthesis in coffee plants. The experiment was installed in the municipality of Varginha, MG, on a Catuaí Vermelho coffee farm. The treatments were the application of an inhibitor and an ethylene inducer, and the control where no product was applied to the coffee tree. The experimental design used was DBC with 3 treatments and 7 replications, totaling 21 plots. Each plot had 10 plants, with only

¹ Bacharelado em Eng. Agrônômica, Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG. monteiro.gabriela@gmail.com.

² Mestre, Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS/MG. andre.reis@professorunis.edu.br.

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

the central 8 being evaluated. The treatments were applied in April 2023 and the evaluations took place after 80% of the control fruits were ripe. Defoliation before and after harvest, maturation, percentage of coffee harvested on the tree and on the ground and yield were evaluated. After the evaluations, the data were subjected to analysis of variance and the means were compared using the Scott Knott mean test at 5% probability using the SISVAR® statistical software. The results showed that Hold® influenced less defoliation in the coffee tree, a higher % of coffee fruits on the plant and a lower % of fruits on the ground and, in addition, a smaller volume of beans needed to make a bag of benefited coffee. Ethrel®, on the other hand, only provided a higher percentage of ripe beans in the coffee plant.

Keywords: Coffee spp.; ethylene induction; ethylene injection.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o café é um produto importante para a sua economia. No ano de 2022, o país foi responsável por exportar cerca de 2,2 milhões de toneladas de grãos, equivalente a 39,4 milhões de sacas embarcadas para o mundo considerando a soma de café solúvel, verde, torrado e moído (Conab, 2023). Embora o Brasil seja responsável por 30,4% da produção mundial, a sobrevivência da cafeicultura nacional depende da melhoria em diversos aspectos (Cecafe, 2010).

Consideram-se especialmente aqueles aspectos relacionados à eficiência da colheita e ao aumento na qualidade sensorial da bebida de café, com ênfase no aroma, sabor e adstringência (Chalfoun; Reis, 2010; Nogueira, 2014; Salva et al., 2009). Para manutenção dos altos níveis de produtividade e obtenção de produtos diferenciados tem-se a necessidade de se melhorar as etapas de cultivo, colheita e pós-colheita. Dentre os diversos fatores que influenciam a qualidade do produto, destaca-se o estágio de maturação dos frutos na fase da colheita, por ser um aspecto que possui uma extrema importância ao ser avaliado.

A desuniformidade dos frutos maduros é um dos principais problemas enfrentados na cafeicultura da atualidade em razão das sucessivas floradas, e do clima acarretando prejuízos para os processos de colheita manual ou mecanizada, e para o desempenho operacional além de interferir na qualidade do produto (Gois, 2018; Dias et al., 2014). Sucessivas floradas em um mesmo cafeeiro acabam ocasionando frutos em estádios diferentes de maturação, podendo resultar em uma maior dificuldade na colheita e um maior custo com mão de obra. E por consequência dessa desuniformidade ocorre a queda na qualidade final do produto ou a colheita escalonada, o que aumentaria o custo de produção.

Na busca de se resolver esse problema vêm surgindo no mercado agrícola produtos que auxiliam os produtores no controle da maturação, a fim de garantir uma colheita com um maior

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

volume possível de frutos cereja. Tais produtos possuem a capacidade de interferir na biossíntese do etileno (Dias et al., 2014). Embora contribua com a maturação uniformizada, o etileno é um hormônio que não modifica a semente ou o grão, mas tem a capacidade de interferir na estrutura do pericarpo aumentando a porcentagem de frutos cereja, que podem ser colhidos em uma passada com a colhedora (Dias et al., 2014).

Dentre esses produtos que podem ser utilizados como recurso ao cafeicultor de modo que tenha uma colheita com frutos em maturação uniforme, pode-se citar os que causam a inibição e os que causam aceleração da biossíntese de etileno. Dentre os que causam a aceleração da biossíntese do etileno pode-se citar o Ethrel®, que é um dos maturadores mais utilizados na cafeicultura. A síntese deste produto ocorre no vacúolo celular, que tem como precursor a metionina que sofre desintegração e converte em etileno que será translocado por difusão gasosa entre os vasos e espaços intracelulares. Já em relação aos produtos que causam a inibição da biossíntese de etileno, podemos citar o Hold®, o qual é um fertilizante foliar, que possui o efeito de reduzir o etileno.

Desta forma, esse estudo buscou avaliar o efeito de inibidor e indutor de biossíntese de etileno no cafeeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do cafeeiro para a economia brasileira

No Brasil, o café representa um dos mais importantes produtos agrícolas. A cafeicultura no país representa cerca de 31,9% da atividade agrícola e é considerada umas das principais atividades agrícolas nos mercados nacionais e internacionais (Ruela et al., 2014). O seu cultivo no Brasil é historicamente uma atividade econômica de grande destaque, sendo o país atualmente o maior produtor e exportador de café do mundo, e o segundo maior consumidor desse produto (MAPA, 2021), com uma produção total 39,8 milhões de sacas beneficiadas de 60 quilos de café em 2022 (CONAB, 2022).

O país é responsável por 30,4% da produção mundial de café, além de possuir 11 regiões produtoras, 1,88 milhão de hectares. Atualmente, os estados de Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo são os maiores produtores de café do Brasil. Destacando-se Minas Gerais como estado com a maior produção de café do país, seguido pelo estado do Espírito Santo, sendo o principal produtor de Conilon. Já o estado de São Paulo é o terceiro maior produtor e um dos mais tradicionais no cultivo de café, quase que exclusivamente do tipo Arábica (Conab, 2022).

2.2 Características agronômicas do cafeeiro (*Coffea* spp.)

Os cafeeiros, são plantas oriundas dos bosques e florestas da Etiópia região central da África, e a região sul do Sudão, no continente africano, o que contribuiu com o desenvolvimento dessas plantas em variadas altitudes e temperaturas (Camargo; Pereira, 1994; Livramento, 2010).

Essa planta é da família Rubiaceae e do gênero *Coffea*, no qual o mesmo é representado por mais de 120 espécies, dentre os quais apenas as espécies *C. arabica* e *C. canephora*, são exploradas em larga escala comercial (Davis et al., 2006).

O *Coffea* arábica se caracteriza como um ciclo perene e alcança uma altura que vai de 2 a 4m dependendo do tipo de condução (Coste, 1955). Ele possui um porte arbustivo monocaule, com copa sobre um único ramo vertical, ortotrópico, apresentando arquitetura cilíndrica. A partir dele desenvolvem-se inúmeros ramos horizontais, denominados plagiotrópicos. É nesses ramos onde desenvolvem-se as gemas florais que originarão os frutos, de modo que, os ramos plagiotrópicos são também conhecidos como ramos produtivos (Carvalho et al., 2008; Matiello et al., 2009).

Em relação as folhas do cafeeiro, elas são ovaladas com suas bordas onduladas, e medem geralmente cerca de 10 cm a 15 cm de comprimento por 4 cm a 6 cm de largura (Carvalho et al., 2008; Matiello et al., 2009), com uma coloração de predominância verde escuro, sendo que a epiderme da superfície superior das folhas apresenta aspecto brilhante (Cortez, 2001). Quanto ao seu sistema radicular, a distribuição espacial das raízes não apresenta padrão definido, podendo chegar até 2 metros de profundidade (Alves, 2008).

2.3 Fenologia do Cafeeiro (*Coffea* spp.)

O ciclo fenológico completo do cafeeiro ocorre em dois anos, apresentando uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas (De Camargo, 1985), diferindo da maioria das espécies as quais florescem na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico (Gouveia, 1984). Sendo assim, o cafeeiro é classificado como uma planta bianual e o ciclo fenológico para cafeeiros da espécie *C. arabica*, nas condições climáticas tropicais do Brasil, pode ser dividido em seis fases distintas (Quadro 1): 1) vegetação e formação das gemas foliares; 2) indução e maturação das gemas florais; 3) florada; 4) enchimento dos frutos; 5) maturação dos frutos e 6) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários (Camargo, 2001).

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

Quadro 1. Vegetação e frutificação do cafeeiro arábica, compreendendo as seis fases fenológicas, durante 24 meses.

ANO 1											
Épocas de Vegetação											
1ª FASE						2ª FASE					
Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.
Vegetação e formação das gemas foliares						Maturação das gemas florais					
											Repouso

ANO 2											
Épocas de Vegetação											
3ª FASE				4ª FASE			5ª FASE			6ª FASE	
Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.
Florada, chumbinho e expansão dos frutos.				Maturação dos Frutos			Maturação dos frutos			Repouso, senescência	
										Ramos 3º e 4º	
Período reprodutivo (novo período vegetativo)										Auto-poda	

Fonte: adaptado de Camargo e Camargo (2001).

A primeira fase consiste na formação e desenvolvimento de nós com gemas axilares que formarão os ramos laterais responsáveis pela produção de frutos no ano seguinte. Esta fase acontece durante os meses de dias longos (setembro a março) do primeiro ano do ciclo fenológico, e prepara a planta fisiologicamente para a safra do ano seguinte. A segunda fase consiste pela indução das gemas axilares (vegetativas), formadas na primeira fase, para gemas florais e seu desenvolvimento até o abotoamento, esta fase acontece durante o período de dias curtos (abril a agosto) e fecha o primeiro ano fenológico do cafeeiro. No fim desta fase (julho-agosto) as plantas entram em um período de repouso (dormência), preparatório para o florescimento. O segundo ano fisiológico inicia-se com a florada (setembro a dezembro), logo após ocorre a granação dos frutos (janeiro a março), e maturação dos frutos (abril e junho). Na última fase (julho a agosto) os ramos do cafeeiro entram em um período de repouso, senescência

e queda (Camargo, 2001).

2.4 Biossíntese de etileno na maturação dos frutos

O etileno é um gás (C₂H₄) sintetizado a partir da metionina na maioria dos tecidos em resposta ao estresse, em especial nos tecidos senescentes ou em amadurecimento. Move-se por difusão a partir do sítio de síntese. É produzido principalmente em células de plantas superiores, tendo altas concentrações nas regiões meristemáticas, folhas e flores e está diretamente e indiretamente relacionado com diversas atuações no metabolismo vegetal, (Petri, et al., 2016).

A busca por conhecimento sobre a biossíntese de etileno estimulou diversas pesquisas que visam tanto à aceleração quanto à inibição do processo de maturação. Tal controle é de grande interesse econômico, pois permite o aumento do período de comercialização e consumo dos frutos e conseqüentemente, um benefício apreciável, quer para o produtor, quer para o consumidor (Duarte, 2018; Araújo, 2014).

Em relação ao cafeeiro, a inibição ou aceleração da biossíntese de etileno podem ser utilizadas como recurso ao cafeicultor de modo que tenha uma colheita com frutos em maturação uniforme. O precursor chave do etileno nas plantas superiores é o L-metionina, que se converte em S-adenosilmetionina (SAM). A S-adenosilmetionina (SAM) é dividida em duas partes, uma parte é convertida em ácido 1-carboxílico aminociclopropano (ACC) e a outra é reciclada regenerando a L-metionina. A translocação pelo vegetal ocorre por difusão gasosa, através do xilema e do floema e pelos espaços intracelulares (Duarte, 2018; Araújo, 2014).

2.5 Desuniformidade na maturação dos frutos do cafeeiro e seus impactos econômicos

De acordo com Alves (2019) o café difere das outras plantas, possui uma floração em uma época específica do ano. Ainda, a planta floresce várias vezes ao longo de todo o ano, em razão dos climas equatoriais, onde apresentam chuvas irregulares. Após a germinação, são formados pequenos frutos de cor verde, sendo seu desenvolvimento dividido em cinco etapas. Matiello et al. (2016) explicam que é essencial a uniformidade na floração para que haja a maturação homogênea dos frutos, garantindo uma melhor colheita e uma melhor qualidade final da bebida. A uniforme dos botões florais, a abertura das flores, a uniformidade de floração e frutificação se associam a fatores climáticos e genéticos. Ainda, estudos indicam que o potencial hídrico influencia de forma decisiva nesses processos (Alves, 2019).

Para que a maturação do fruto seja realizada, ocorre uma série de reações químicas e bioquímicas, que se aumentam quando as concentrações de etileno atingem seus picos

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

máximos. Nesse processo, o fruto tem seu metabolismo alterado, elevando a concentração de açúcares e ácidos e diminuindo a clorofila, o que gera a alteração da pigmentação do fruto, que vai de verde para vermelho-cereja ou amarela, dependendo do cultivar. Há ainda a diminuição da adstringência e o desenvolvimento de compostos essenciais para o aroma: como aldeídos, ésteres, cetonas e alcoois (Alves, 2019). Vinte dias antes da maturação, aproximadamente, são transferidos para o fruto compostos essenciais para a qualidade do café. Nesta etapa, é transferido o ácido clorogênico que é o responsável pelo aroma e sabor característico da bebida (Moreira, 2007). Os graus de maturação dos frutos dependem diretamente das quantidades de floradas, que em uma lavoura estão sujeitas à regularidade de chuvas (em lavouras não irrigadas).

A colheita deve ser realizada quando existir o maior número possível de frutos no estágio cereja (Pimenta, 2003). Conforme Pimenta (2003) as fases de maturação dos frutos são divididas em chumbinho, verde, verde-cana, cereja e seco. Ainda, de acordo com Moreira (2007) a granação pode ser considerada uma fase, compreendida entre a fase verde-cana e cereja.

- **Chumbinho:** Essa é a primeira fase de maturação. Ela ocorre após seis semanas. Para diminuir a fragilidade e queda dos frutos, níveis satisfatórios de água e nitrogênio são indispensáveis.
- **Verde:** Essa é a segunda fase da maturação, onde ocorre um desenvolvimento veloz do grão, num período de 4 a 6 meses até o limite de crescimento no estágio verde. 50% da dimensão de um fruto maduro, onde já estará formado o endocarpo.
- **Verde-cana:** é a terceira fase da maturação, sendo onde ocorre a formação do endosperma.
- **Granação:** Essa é a quarta fase do fruto, sendo onde ele ganha forma mais rígida (MOREIRA, 2007).
- **Cereja:** Nessa fase ocorre a mudança na cor da casca que muda de verde à amarelo ou vermelho, período de maturação do fruto que dura de 2 a 4 meses (Moreira, 2007). É nela que se encontra o fruto ideal que origina uma bebida de qualidade superior. Composição química em níveis ótimos para o preparo de uma bebida considerada mole.
- **Seco:** Nessa fase os grãos que são secos na própria planta do café apresentam menor peso, baixas concentrações de gorduras, elevada funcionalidade da enzima poligalacturonase e consideráveis níveis de lixiviação de íons potássio. Nos grãos que se encontram no estágio de maturação verde-cana, todos os parâmetros destacados se encontram em graus intermediários (Pimenta, 2003).

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

Por ser um produto agrícola, cujo preço é baseado na qualidade, é imprescindível o investimento em melhorias nas etapas de cultivo, colheita e pós-colheita, visando a produção de cafés com qualidade superior. A inibição ou indução do etileno na fase de maturação é uma das possibilidades para isso (Cecafe, 2019).

2.6 Uso de Hold® como inibidor da biossíntese de etileno na maturação do fruto do cafeeiro

A inibição da formação e da atividade do etileno, tem como objetivo adiar a maturação dos frutos, sendo que isso pode ser obtido de várias maneiras. Nas frutas, o modo mais comum de inibição da formação e da atividade do etileno consiste no rebaixamento da temperatura do mesmo, para diminuir a taxa do seu metabolismo e particularmente a biossíntese do etileno.

No cafeeiro, em razão da maturação dos frutos ocorrer na planta, não é possível ser realizado esse método, sendo necessária a utilização de produtos que regulem a biossíntese. Lançado em 2012 pela Stoller®, o Hold® é um fertilizante foliar, que possui o efeito de reduzir o etileno, que causa o estresse nas diversas culturas. Esse produto, é composto por nitrogênio, P₂O₅, enxofre, cobalto e molibdênio (Aguiar et al., 2015). De acordo com a empresa, o Hold® é uma solução fisiológica, que possui a capacidade de melhorar a condição fisiológica e nutricional das plantas, para um melhor aproveitamento do nitrogênio (N) absorvido via solo e potencializam a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN), além de aumentar a resistência das culturas, contribuindo para um manejo de doenças. Quando a planta passa por situações que possam prejudica-la, incidindo em menor produtividade (Stoller, 2012).

Estudos favoráveis foram desenvolvidos por Dias et al. (2015) e Santinato et al. (2017) que utilizaram outros produtos inibidores da biossíntese de etileno. Nessa situação, a maturação dos frutos provenientes das primeiras floradas seria retardada, dando o tempo necessário para o desenvolvimento dos frutos das floradas mais tardias.

2.7 Uso de Ethrel® como indutor da biossíntese de etileno na maturação do fruto do cafeeiro

O Ethrel® 720 é um dos maturadores fisiológicos mais utilizados na cafeicultura, além de ser um produto alternativo, produzido pela empresa Bayer, sendo considerado um regulador de crescimento do grupo etileno, com princípio ativo do Ethephon, sendo capaz de promover maior uniformidade e induzir a maturação dos frutos através da indução do etileno. Esse produto contém o ácido 2-cloroetil-fosfônico (precursor do hormônio etileno), o qual é mantido de forma estável em meio ácido com pH em torno de 1,0. Ao ser pulverizado, via foliar, e em

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

contato com os tecidos da planta o ácido 2- cloro-etil-fosfônico é decomposto no interior das células em função da elevação do pH. Sendo assim, o princípio ativo é liberado na forma gasosa, estimulando a autocatálise desse hormônio, acelerando o processo de maturação nos frutos de café, potencializando a sinalização e desencadeando rápidas respostas fisiológicas (Scudeler et al., 2004). Porém, é necessário saber o momento exato para aplicação do Ethrel® 720, pois o efeito benéfico na maturação só é observado quando os frutos estão completamente granados. Aplicações antecipadas acabam promovendo a maturação da casca (exocarpo) e mucilagem (mesocarpo), mas o produto não age sobre o desenvolvimento e maturação da semente (endosperma/endocarpo). Além disso, o efeito de maturação é observado apenas quando pulverizado diretamente sobre o fruto, logo, cafeeiros enfolhados podem requerer maior quantidade de calda (Rodrigues, 2005).

Como o desenvolvimento dos frutos também é desuniforme numa mesma planta, existirá sempre intensidade variável de frutos verdes em diferentes estágios de desenvolvimento (Rena; Barros, 2004; Pereira et al., 2005; Dias, 2013). Esse é um dos maiores problemas quanto ao uso do Ethrel, já que a formulação do produto estimula a maturação independente do estágio de desenvolvimento (Sá et al., 2008).

3 METODOLOGIA

O experimento foi instalado na propriedade Fazenda Lagoa Azul, localizada no município de Varginha, MG nas coordenadas geográficas latitude 21°35'37''S e longitude 45°23'24''W com altitude de 900 metros. A lavoura utilizada de café arábica foi da cultivar Catuaí Vermelho, com uma idade de 2 anos e meio da lavoura.

Foram avaliados no experimento dois produtos, sendo um inibidor de etileno e o outro indutor de etileno, e a testemunha onde não foi realizada a aplicação de nenhum produto de indução ou inibição no cafeeiro.

Os tratamentos do experimento foram: (T1) – Testemunha não sendo feita nenhuma aplicação dos produtos testados; (T2) – 1 aplicação do produto HOLD® na dosagem 2L. ha⁻¹ e (T3) – 1 aplicação do produto ETHREL® na dosagem 400mL.ha⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em DBC (Delineamento em blocos casualizados) com 3 (três) tratamentos e 7 (sete) blocos, totalizando 21 (vinte e um) parcelas, sendo que cada parcela possui 10 plantas, com uma totalidade de 210 plantas. Sendo a área útil considerada, apenas as 8 plantas centrais e as plantas paralelas foram consideradas bordaduras.

Foi realizada apenas 1 aplicação dos tratamentos, e ela ocorreu no dia 25 de abril de

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

2023. Sendo a aplicação do ETHREL® realizada com o auxílio de um pulverizador costal utilizando um volume de calda de 26mL na bomba de 20L. Já a aplicação do HOLD ® ocorreu com o auxílio de um pulverizador costal com um volume de calda de 200mL na bomba de 20L.

As avaliações foram realizadas quando a testemunha estava com 80% dos frutos maduros, sendo avaliadas as 8 (oito) plantas centrais de cada parcela. Foram avaliados: o desfolhe antes e após a colheita, maturação cereja, porcentagem de café colhido na árvore e no chão e rendimento.

A desfolha foi avaliada antes e depois da colheita, sendo utilizado um material medindo um m², onde foram avaliados a presença das folhas no local citado. A quantidade de fruto maduros uniformes foi obtida através da amostra de 100 fruto, contando-se os frutos no estágio cereja; para o rendimento foram retiradas amostras em litros/repetição, as quais foram secas em terreiro de cimento dentro de redes de polietileno para realização das análises de rendimento (litros de café em cereja por saca beneficiada), que foi determinada retirando uma amostra dos frutos colhidos, que é seca e beneficiada, e posteriormente pesado o volume de café beneficiado e calculado quantos litros de frutos colhidos são necessários para produzir uma saca de café beneficiada.

As características avaliadas, foram submetidas à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de média Scott Knott a 5% de probabilidade por meio do software estatístico SISVAR® (Ferreira, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos dados pela ANOVA, foi possível observar que houve significância para todas as características avaliadas no experimento (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da ANOVA para a desfolha antes (DAC) e após a colheita (DDC), maturação (M), porcentagem de café colhido na árvore (CCA) e no chão (CCC) e rendimento de café (R), submetido ao tratamento com um maturador e inibir de etileno. Varginha/MG, 2023.

FV	GLPr>Fc (DAC)	Pr>Fc (DDC)	Pr>Fc (M)	Pr>Fc (CCA)	Pr>Fc (CCC)	Pr>Fc (R)
TRAT	20,0339*	0,0143**	0,0008**	0,0000**	0,0010**	0,0000**
REP	60,4444	0,3456	0,4539	0,3568	0,5649	0,4568
Erro	12					
Total	20					
CV (%) =	21,97	17,37	12,37	14,31	11,58	22,69
Média geral:	41,97	30,35	32,87	54,25	35,67	54,55

*Significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade.

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

Em relação à desfolha antes e após a colheita do café, foi observado um comportamento uniforme entre os tratamentos, ou seja, a testemunha e o tratamento usando Ethrel, tanto antes como após a colheita causaram as maiores médias para o desfolhe nas plantas (Tabela 2). Tais resultados podem ser explicados pelo fato de que a indução do etileno causada pelo Ethrel®, causou um grande volume de produção de etileno na planta de café e isso acarretou um maior desfolhe das plantas de café, devido ao efeito do etileno de envelhecer diferentes partes das plantas, o que inclui as folhas, os ramos e também os frutos. Já em relação a testemunha o alto índice de desfolha se dá devido ao estresse que a planta possa ter passado durante a época de antes e após a colheita, fazendo com houvesse uma alta produção de etileno. Já o tratamento utilizando-se Hold®, por ser um inibidor de etileno, a planta conseguiu segurar por mais tempo as folhas, havendo assim uma menor porcentagem de desfolha.

De acordo com Carvalho et al. (2001), o uso do Ethrel promoveu uma desfolha de 2,5% a 2,9% maior na colheita do café, dependendo da cultivar de café.

Petri et al. (2016), relatam que o etileno está diretamente e indiretamente relacionado com diversas atuações no metabolismo vegetal, porém as pesquisas mais recentes têm comprovado o seu efeito direto nos seguintes efeitos fisiológicos: germinação e crescimento de gemas, amadurecimento de frutos, floração, crescimento de plântulas, perda de folhas e frutos, senescência.

Carvalho et al. (2003), em um de seus experimentos verificou que a aplicação de indutor de etileno proporciona uma antecipação e uniformidade na maturação dos frutos do cafeeiro, porém influencia em uma desfolha mais acentuada logo após a sua aplicação.

Tabela 2. Resultados médios para a desfolha antes (DAC) e após a colheita (DDC) em %, maturação cereja (M) em %, café colhido na árvore (CCA) e no chão (CCC) em % e rendimento de café (R) em L.saca⁻¹.

TRATAMENTOS	DAC (%m ²)	DDC (%m ²)	M (%)	CCA (%)	CCC (%)	R (L.saca ⁻¹)
T1 –Testemunha	12 b	22 b	76,67 b	64,71 b	35,29 b	454,35 a
T2- Hold ®	8 a	18 a	65,78 a	76,73 c	23,27 a	497,23 b
T3- Ethrel®	15 b	26 b	91,94 c	49,76 a	50,24 c	508,12 c
CV (%) =	21,97	17,37	12,37	14,31	11,58	22,69

*Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de significância.

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

Em relação à maturação dos frutos do café (Tabela 2), observou-se que o tratamento onde foi utilizado o produto Ethrel® ocorreu uma maior maturação dos frutos, sendo que esse tratamento se diferenciou estatisticamente dos demais avaliados. Além disso observou-se que o tratamento T2 onde foi aplicado o Holdl® foi o tratamento que resultou a menor porcentagem de frutos de café maduros, devido ao efeito do produto que inibe o etileno influenciando em mais grãos verdes na planta. Esses resultados podem ser explicados pelo fato que o produto maturador como o Ethrel® possui uma ação externa ao fruto, ou seja, ele tem o poder de maturação na sua casca do café, proporcionando assim um maior percentual de café cereja colhido.

Esse resultado colabora com um experimento feito por Silva et al. (2009), que avaliaram diferente produtos na inibição ou indução do etileno, e constataram que obtiveram um aumento de 36% para 60% nos tratamentos com Ethrel, representando um aumento em volume de cereja de 66%. De acordo com Carvalho et al. (2022), os maturadores influenciam na antecipação da colheita e na uniformidade dos frutos.

Garcia et al. (2000), em um de seus estudos sobre o efeito do Ethrel na cultura do cafeeiro, verificaram que houve um aumento significativo na porcentagem de frutos maduros, quando comparado a cafeeiros não tratados.

Em relação aos frutos colhidos na planta (Tabela 2), foi observado que o tratamento onde utilizou-se o produto Hold ® havia uma maior porcentagem de frutos na planta para ser colhido, sendo que esse tratamento se diferenciou estatisticamente dos demais tratamentos. Também se observou que no tratamento onde utilizou-se o Ethrel ocorreu uma menor porcentagem de frutos para serem colhidos na planta de café, devido ao efeito do produto que causa uma maturação maior dos produtos, diminuindo os mesmos na planta. Esses resultados superiores no tratamento com uso de Hold podem ser explicados pelo fato de que por ele ser um inibidor do etileno, o produto fez com que houvesse uma diminuição de parte da queda dos frutos na planta de café provenientes das primeiras floradas, através de um retardo no amadurecimento dos frutos precoces, “deixando-os” paralisados até o término do desenvolvimento dos frutos das floradas mais tardias.

Esses resultados encontrados no presente experimento colaboram com estudos sobre os inibidores de biossíntese de etileno em frutos que tem efeito de reduzir a produção de etileno e atrasar o amadurecimento, bem como abscisão de frutos maduros (Yuan; Carbaugh, 2007).

Estudos de Santinato et al. (2017) e Dias et al (2015) mostraram que a aplicação do inibidor da biossíntese de etileno pode aumentar a fixação das flores e frutos, o que pode

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

uniformizar a maturação e a colheita, reduzindo a queda dos frutos provenientes das primeiras floradas (Dias et al., 2015). Nessa situação, a maturação dos frutos provenientes das primeiras floradas seria retardada, dando o tempo necessário para o desenvolvimento dos frutos das floradas mais tardias.

Já em relação aos frutos colhidos no chão (Tabela 2), foi observado que a o tratamento utilizando-se Ethrel foi o tratamento em que proporcionou a maior porcentagem de frutos de café no chão, sendo que esse tratamento se diferenciou estatisticamente dos demais tratamentos. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que o Ethrel causa a indução do etileno, influenciando em uma maturação forçada dos frutos e assim por haver vários frutos maduras, eles acabam caindo da planta influenciando em um maior número de frutos no chão. Já a testemunha devido as várias floradas que ela acaba sofrendo uma queda desuniforme dos frutos.

Dias et al. (2014) relatam que no cafeeiro, a maturação desuniforme acontece de forma corriqueira na cafeicultura brasileira em razão das sucessivas floradas que, em razão do clima de cada região, podem ocorrer de 2 a 5 vezes ao ano. E isso acaba fazendo com que os frutos se desenvolvam de maneira irregular, prejudicando os processos de colheita manual ou mecanizada, afetando ainda, o desempenho operacional e a qualidade do produto.

Os autores Dias et al (2015) e Alves (2019) relatam que o cafeeiro sofre com o estresse ocasionado pela falta ou excesso de água, variação na temperatura, disponibilidade de nutrientes, ocorrência de pragas e doenças. Com as diversas floradas que sofre, os frutos surgem de maneira desigual, ocasionando o amadurecimento de uns grãos, enquanto outros ainda estão verdes na mesma árvore.

Em relação ao rendimento de café em (L.saca⁻¹) (Tabela 2), evidenciou-se através dos resultados que os tratamento onde utilizou-se o produto Ethrel® e o produto Hold® foram os tratamentos onde necessitou-se de um maior volume em litros de café cereja beneficiados para se produzir uma saca de 60 kg. Já a testemunha foi o tratamento onde necessitou-se o menor volume em litros de café beneficiado para produzir uma saca de café beneficiado. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que o produto Hold® atrasou a maturação dos frutos pelo fato de ser um inibidor do etileno influenciando assim em mais frutos verdes, que tendem a render menos e por isso necessitando-se de um maior volume de frutos para se formar uma saca de café beneficiada. Já em relação o tratamento onde utilizou-se Ethrel®, o produto só influenciou no amadurecimento da casca do fruto, não interferindo no desenvolvimento do interior do fruto e isso acabou influenciando a frutos maduros, porém não bem formados, sendo o que chamamos de frutos chochos, secos, et. E a testemunha se sobressaiu pelo fato de que o

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

proporcionou um maior volume de frutos maduros.

De acordo com Reagro (2009), produtos indutores de etileno possuem ação externa ao fruto, ou seja, possuem o poder de maturação na casca do café. Assim, o maturador não acelera o desenvolvimento fisiológico do fruto/semente.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados e nas condições que o experimento foi realizado, evidenciou-se que o inibidor de etileno Hold® influenciou em uma menor desfolha no cafeeiro, uma maior % de frutos na planta e uma menor % de frutos no chão.

Em questão da testemunha ela proporcionou um menor volume necessário de grãos para se fazer uma saca de café beneficiada de 60kg.

Já o Ethrel® proporcionou apenas uma maior porcentagem de grãos maduros na planta.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D.M.; PINTO, E.O.; SANGUINI, G.C.; AZEVEDO, G.R.; SAITO, M.Z.; DOMINGUES, M.C.S. Avaliação do desenvolvimento e produtividade *Phaseolus vulgaris* L. submetido à aplicação foliar do regulador vegetal Stimulate® e do nutriente foliar Hold®. **Revista Eletrônica Thesis**, São Paulo, ano XII, n. 23, p.89-112, 1º semestre, 2015.
- ALVES, J. D. Morfologia do Cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 334p, 2008.
- ALVES, J.J **Café Brasileiro de Qualidade**. Monografia. 99 p. Universidade Federal De Uberlândia: Patos de Minas, 2019.
- ARAÚJO, F. F. Alterações pós-colheita e resposta ao etileno em frutos de abobrinha ‘menina brasileira’. **Tese de Mestrado**, Viçosa, 2014.
- BARBOSA, D. H. S. G. et al. Efeito do Mathury na uniformidade de maturação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 18., 2011, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: SBC, 2011. p. 139
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; COONS, M. P. The physiology of flowering in coffee: a review. **Journal of coffee research**, v. 8, n. 2-3, p. 29-73, 1978.
- CAMARGO, A. D., & CAMARGO, M. D. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do brasil. **Agrometeorologia**, v. 16, n. 1, p. 65–68, 2001.
- CAMARGO, AP de; PEREIRA, A. R. Agrometeorology of the coffee crop. **Geneva: World Meteorological Organization**, p. 92, 1994.
- CARVALHO, C. H. S. et al. Cultivares de Café Arábica de Porte Baixo. In: CARVALHO, C. H. S. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 334p, 2008.
- CASTRO, et al. **Aplicações de controla dores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, p.131, 2001.

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

CECAFE. **Balço das exportações brasileiras de café – 2010.** Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/sobre-o-cafe/#>>. Acesso em: 27 abr. 2023.

CHALFOUN, S. M.; REIS, P. R. A história da cafeicultura no Brasil. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed). **Café Arábica do plantio á colheita.** Lavras: U.R. EPAMIG SM, 896 p., 2010.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café.** Primeiro levantamento, Brasília, jan. 2023.

CRISOSTO et al. Effects of water deficit on flower opening in coffee (*Coffea arabica* L.). **Tree physiology**, v. 10, n. 2, p. 127-139, 1992.

CORTEZ, J. G. Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café. 2002. 71p. Tese (Doutorado em Agronomia).

Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiróz”, Piracicaba, 2001.

DAVIS, A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 152, n. 4, p. 465–512, dez. 2006.

DAMATTA, F. M. Exploring drought tolerance in coffee: a physiological approach with some insights for plant breeding. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 16, n. 1, p. 1–6, abr. 2004.

DIAS, R.E.B.A.; SILVA, F.M.; CUNHA, J.P.B.; FERNANDES, F.C. Efeito na maturação com ação do inibidor da biossíntese de etileno. **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Junho de 2015, Curitiba – PR.

DUARTE, J. L. P. **Ação de reguladores e inibidores de crescimento no manejo da abscisão, níveis de nutrientes nas folhas, produção e qualidade de frutos de variedades de abacate (*Persea americana mill.*)**. Dissertação e Mestrado, Brasília, 2018.

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

GARCIA, A. W. R.; TEIXEIRA, A. A.; JAPIASSÚ, L. B.; FROTA, L. B.; FERREIRA, R. A. In: Congresso Brasileiro De Pesquisas Cafeeiras, 26., 2000, Marília. **Resumos...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFE, 2000. p. 295-297.

GOIS, C. M. N. **Avaliação do rendimento da colheita de cafeeiro mundo novo iac 379/19 sob utilização de etileno.** Inconfidentes, 2018.

MAPA-Ministério Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil.** 2021. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politicaagricola/cafe/cafeicultura-brasileira> Acesso em: 21 de abr. 2023.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; ALMEIDA, S.R.; GARCIA, A.W.R. **Cultura do café no Brasil.** Varginha: Futurama Editora, 2016.

MOREIRA, A. **História do café no Brasil.** São Paulo: Magma Editora cultural, 2007.

NOGUEIRA, A. C. L. **Agricultura: as Exportações Brasileiras de Café.** Análise de conjuntura, 2014.

LIVRAMENTO, D. E. Morfologia e Fisiologia do Cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed). **Café Arábica do plantio á colheita.** Lavras: U.R. EPAMIG SM, 896 p., 2010.

PETRI, J. L. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado.** Florianópolis, 2016.

PIMENTA, C. J. **Qualidade de café.** Lavras: UFLA, 2003.

RENA, A. B. et al. Cultura do cafeeiro. Fatores que afetam a produtividade. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1986.

RODRIGUES SOARES, A. et al. Irrigação e fisiologia da floração em cafeeiros adultos na

MONTEIRO, Oliveira Maria Gabriela; REIS, Moraes André. Uso de Indutores e Inibidores da Síntese de Etileno na Cultura do Café.

- região da zona da mata de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy** Maringá, v. 27, n. 1, p. 117–125, 2005.
- RODRIGUES, N.A.; REIS, E.A. DOS; TAVARES, M. Influências dos fatores climáticos no custo de produção do café arábica. **Custos e @gronegocio online**; v. 10, n. 3; Jul/Set, 2014.
- RODRIGUES, J. P. B. Efeito Do MathuryTM E Ethephon Na Maturação Dos Frutos E Qualidade Da Bebida De Café, 2005.
- RUELA, A. P. et al. **Maturação dos frutos do cafeeiro após a aplicação do ethephon.** [S.l], 2014.
- SANTINATO, F.; TAVARES, T.O.; SILVA, R.P.; SILVA, C.D.; ORMOND, A.T.S. Estratégia para uniformização da maturação de frutos do cafeeiro. **Revista. Agrarian**, v.10, n.38, p. 321-327, Dourados, 2017.
- Sá, C. R. L., Silva, E. O., Terao, D., & Saraiva, A. C. M. (2008). Métodos de Controle do Etileno na Qualidade e Conservação Pós-Colheita de Frutas. Embrapa Agroindústria Tropical, 36.
- SALVA, T. J. G. et al. **Contribuições atuais para a melhoria da qualidade do café arábica.** Documentos, IAC, Campinas, 91, 2009.
- SCUDELER, F.; RAETANO, C. G.; ARAÚJO, D.; BAUER, F. C. 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.
- SAKIYAMA, Ney Sussumu; PEREIRA, A. A.; ZAMBOLIM, L. Melhoramento do café arábica. **Melhoramento de espécies cultivadas**, p. 203-223, 1999.
- STOLLER. Hold. Disponível em: <<https://www.stoller.com.br/produtos/fisiologicos/>>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- YUAN, R.; CARBAUGH, D. H. Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of ‘Golden Supreme’ and ‘Golden Delicious’ apples. **HortScience, Alexandria**, v. 42, n. 1, p. 101-105, Feb. 2007.