

INSTITUTO FEDERAL DO ESPIRITO SANTO
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ANTONIO MARIA BARROS BOUZAN

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE UMA COLHEDORA AUTOMOTRIZ EM
LAVOURA DE CAFÉ CONILON**

Colatina

2021

ANTONIO MARIA BARROS BOUZAN

**AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE UMA COLHEDORA AUTOMOTRIZ EM
LAVOURA DE CAFÉ CONILON**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do curso de Agronomia do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, como requisito parcial para obtenção do título de graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. D.Sc. Gustavo Soares de Souza

Colatina

2021

(Biblioteca Professor Elias Minassa do Instituto Federal do Espírito Santo)

B782 Bouzan, Antonio Maria Barros.
Avaliação técnica e econômica de uma colhedora automotriz em lavoura de café conilon. / Antonio Maria Barros Bouzan. – 2021.
32 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Gustavo Soares de Souza.

Monografia (graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Curso Superior em Agronomia.

1. *Coffea canephora*. 2. Mecanização Agrícola. 3. Colheita mecanizada. 4. Custos de colheita. I. Bouzan, Antonio Maria Barros. II. Souza, Gustavo Soares de. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título

CDD 633.73



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CAMPUS ITAPINA
Rodovia BR-259, Km 70, Zona Rural, Colatina, CEP 29709-910
Tel (27) 3723-1221 Fax (27) 3723-1244

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: Antônio Maria Barros Bouzan.
ORIENTADOR: Gustavo Soares de Souza

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do componente curricular de Trabalho de Conclusão de Curso, para obtenção do grau de Agrônomo pelo Instituto Federal do Espírito Santo, *Campus Itapina*.

Gustavo Soares de Souza
Presidente da Banca Examinadora

(Res. 1/2020, Art. 19, § 3º)

Raphael Magalhães Gomes Moreira
Membro

(Res. 1/2020, Art. 19, § 3º)

Julião Soares de Souza Lima
Membro

(Res. 1/2020, Art. 19, § 3º)

Maurício Blanco Infantini
Membro

Colatina (ES), 04 de fevereiro de 2022.

AGRADECIMENTOS

Obrigado, mãe.

RESUMO

A cafeicultura do *Coffea canephora* é a atividade agrícola mais importante no estado do Espírito Santo. A colheita dos frutos é a etapa de produção mais dispendiosa, elevando os custos totais pela mobilização da mão de obra. Algumas regiões no estado apresentam escassa de mão de obra no meio rural. Ainda não existe em funcionamento um sistema de colheita totalmente mecanizado para o cafeeiro conilon. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência técnica de uma colhedora automotriz de hastes vibratórias em diferentes condições de ajuste da máquina e condução da lavoura de café conilon e medir a sua influência no custo da colheita em comparação à colheita manual. Os testes de campo foram realizados em 2017 no município de São Mateus em uma lavoura comercial de café conilon, com espaçamento de 3,50 x 0,50 m. As linhas de plantio foram compostas do clone “bamburral” alternado com uma mistura dos clones 153 e 143, na mesma linha. Os tratamentos avaliados neste trabalho foram velocidade de deslocamento (800, 1000, 1300 e 1600 m h⁻¹), agressão da colheita (1,0 e 1,5 RPM), número de ramos ortotrópicos do cafeeiro (1, 2 e 3) e plantas com e sem “saia” (terço inferior dos ramos plagiotrópicos). O aumento da velocidade de operação da máquina tem efeito direto na eficiência de derriça e colheita. O aumento no número de ramos ortotrópicos aumentou as eficiências de colheita e de derriça, a perda de chão e a desfolha e reduziu a carga pendente. O aumento da agressão não diferiu para eficiência de colheita e de derriça, perda de chão, carga pendente e desfolha. O tratamento sem “saia” apresentou maior a eficiência de colheita, menor perda de chão e menor desfolha. O aumento da velocidade de colheita de 600 a 2000 m h⁻¹ demonstrou uma redução nos custos totais e unitários em relação à manual. O aumento da eficiência de colheita também reduziu o custo total e unitário de colheita, aumentando a sua viabilidade econômica em relação à colheita manual.

Palavras-chave: *Coffea canephora*, mecanização agrícola, colheita mecanizada, custos de colheita.

ABSTRACT

The coffee growing of *Coffea canephora* is the most important agricultural activity in the state of Espírito Santo. Harvesting the fruits is the most expensive production stage, raising the total costs due to the mobilization of labor. Some regions of the state do not have labor in rural areas. There is still no fully mechanized harvesting system in place for conilon coffee. The objective of this research was to evaluate the technical efficiency of a vibrating machine harvester in different adjustment conditions of the conilon coffee machine and to measure its influence on the harvest cost compared to manual harvesting. Field trials were carried out in 2017 in the municipality of São Mateus in a commercial conilon coffee plantation, with a spacing of 3.50 x 0.50 m. The planting lines were composed of the bamboo clone alternated with a mixture of clones 153 and 143, in the same line. A self-propelled vibrating acceleration harvester was used in the tests. Ostopics in this work were displacement speed (800, 1000, 1300 and 1600 1600 m h⁻¹), harvest aggression (1.0 and 1.5 RPM), number of orthopedic coffee branches (1, 2 and 3) and plants with and without "skirt" (lower third of plagiotropic branches). Increasing machine operating speed has a direct effect on stripping and harvesting efficiencies. The increase in the number of orthotropic branches increased as harvest and destruction efficiencies, the loss of branches to defoliation and the pending load. The increase in destruction did not differ for collection and stripping efficiency, ground loss, pending load and defoliation. The treatment without "skirt" showed the highest harvest efficiency, less soil loss and less defoliation. The increase in harvest speed from 600 to 2000 m h⁻¹ reduction in total costs and one unit in total costs compared to manual. The increase in harvesting efficiency also increases the total and unitary cost of harvesting, increasing its economic viability compared to manual harvesting.

Keywords: *Coffea canephora*, agricultural mechanization, mechanized harvesting, production costs

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 A CAFEICULTURA NO BRASIL E NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	10
2.2 O SISTEMA TRADICIONAL DE CULTIVO DO CAFÉ CONILON NO ESPÍRITO SANTO	11
2.3 A MECANIZAÇÃO NA CAFEICULTURA	12
3 METODOLOGIA	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
5 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A agricultura praticada no Espírito Santo encontra na cafeicultura a sua principal atividade, abrangendo a maioria das propriedades rurais e quase a totalidade dos municípios (SILVA et al., 2017). Por isso, a cafeicultura gera empregos de forma direta e indireta, criando oportunidades para uma fração significativa da sociedade, o que alimenta a economia em todas as esferas com a geração e distribuição de renda, sendo assim, uma atividade estratégica para o estado (JUNIOR, 2018).

No Espírito Santo são produzidas as duas principais espécies de café (*Coffea* ssp.) comercializados no Brasil e no mundo, o arábica (*C. arabica*) e o conilon/robusta (*C. canephora*). O estado é o maior produtor nacional de café conilon (CONAB, 2021a), estando presente na maior parte do território, devido a adaptação ao clima quente e úmido (FERRÃO et al., 2012).

A cafeicultura do conilon é conduzida principalmente em pequenas propriedades de base familiar e com baixa adoção de tecnologias, predominando as atividades manuais. Um exemplo é a colheita do conilon, onde a derrixa dos frutos é feita manualmente sobre panos ou lonas espalhadas sobre o solo ou em peneiras fixadas nos trabalhadores (FERRÃO et al., 2012). Essa etapa da produção carece de um grande quantitativo de mão de obra em um período específico do ano e relativamente curto (100 dias), implicando na necessidade de um grande contingente de trabalhadores temporários. Em média, um trabalhador colhe de 10 a 15 sacas por dia, gastando de 20 a 30 dias para colher um hectare de café conilon ou um quantitativo de 20 a 30 pessoas para colher o mesmo hectare em um único dia.

Uma redução significativa na oferta de mão de obra no campo, principalmente no período da colheita, foi observada entre 2010 e 2014 no norte do Espírito Santo em função de um melhor cenário econômico (IDEIES, 2021), com maiores ofertas de emprego e melhores salários, o que gerou insegurança e atraso na colheita dos frutos do conilon capixaba. O atraso na colheita dos frutos de conilon, ou seja, retirar os frutos após o período adequado de maturação, quando estão com a coloração do exocarpo cereja, reduz a qualidade dos frutos e em consequência dos grãos beneficiados (FERRÃO et al., 2012), produzindo bebidas de pior qualidade, levando a um produto menos atrativo ao mercado consumidor.

A etapa de colheita na produção cafeeira apresenta elevado custo envolvido e é importante por se tratar do produto a ser convertido em recurso financeiro (SOUZA et al., 2020a). Na produção do café conilon, os custos de colheita representam de 22 a 40% do custo total de produção (DE MUNER et al., 2017). A redução do custo de colheita e, conseqüentemente, do custo de produção, pode contribuir para que os cafeicultores capixabas sejam mais competitivos no mercado nacional e internacional.

A colheita mecanizada tem sido realizada de forma eficiente e economicamente viável para o café arábica utilizando máquinas automotrizes ou não com o sistema de derriça por hastes vibratórias (OLIVEIRA et al., 2007a, b, c; SANTINATO et al., 2014, 2015a, b). A colheita mecanizada dos frutos de café arábica pode reduzir em até 62% os custos de colheita em comparação à colheita manual (LANNA et al., 2012). Variações na regulagem das colhedoras alteram a eficiência de colheita e são necessárias para cada condição da lavoura (SANTINATO et al., 2014, 2015a; OLIVEIRA et al., 2007c). As regulagens influenciam nos danos e na desfolha das plantas (OLIVEIRA et al. 2007a; SANTINATO et al., 2014, 2015a), o que impacta na produtividade da lavoura.

As diferenças morfológicas e fisiológicas existem entre as plantas de café conilon e arábica e as formas de manejo (FERRÃO et al., 2012; VERDIN FILHO et al., 2014, 2018) resultam na necessidade de maiores estudos para adaptação desta tecnologia para a cafeicultura do conilon. A mecanização da colheita do café conilon revela-se como uma alternativa às incertezas geradas pelo método manual, permitindo reduzir os custos de colheita (SANTINATO et al., 2015b; OLIVEIRA et al., 2007a). Outros benefícios são a colheita dos frutos no ponto adequado de maturação, maior rapidez na colheita e eficiência compatível com a viabilidade econômica do sistema de produção (LANNA et al., 2012).

As hipóteses testadas nesse trabalho foram: (i) a colheita mecanizada com uma máquina automotriz com hastes vibratórias é influenciada pelos diferentes ajustes da máquina e formas de condução da planta, o que influencia na sua eficiência; (ii) a colheita mecanizada do cafeeiro conilon apresenta menor custo em relação a colheita manual. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência técnica de uma colhedora automotriz em diferentes condições de ajuste da máquina e condução da lavoura de café conilon e medir sua influência no custo de colheita comparada a colheita manual.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CAFEICULTURA NO BRASIL E NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

A cafeicultura brasileira encontra posição de destaque no mercado mundial de *commodities*, tendo uma importante expansão no território nacional nos últimos anos (CONAB, 2021a), contribuindo positivamente para a balança comercial brasileira. Segundo Wedekin e Castro (1999), foram os dividendos advindos da venda do café e o seu excedente comercial um dos propulsores da industrialização do país, financiando assim o nosso desenvolvimento nessa área e revestindo de importância essa atividade econômica.

No atual panorama, o Brasil é o maior produtor mundial de café, respondendo por uma área no ano de 2021 de 2,2 milhões de hectares, sendo mais de 411 mil hectares de café conilon, com uma produção total de 47,7 milhões de sacas (60 kg de grãos crus secos a 12% de umidade e descascados), sendo 16,3 milhões de conilon (CONAB, 2021a). A produtividade média do país foi de 26,4 sacas ha⁻¹, sendo 21,9 e 43,4 sacas ha⁻¹ as produtividades do arábica e do conilon, respectivamente. Tal produção de café encontra-se dispersa em quinze estados da federação, tendo como principais produtores Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia. Dentro desta regionalidade, destaca-se o café arábica (*Coffea arabica*) pelo maior volume produzido no país, enquanto no estado do Espírito Santo a predominância é do café conilon (*Coffea canephora*).

O Estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor nacional de café, com 14,2 milhões de sacas, respondendo por 29 % da produção nacional, sendo 11,2 e 2,9 milhões de sacas de conilon e arábica, respectivamente, tornando a cafeicultura a principal atividade agrícola em solo capixaba (CONAB, 2021a). Ainda segundo a CONAB (2021a), a produtividade média de café é de 35,4 sc ha⁻¹ e que o volume de café conilon produzido representou 69 % do volume produzido no país em 2021.

O Estado do Espírito Santo apresentou uma área total de café de 441,6 mil hectares, sendo 273,7 mil hectares de conilon (CONAB, 2021a), o que corresponde por 26 % do valor bruto da produção agropecuária (GALEANO; VANDERMAS, 2021). No

estado os principais municípios produtores são Jaguaré, Vila Valério, Sooretama e Nova Venécia (SILVA et al., 2017).

2.2 O SISTEMA TRADICIONAL DE CULTIVO DO CAFÉ CONILON NO ESPÍRITO SANTO

O estado do Espírito Santo tem a sua estrutura fundiária baseada em pequenas propriedades familiares, com estabelecimentos cafeeiros de pequena dimensão (FALEIROS et al., 2010; SILVA et al., 2017). Segundo Junior (2018), o cultivo do café conilon no Espírito Santo constitui-se na mais importante atividade social e econômica do setor agrícola, sendo produzida em, aproximadamente, 40 mil propriedades rurais.

Os avanços obtidos no desenvolvimento da cafeicultura do café conilon foram em 1993 impulsionados com o lançamento das primeiras variedades clonais pelo Incaper. Variedades clonais adaptadas ao regime hídrico e à temperatura do ar regional, mais produtivas, com resistência a doenças e com ciclos de maturação precoce, médio e tardio forneceram ao longo dos anos um painel que possibilitou o aumento significativo da produtividade, tornando a cafeicultura capixaba a segunda de maior expressão entre os estados brasileiros (CONAB, 2021a; FERRÃO et al., 2012).

Nos sistemas tradicionais de cultivo do cafeeiro conilon no estado do Espírito Santo, o preparo do solo ocorre por meio de sulcamento ou abertura de covas de forma manual ou semimecanizada (FERRÃO et al., 2012). Predomina atualmente o uso de mudas clonais (propagação vegetal assexuada), ao invés de mudas seminais, com plantio de seis a nove clones por talhão, que são transplantados de forma manual, com sistema radicular mais superficial. Os clones apresentam ausência de queda de frutos após a maturação fisiológica e as lavouras são instaladas em regiões quentes com altitude inferior a 500 m (FERRÃO et al., 2017b, 2012; SOUZA et al., 2020a). As plantas são conduzidas com multicaules, com duas a cinco ramos ortotrópicos por planta e manejados com podas manuais dos ramos plagiotrópicos após a colheita (VERDIN FILHO et al., 2014, 2018). Isso confere ao café conilon uma arquitetura menos ereta e marcadamente diferenciada do café arábica.

As lavouras são conduzidas predominantemente com irrigação, seja por aspersão ou localizada. A colheita é realizada de forma manual em lonas de 6 a 10 m de comprimento por 1,5 a 2,5 m de largura, colocadas sobre o solo e sob os ramos plagiotrópicos e recebem os frutos derrichados manualmente. Esse processo predomina em regiões de relevo plano. Em regiões mais declivosas, os frutos são derrichados em peneiras fixadas na cintura dos colhedores. A secagem dos frutos é realizada em secadores mecânicos ou em terreiros de cimento e de sombrite (suspensos), de acordo com o nível tecnológico e capacidade de investimento do cafeicultor (FERRÃO et al., 2012; SOUZA et al., 2018).

Avanços na cafeicultura capixaba ainda não diminuíram a onerosa dependência da mão de obra, principalmente na fase da colheita, marcadamente escassa em algumas regiões pelo desenvolvimento urbano e sazonalidade laboral, dado o período limitado de trabalho na colheita do café (90 a 100 dias) e o seu custo dispendioso ao produtor, com gastos que correspondem a 30 % do total dos custos de produção (OLIVEIRA et al., 2007a). Segundo Souza et al. (2020a), muitas famílias rurais já migraram para os centros urbanos em busca de melhores salários, maior estabilidade financeira e maior acesso à saúde e educação. Toda essa incerteza de disponibilidade de mão-de-obra na época da colheita, leva a um aumento da especulação no preço da colheita, elevando o custo de produção, tornando o café menos vantajoso economicamente para o produtor.

Dados sobre o custo de colheita dos frutos do café conilon em importantes cidades produtoras no estado do Espírito Santo em anos recentes, como Jaguaré (2018), Pinheiros (2020) Castelo (2020), Colatina (2020) e Rio Bananal (2020), variaram de 25,6 a 34,85 % do custo total de produção (CONAB, 2021b), o que impacta de forma significativa na lucratividade do cafeicultor.

2.3 A MECANIZAÇÃO NA CAFEICULTURA

A implementação da mecanização na cafeicultura surge no Brasil na década de 1970, respondendo às demandas das diversas etapas da produção, com o objetivo de solucionar a falta da mão de obra e reduzir custos de produção. Segundo Silva et al.

(2017), tratou-se da grande saída para o Brasil manter-se na liderança em termos de produção mundial de alimentos de forma competitiva.

No mercado agrícola atual, é grande o número de máquinas disponíveis para a execução das diferentes etapas da produção cafeeira. Segundo Toledo et al. (2010), as operações agrícolas devem ser planejadas de forma racional, a fim de obter uma maior rentabilidade no campo, sendo o conhecimento dos parâmetros de desempenho uma importante ferramenta para a tomada de decisões, permitindo o melhor gerenciamento das operações mecanizadas.

Atualmente existem máquinas específicas na cafeicultura para o preparo do solo, transplântio, colheita mecanizadas e semimecanizada, podas de condução e renovação da lavoura e o beneficiamento, solucionando em muitas regiões produtoras o problema da baixa disponibilidade de mão de obra, ou mesmo em regiões com disponibilidade, mas em um custo muito elevado. Souza et al. (2018) relataram que o sulcamento mecanizado do solo reduziu de 57 a 83 % o custo em relação ao coveamento manual para o cultivo de café conilon.

Na cultura do café arábica, as atividades mecanizadas são mais desenvolvidas que no café conilon, principalmente em relação a colheita mecanizada (SILVA et al., 2013). Ainda existem lacunas sobre a viabilidade técnica e econômica da colheita mecanizada do café conilon. Isso porque o cultivo do café conilon apresenta diferenças no sistema de produção em relação ao café arábica. As plantas de café conilon são geralmente conduzidas por diversos ramos ortotrópicos, além das distinções fisiológicas e de manejo, que lhe conferem uma arquitetura menos ereta e marcadamente diferenciada do café arábica, além do sistema radicular mais superficial, resultado do plantio predominante de variedades clonais cuja origem é a propagação vegetal assexuada (SOUZA et al., 2017; 2018). Tais características, segundo Souza et al. (2020a), dificultam o uso de sistemas mecanizados no café conilon, embora a colheita mecanizada do café conilon venha sendo apontada como uma alternativa viável à falta de mão de obra e altos custos (SOUZA et al., 2020b).

Uma das características da colheita mecanizada do cafeeiro é a multiplicidade de etapas realizadas na operação, ou seja, derriça, colheita, trilha e transporte, sendo operadas por uma colhedora automotriz ou tracionado por trator. Essas máquinas são

empregadas em grandes propriedades pelos proprietários, ou de forma arrendada por empresas especializadas, tendo como declividade máxima de trabalho 20 % (CASE IH, 2020). Embora a colheita podendo ser mecanizada, a atividade manual ainda pode ser necessária na etapa de “repasso”, ou seja, realizar a retirada manual dos frutos não derriçados após a passada da máquina (carga pendente) (SOUZA et al., 2017).

O processo de colheita mecanizada do cafeeiro compreende a passagem da máquina automotriz ou acionada por trator sobre as plantas de café, realizando a passagem de toda a parte aérea pelo sistema de derriça, compreendida por um rolo agitador vertical composto de varetas horizontais que transmitem vibração às plantas de modo a derriçar os frutos, que são direcionados para um sistema de trilha com a separação das impurezas e, em seguida, conduzidos a um tanque graneleiro (SOUZA et al., 2020b). A parte inferior da maioria das colhedoras é vedada junto aos ramos ortotrópicos por placas de polietileno sobrepostas e tensionadas por molas, sistema denominado de “escama de peixe”, que direcionam os frutos para o sistema de trilha.

Neste processo de colheita no café conilon, a adoção de maquinário tem sido alvo de discussões e sido objetivo de estudos, pois, diferente do café arábica, a planta é formada por clones cuja estrutura com mais hastes dificulta a homogeneidade entre as plantas (ALMEIDA et al., 2019). Fatores como condução da lavoura, porte, força de desprendimento dos frutos, uniformidade de maturação, sistema de podas, influenciam na eficiência da colheita mecanizada do conilon, que hoje é um processo de adaptação daquela já realizada amplamente no café arábica (SOUZA et al., 2017).

Ligada diretamente à redução de custos, toda a atividade de mecanização desponta como alternativa para, além de maiores ganhos, promover outras vantagens como a elevação do rendimento da operação. Por exemplo, uma colhedora automotriz colhe em média 60 sacas de café por hora, que pode substituir um contingente de até 100 trabalhadores (ORTEGA et al., 2009). Segundo Almeida et al. (2019), no âmbito do café conilon, a colheita semimecanizada, com máquinas recolhedoras de lona, tem sido utilizada com relativo sucesso, enquanto a colheita mecânica com máquinas automotrizas ainda estão em fase de desenvolvimento, passando estas máquinas por constantes melhorias e adaptações, podendo, segundo Souza et al. (2020a,b), apresentar viabilidade técnica e econômica.

3 METODOLOGIA

Os testes de campo foram realizados em uma lavoura comercial de produção de café conilon, com espaçamento de 3,50 x 0,50 m. A área localiza-se na unidade geoambiental dos Tabuleiros Costeiros, no município de São Mateus, norte do estado do Espírito Santo, com altitude de 102 m e topografia plana.

A lavoura foi instalada em 2012 com mudas clonais após correção da fertilidade do solo e manejada com irrigação por aspersão. As linhas de plantio foram compostas do clone “Bamburral” alternado com uma mistura dos clones “153” e “143”, na mesma linha. Os testes foram realizados em julho de 2017.

Uma colhedora automotriz marca CaseIH, modelo Coffee Express 200 (Figura 1), com três rodas motrizes acionadas por motores hidráulicos, com motor de combustão interna de 75 cv, foi utilizada nos testes. A colhedora possui dois rolos agitadores verticais com hastes dispostos em paralelo na horizontal, tanque graneleiro, sistema de descarga lateral e dimensões de 3,27 m de altura total e 3,50 m de largura operacional. A máquina, constituída por dois rolos derriçadores com 864 varetas por rolo, palhetas recolhedoras retráteis com ajuste de inclinação, tanque graneleiro de 2000 L, motor de 75 cv e tanque de combustível com 75 L de capacidade. As dimensões são de 3290 mm entre os eixos do rodado, 1400 mm entre os eixos dos agitadores, 5730 mm de comprimento total, 3685 mm de altura total, pneus 500/60 – 15.5 e massa total de 6900 kg. Desloca-se sobre as plantas que ficam em contato nas laterais com os ramos ortotrópicos que vibram e derriçam os frutos por meio do impacto e da vibração transmitida à planta (VILLIBOR et al., 2016).

Os tratamentos avaliados neste trabalho foram velocidade de deslocamento da colhedora (800, 1000, 1300 e 1600 m h⁻¹), agressão da colheita (1,0 e 1,5 RPM), número de ramos ortotrópicos do cafeeiro (1, 2 e 3) e plantas com e sem “saia” (terço inferior dos ramos plagiotrópicos). A frequência de vibração das hastes da automotriz utilizada nos testes foi de 1000 RPM. A velocidade de deslocamento na colheita foi medida no velocímetro da máquina e utilizando uma distância mínima de 15 m de colheita para estabilizar a velocidade. A agressão da máquina, ou seja, a rotação do rolo vertical onde as hastes vibratórias são aderidas, foi ajustada previamente e

verificada ao final do ensaio. O número de ramos ortotrópicos e a presença e ausência de “saia” foram definidas logo após a colheita anterior em 2016.

Figura 1 – Colhedora automotriz utilizada nos testes (A) e detalhe da unidade de derrça por varetas vibratórias, da unidade de recebimento dos frutos e impurezas por placas de polietileno do tipo “escama de peixe” e sistema de trilha e transporte (B).



Fonte: Gustavo Soares de Souza.

As avaliações técnicas foram realizadas com três repetições em parcelas distribuídas aleatoriamente nas linhas, analisando 10 plantas contínuas e utilizando um delineamento inteiramente casualizado. A produtividade dos clones foi medida em três plantas representativas por parcela. Antes da colheita mecanizada, panos de 2,50 x 6,00 m (Figura 2) foram estendidos sobre o solo em três locais, de cada lado da linha de plantio, sob dez plantas, para medir as perdas de frutos no chão e os frutos não derrçados (SANTINATO et al., 2015). As medições dos frutos foram realizadas em volume (OLIVEIRA et al., 2007a), utilizando um balde graduado de 20 L (Figura 2).

A eficiência de derrça foi medida pela porcentagem de frutos derrçados em relação à produtividade das plantas. A eficiência de colheita dos frutos, a perda de chão e os frutos não derrçados (carga pendente) foram obtidas em porcentagem, considerando

os frutos colhidos pela máquina, os frutos perdidos no chão e os frutos que permaneceram aderidos na planta, respectivamente, em relação à produtividade das plantas (OLIVEIRA et al., 2007a; SANTINATO et al., 2015). A desfolha foi mensurada em massa fresca após a passada da colhedora automotriz, utilizando uma balança portátil digital.

Figura 2 – Panos utilizados para medir a perda de chão e a desfolha das plantas (A) e balde utilizado para medir o volume de frutos produzidos (B).



Fonte: Gustavo Soares de Souza.

A partir do levantamento dos índices técnicos, o custo operacional da colheita mecanizada ($R\$ h^{-1}$) foi calculado a partir dos custos fixos e variáveis, adaptado de Pacheco (2000) e Cunha et al. (2016a, b), utilizando informações de preço e custos da safra 2020/2021. A depreciação da máquina foi medida pelo método linear, considerando um valor unitário de $R\$ 700.000,00$, vida útil de 10 anos, uso de $800 h$ ano^{-1} e um valor residual de 10% (OLIVEIRA et al., 2007a, PACHECO, 2000). A taxa de juros considerada foi de 8,5 % ao ano. As taxas de seguro e alojamento utilizadas foram de 1,0 % do valor da colhedora, respectivamente. O consumo de combustível e lubrificantes foram obtidos com o fabricante da colhedora. O valor do combustível (diesel) foi de $R\$ 4,82$ por litro, média do estado no dia 23/10/21 (ANP, 2021). O custo

com manutenção foi de 100 % do preço de aquisição da máquina. O custo do salário do operador foi de R\$ 1.400,00 mensais acrescidos dos encargos (37 %).

O custo total da colheita mecanizada (R\$ ha⁻¹) foi calculado para velocidades de 800 a 1600 m h⁻¹ e eficiência de colheita variando de 50 a 90 % para lavouras com produtividade, variando de 60 a 140 sacas ha⁻¹. O custo total foi obtido pelo somatório dos custos de colheita, repasse de solo e planta e perdas no chão, adaptado de Oliveira et al. (2007a) e Souza et al. (2017). O custo de colheita foi calculado a partir da capacidade operacional e o custo operacional. A capacidade operacional foi calculada a partir da velocidade de colheita, acrescentando em 20 % o tempo de manobras nos carregadores (PACHECO, 2000). O repasse das plantas foi feito manualmente no valor de R\$ 25,00 por saco (80 L) mais impostos. O custo do repasse de solo foi de R\$ 1.000,00 ha⁻¹, a partir do aluguel de recolhedoras, similar ao usado na colheita do café arábica.

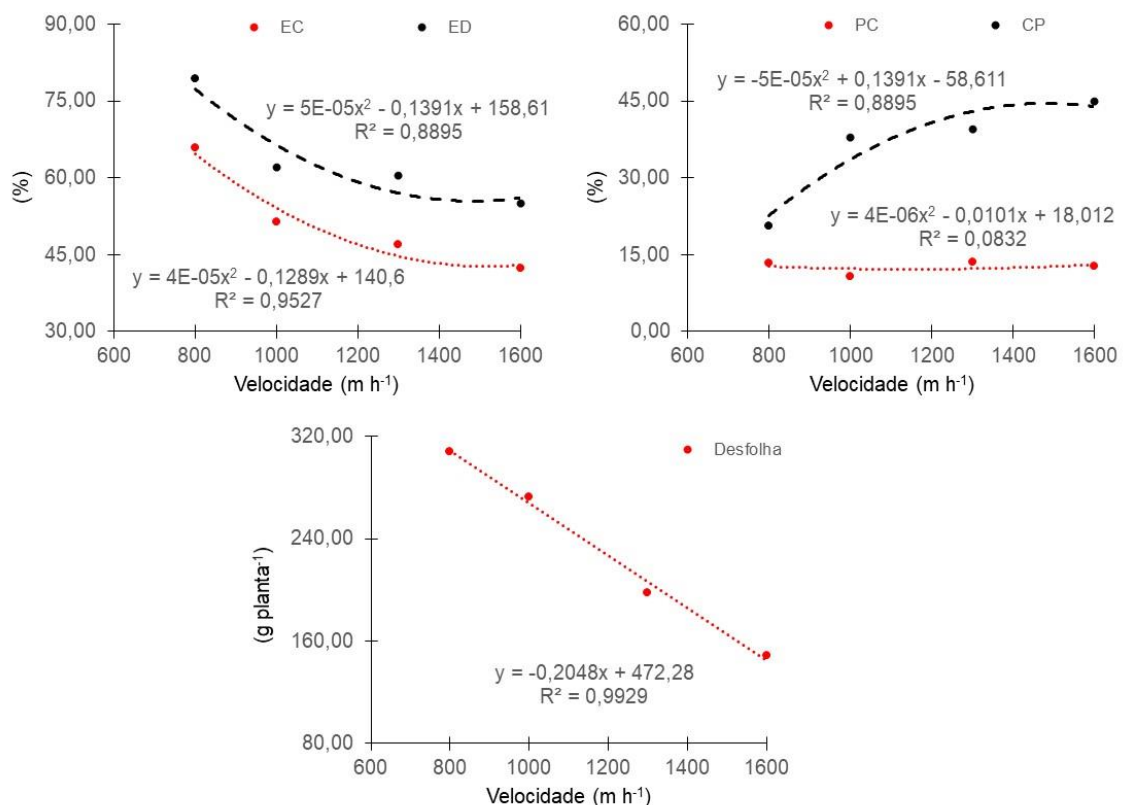
O custo unitário (R\$ por saca) foi obtido pela relação entre o custo total e a produtividade (sacas ha⁻¹). Uma relação de 4,0 sacos de frutos (80 L) para produzir 1,0 saca de grãos beneficiados (60 kg) foi utilizada nos cálculos, adaptado de Ferrão et al. (2012). O gasto com a colheita manual foi de R\$ 12,00 por saco (80 L), acrescido os encargos, conforme valores levantados no norte do Espírito Santo (10 cafeicultores de conilon). O rendimento médio de colheita dos trabalhadores foi de 16 sacos por dia e jornada de trabalho de 8 horas por dia. Os dados foram coletados na região onde os testes foram realizados.

As avaliações técnicas relacionadas ao desempenho da colhedora mecanizada por hastes vibratórias foram submetidas a análise de regressão para os testes avaliando velocidade de colheita e número de ramos ortotrópicos, e teste de média (teste F e Tukey, $p > 0,05$) para os testes avaliando agressão e presença de “saia” nas plantas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O aumento da velocidade de operação da máquina influenciou a eficiência de derriça e de colheita. O aumento da velocidade de colheita de 800 m h⁻¹ para 1600 m h⁻¹ reduziu a eficiência de derriça de 79,32 para 54,99 %, da eficiência de colheita de 65,88 para 42,32 % e da desfolha de 307,85 para 148,58 g planta⁻¹ (Figura 3). Verificou-se, também, o aumento do percentual de frutos não derriçados de 20,68 para 45,01%. A perda de chão variou de 12,68 a 13,44 % nas velocidades em estudo.

Figura 3 – Eficiência de colheita (● EC), eficiência de derriça (● ED), perda de chão (● PC), carga pendente (● CP) e massa das folhas desprendidas das plantas de café conilon (● Desfolha) nas velocidades de deslocamento de 800, 1000, 1300 e 1600 m h⁻¹ da colhedora automotriz na região de São Mateus-ES.



Fonte: o autor.

Modelos de regressão foram ajustados entre a velocidade da máquina e as variáveis estudadas, apresentando modelo polinomial para eficiência de colheita e derriça, e perda de chão, e ajuste linear para desfolha. A perda de chão não apresentou ajuste significativo aos modelos testados, com um valor médio de 12,59 % para a velocidade de deslocamento variando de 800 a 1600 m h⁻¹.

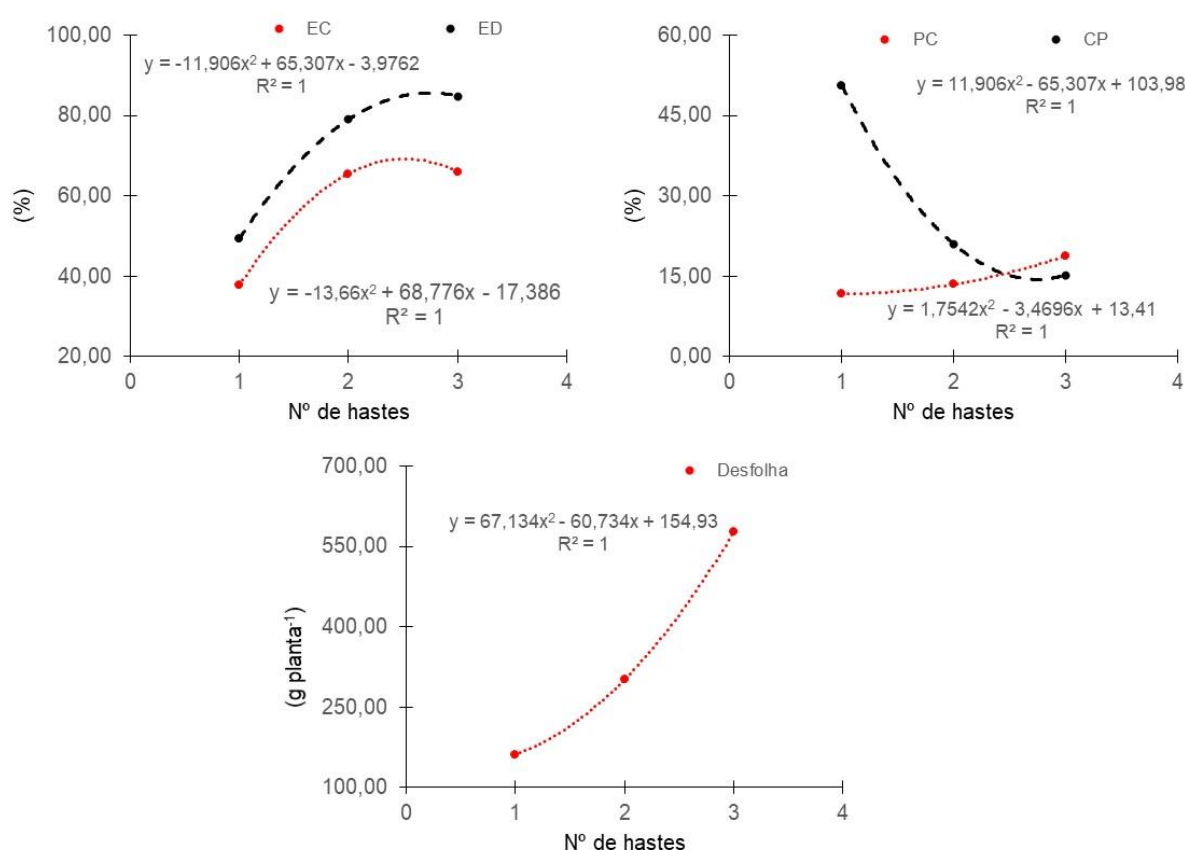
Este incremento de velocidade resultou no aumento da capacidade operacional da máquina de 0,28 para 0,35 ha h⁻¹, resultando num rendimento de 2,56 ha dia⁻¹, considerando uma jornada de trabalho diário de 8 horas e 20 % de perdas de manobra, de acordo com o que propõe Pacheco (2000).

O aumento da velocidade diminuiu o tempo de contato das hastes vibratórias da máquina com a estrutura da planta, reduzindo a eficiência de colheita e derriça. Este maior tempo de contato máquina-planta em virtude da menor velocidade da automotriz também aumentou a desfolha. De acordo com Blanco e Folegatti (2005), a área foliar influencia as atividades fundamentais da planta, como a interceptação de luz, eficiência fotossintética, evapotranspiração e resposta aos fertilizantes e irrigação, de modo que uma menor área foliar reduz o crescimento e a produtividade da planta. Selecionar clones mais adaptáveis às características da colheita mecanizada é necessária para manter a longevidade e sustentabilidade desta atividade mecanizada (SOUZA et al., 2020a).

Em relação ao número de ramos ortotrópicos (1, 2 e 3), verificou-se um aumento da eficiência de colheita de 37,73 para 65,53 % e de derriça de 49,42 para 79,01 % quando se aumenta o número de ramos ortotrópicos de um para dois (Figura 4). Entretanto, quando se aumenta de dois para três ramos ortotrópicos, tal diferença torna-se menor, com a eficiência de colheita aumentando de 65,53 para 66,00 % e a de derriça de 79,01 para 84,79 %. A perda de chão aumentou de 11,69 para 13,49 % quando se aumentou de um para dois ramos ortotrópicos e para 18,79 % com três ramos. Os frutos não derriçados apresentam uma diminuição quando se passa de um para dois ramos ortotrópicos, decaindo a carga pendente na planta de 50,58 para 20,99 % nesse cenário e para 15,21 % com três ramos ortotrópicos. A desfolha apresentou um resultado de 161,33 g planta⁻¹ com apenas um ramo ortotrópico, aumentando para 302 g planta⁻¹ com dois ramos e 576,94 g planta⁻¹ com três ramos.

Todas as variáveis em estudo apresentaram ajuste de regressão polinomial de segundo grau.

Figura 4 – Eficiência de colheita (● EC), eficiência de derriza (● ED), perda de chão (● PC), carga pendente (● CP) e massa das folhas desprendidas das plantas de café conilon (● Desfolha) com um, dois ou três ramos ortotrópicos na região de São Mateus-ES.



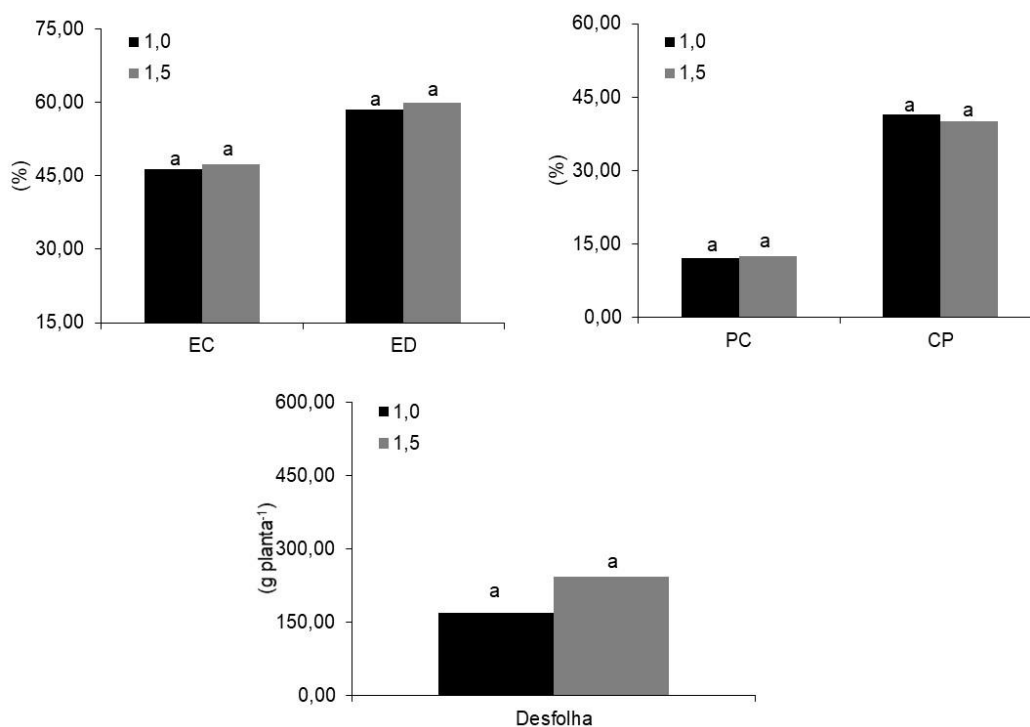
Fonte: o autor.

A planta de café conilon com um único ramo ortotrópico oferece menor volume de copa (análise visual) para superfície de contato e transmissão da vibração das hastes da máquina, justificando a menor eficiência de colheita e derriza em relação ao cafeeiro com dois ou três ramos ortotrópicos. Verdin Filho et al. (2018) observaram uma redução no diâmetro de copa de plantas de café conilon com a redução no número de ramos ortotrópicos. Colodetti et al. (2018) observaram um aumento na área e volume de copa, na densidade de enfolhamento e na área foliar de plantas de café

arábica com o aumento do número de ramos ortotrópicos. Um maior volume de copa da planta na unidade de derrça melhora o transporte da vibração por toda a planta, aumentando a derrça de frutos (SOUZA et al., 2020b).

O aumento da agressão das hastes da máquina de 1,0 para 1,5 RPM não diferiu estatisticamente para eficiência de colheita e de derrça, perda de chão, carga pendente e desfolha, variando de 46,34 para 47,42 %, de 58,49 para 59,87 %, de 12,15 para 12,46 %, de 41,51 para 40,13%, de 169,09 para 243,46 g planta⁻¹, respectivamente (Figura 5).

Figura 5 – Eficiência de colheita (EC), eficiência de derrça (ED), perda de chão (PC), carga pendente (CP) e massa das folhas desprendidas das plantas de café conilon (Desfolha) na agressão de 1,0 e 1,5 RPM na região de São Mateus-ES.



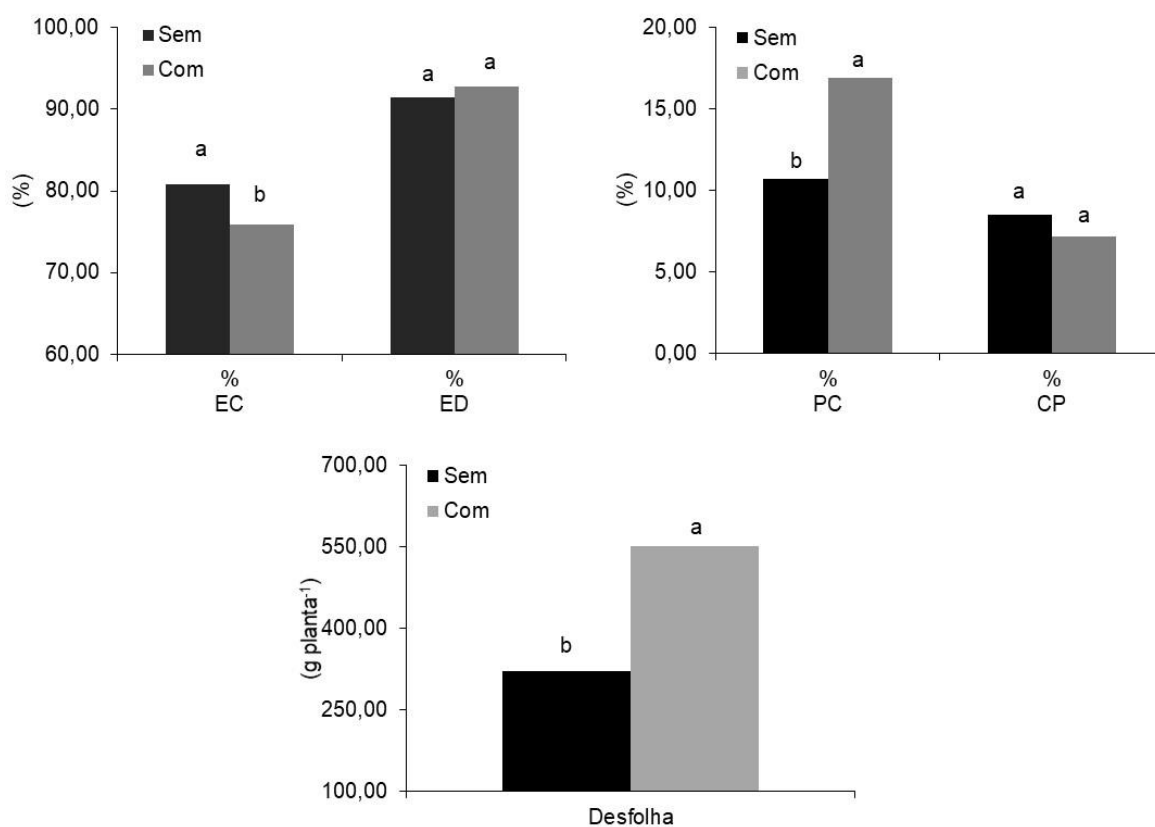
Fonte: o autor.

Os frutos das plantas de café conilon não apresentaram alterações ao despreendimento de frutos e folhas, ao recebimento (“escama de peixe”) e ao processo de trilha com a mudança da agressão. Vários trabalhos sobre colheita mecanizada

não avaliaram a agressão (PÁDUA et al., 2000; SANTINATO et al., 2015; SOUZA et al., 2020a; OLIVEIRA et al., 2007; LANNA; REIS, 2012). Provavelmente porque esta variável apresentou pouca influência sobre as eficiências de derrça e colheita, perda de chão, carga pendente e desfolha.

O tratamento sem “saia” (terço interior dos ramos plagiotrópicos) apresentou uma maior eficiência de colheita de 80,78 % em relação ao com “saia” com 75,90 % e não apresentou diferença estatística para a eficiência de derrça, variando de 91,49 para 92,81 %, respectivamente. A perda de chão aumentou de 10,71 sem “saia” para 16,91 % com saia e a carga pendente não diferiu estatisticamente, variando de 41,51 para 40,13 % quando com “saia”. A desfolha apresentou um aumento de 169,09 g planta⁻¹ sem “saia” para 243,46 g planta⁻¹ com “saia” (Figura 6).

Figura 6 – Eficiência de colheita (EC), eficiência de derrça (ED), perda de chão (PC), carga pendente (CP) e massa das folhas desprendidas das plantas de café conilon (Desfolha) para plantas sem e com “saia” na região de São Mateus-ES.



Fonte: o autor.

O cafeeiro conduzido com “saia” não alterou o processo de derrixa, mas dificultou o processo de recebimento e trilha (separação) dos frutos com as folhas e os ramos quebrados, o que reduziu o direcionamento dos frutos para os transportadores horizontais e a eficiência de colheita, aumentando a perda de chão.

A presença de “saia”, ou seja, de ramos plagiotrópicos no terço inferior da planta, resultou em um aumento da área foliar, o que contribuiu para a maior desfolha em comparação com as plantas sem “saia”. Além disso, no terço inferior predominam folhas mais velhas em relação a parte superior da planta. Folhas mais velhas tendem a produzir mais etileno, fazendo com que se desprendam mais facilmente, em função do seu estado de senescência natural, contribuindo para a maior desfolha em comparação com as plantas sem “saia” (PETRI et al., 2016). É evidente que a não retirada dos ramos plagiotrópicos do terço inferior da planta traria vantagem econômicas, pela redução do gasto com mão-de-obra para realizar a poda.

O uso da colhedora de café apresentou um custo operacional de R\$ 280,20 por hora (Tabela 1), similar ao encontrado por Souza et al. (2020a), sendo de R\$ 279,21 para o custo operacional da colheita de café conilon. Cunha et al. (2016), apresentou os valores de R\$ 160,57 e R\$ 147,57 para duas automotrizas distintas na colheita do café arábica, mas que seriam aproximados caso aplicasse uma correção monetária pela inflação do período. O custo fixo (48,95 %) foi inferior ao custo variável (51,05 %). Os itens mais dispendiosos na colheita mecanizada foram a depreciação (28,10 %) e a manutenção (31 %). A colheita manual apresentou um custo de R\$ 12,00 por saco colhido (80 L), com impostos, o que resultou num custo médio por trabalhador de R\$ 192,00 por dia, somados um quantitativo de 16 sacos em uma jornada diária de 8 horas. Dessa forma, a colheita manual de um hectare por dia considerando uma produtividade de 60 a 140 sacas por hectare demanda o quantitativo de 15 a 35 trabalhadores.

Com o objetivo de realizar a colheita de forma satisfatória em tempo exíguo, muitos produtores têm antecipado esta etapa de produção, realizando uma colheita com muitos grãos ainda verdes (SOUZA et al., 2017), prejudicando o valor final do produto, além de esbarrar na constante falta de mão de obra disponível, o que exige jornadas mais longas de dias para atender a demanda.

Tabela 1 – Custos horário da colheita mecanizada de café conilon utilizando uma máquina automotriz de hastes vibratórias em São Mateus-ES.

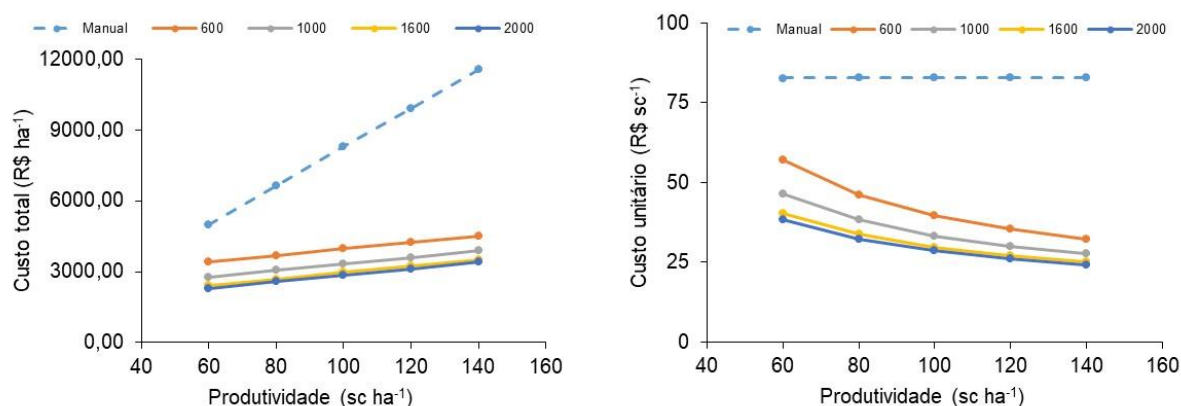
Itens de custo	Unidade	Valor	%
Depreciação	R\$ h ⁻¹	78,75	28,10
Juros	R\$ h ⁻¹	40,91	14,60
Taxa de seguros	R\$ h ⁻¹	8,75	3,12
Taxa de alojamento	R\$ h ⁻¹	8,75	3,12
Custo fixo	R\$ h⁻¹	137,16	48,95
Combustível	R\$ h ⁻¹	24,10	8,60
Lubrificante	R\$ h ⁻¹	1,09	0,39
Manutenção	R\$ h ⁻¹	87,50	31,23
Mão de obra	R\$ h ⁻¹	30,36	10,83
Custo variável	R\$ h⁻¹	143,05	51,05
Custo total	R\$ h⁻¹	280,20	100,00

Fonte: o autor.

Para uma eficiência de colheita, perda de chão e carga pendente de 80, 10 e 10 % respectivamente e uma perda de manobra de 20 %, o aumento da velocidade de colheita de 600 para 2000 m h⁻¹ reduziu o custo total de colheita, variando de R\$ 3.423,17 para R\$ 2.302,35 por hectare na produtividade de 60 sacas ha⁻¹ e de R\$ 4.519,17 para R\$ 3.398,35 por hectare na produtividade de 140 sacas ha⁻¹ (Figura 7). O custo unitário seguiu a mesma tendência descrita anteriormente, variando de R\$ 57,05 para R\$ 38,37 por saca na produtividade de 60 sacas ha⁻¹ e de R\$ 32,28 para R\$ 24,27 por saca na produtividade de 140 sacas ha⁻¹.

O aumento da produtividade resultou em aumento do custo total e redução do custo unitário da colheita mecanizada, variando de R\$ 3.423,17 para R\$ 4.519,17 por hectare na velocidade de colheita de 600 m h⁻¹ e de R\$ 2.302,35 para R\$ 3.398,35 por hectare na velocidade de colheita de 2000 m h⁻¹.

Figura 7 – Custo total e unitário da colheita manual e mecanizada de café conilon em função velocidade de deslocamento (600, 1000, 1600 e 2000 m h⁻¹) da automotriz, considerando uma produtividade de 60 a 140 sacas ha⁻¹, uma eficiência de colheita de 80 %, perda de chão de 10 % e carga pendente de 10 %.

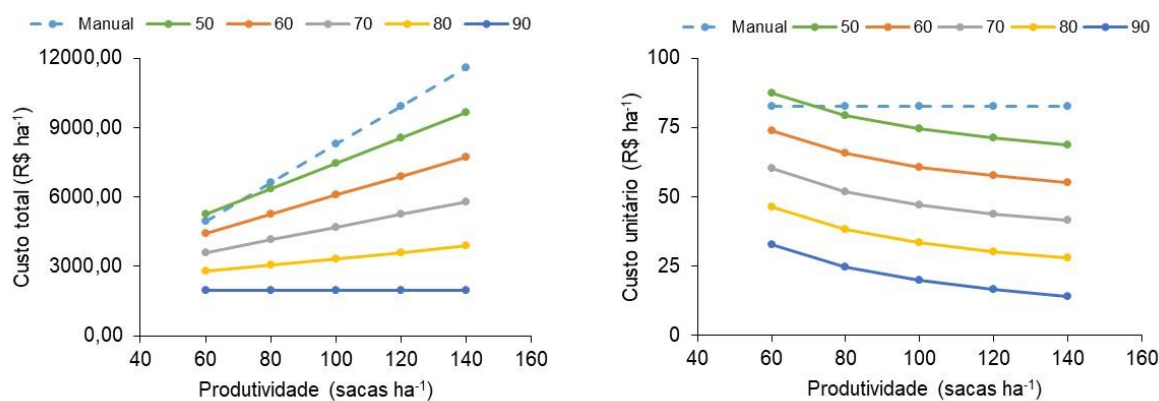


Fonte: o autor

A colheita manual apresentou custo total e unitário maiores que a colheita mecanizada, variando o custo total de R\$ 4.965,60 para R\$ 11.586,40 por hectare para lavouras com produtividade de 60 a 140 sacas ha⁻¹, enquanto o custo unitário se manteve fixo em R\$ 82,76 por saca. Para a colheita manual o custo total aumentou mais significativamente com a produtividade que a colheita mecanizada, variando de 45 a 156 % em relação a velocidade de 600 m h⁻¹ (pior cenário). O valor do custo unitário da colheita manual de R\$ 82,76 por saco provocou o aumento do custo total nesse tipo de colheita em função da produtividade da lavoura, contrastando com a redução desses custos que se verificaram na colheita mecanizada, concordando com Oliveira et al. (2007), Pádua et al. (2000), Santinato et al. (2015a) e Souza et al. (2020a).

O aumento da eficiência de colheita de 50 para 90 % resultou na diminuição do custo total, variando de R\$ 5.248,70 para R\$ 1.960,70 para lavouras com produtividade de 60 sacas ha⁻¹ e de R\$ 9.632,70 para R\$ 1.960,70 para lavouras com produtividade de 140 sacas ha⁻¹ (Figura 8). O mesmo ocorreu para o custo unitário, reduzindo de R\$ 87,48 para R\$ 32,68 para lavouras com produtividade de 60 sacas ha⁻¹ e de R\$ 68,81 para R\$ 14,01 para lavouras com produtividade de 140 sacas ha⁻¹.

Figura 8 – Custo total e unitário da colheita manual e mecanizada de café conilon, considerando uma produtividade de 60 a 140 sacas ha^{-1} para eficiências de colheita de 50 a 90 % da colhedora automotriz na região de São Mateus-ES.



Fonte: o autor

Na produtividade mínima de 60 sacas ha^{-1} é com uma eficiência de colheita de 50 %, os custos total e unitário de colheita de forma mecanizada são maiores que a manual. Entretanto esse resultado inverte-se à medida que ocorre aumento da produtividade ou melhoria da eficiência de colheita. Isto é, a condição apresentada anteriormente é o único cenário onde os custos de colheita apresentaram vantagem econômica para a colheita manual em relação à mecanizada. De acordo com Souza et al. (2020a), o aumento da eficiência de colheita resultou na diminuição dos custos total e unitário, independente da produtividade da lavoura.

O custo total e unitário na colheita mecanizada é diretamente proporcional ao seu uso, ou seja, quanto mais utilizada a colhedora, maior será a diluição do recurso financeiro por área ou por sacos colhidos, o que reduz o custo de colheita em face do investimento realizado, concordando com Sichonany (2011). A busca por um menor custo de colheita e, conseqüentemente, de produção deve ser um fator constante no cotidiano do cafeicultor, visando desenvolver uma cafeicultura mais econômica e competitiva.

5 CONCLUSÃO

A colheita mecanizada com uma máquina automotriz com hastes vibratórias foi influenciada pelos diferentes ajustes da máquina e formas de condução da planta, o que influenciou na sua eficiência.

O aumento da velocidade de colheita reduziu a eficiência de derriça e colheita, sendo que a velocidade de 800 m h⁻¹ apresentou os melhores resultados para a máxima eficiência de derriça e colheita. O aumento do número de ramos ortotrópicos aumentou a eficiência de derriça e de colheita e reduziu a carga pendente, contudo aumentou também a desfolha, o que pode afetar a produtividade futura das plantas. O cafeeiro conduzido com saia reduziu a eficiência de colheita, devido à maior perda de chão, devendo ser retirados os ramos plagiotrópicos no terço inferior da planta.

Os custos fixos e variáveis relacionados a colheita mecanizada que totalizaram R\$ 280,20 por hora são sobrepostos pelo ganho em rendimento na colheita mecanizada quando comparados aos custos de uma colheita manual, permitindo em situações específicas a viabilidade econômica do processo de colheita.

As velocidades de colheita de 600 a 2000 m h⁻¹ demonstraram uma redução nos custos totais e unitários em relação à manual, ou seja, mesmo na menor capacidade operacional, a utilização da automotriz revelou-se vantajosa. Da mesma forma, o aumento da eficiência de colheita reduziu o custo total e unitário de colheita, aumentando a sua viabilidade econômica em relação à colheita manual.

O emprego da automotriz na colheita do café conilon pode aumentar a sua competitividade no mercado pela redução dos custos de colheita, a etapa mais dispendiosa na produção, apresentando-se como uma alternativa à busca por competitividade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEL (ANP). **Sistema de levantamento de preços**. Disponível em: <https://preco.anp.gov.br/>. Acesso em: 22 de outubro de 2021.

ALMEIDA, P.F.P. Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 10., 2019, Vitória, ES. **Colheita mecanizada e manual do café conilon**. Vitória, ES: Universidade Federal do Espírito Santo, 2019.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. **Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting**. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 62, n. 4, p. 305-309, 2005.

CAFEICULTURA – TECNOLOGIAS. **Incaper**. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura-tecnologias>>. Acesso em: 22 de dezembro de 2021.

CASE IH. **Colhedoras de café Coffee Express 100 e 200 Multi**. Piracicaba, SP: CaseIH, 2020. 34p. (Folheto técnico, CIH 0067). Disponível em: <https://assets.cnhindustrial.com/caseih/LATAM/LATAMASSETS/Folhetos/Colhedoras_e_Colheitadoras/CIH_Folheto_Tecnico_ColhedorasdeCafeExpress.pdf>. Acesso em: 20 de dezembro de 2021.

COLODETTI, T. V.; TOMAZ, M. A.; RODRIGUES, W. N.; FILHO, A. C. V.; CAVATTE, P. C.; REIS, E. F. Arquitetura da copa do cafeeiro arábica conduzido com diferentes números de ramos ortotrópicos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n.5, p. 415-423, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de café**, Brasília, v.8, safra 2021, n.4, dezembro 2021a.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Série histórica: Custos – Café Conilon 2007 a 2020**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/799-cafe-conilon>>. Acesso em: 25 de outubro de 2021b.

DE MUNER, L.H.; GALEANO, E.A.V.; FERRÃO, R.G.; PERINNI, J.L.; VERDIN FILHO, A.C.; GOMES, W.R.; CÓ, S.M.; COMÉRIO, M.; BASSANI, L.A.; CASAGRANDE, R.P.; FASSIO, L.H. Coeficientes técnicos e custos de produção do café conilon no Espírito Santo. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A; FERRÃO, M.A.G.; DE MUNER, L.H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória, ES: Incaper, 2017. Cap. 30, p.742-758.

FALEIROS, R.N. História e extraterritorialidade do complexo cafeeiro capixaba: uma proposta de interpretação. **Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada**, v. 5, n.8, p. 17-40, 2010.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A da; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; De MUNER, L. H.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. dos S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M.G.; ZUCATELI, F. **Café**

Conilon: Técnicas de Produção com variedades melhoradas. 4. ed. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74p. (Incaper. Circular Técnica, 03-I).

GALEANO, E.A.V.; VANDERMAS, D. **O Valor Bruto da agropecuária no estado do Espírito.** M-SR: Multi-Science Research, Vitória, v.4, n.2, p.06-16, jul-dez, 2021.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL E INDUSTRIAL DO ESPÍRITO SANTO (IDEIES). O PIB do Espírito Santo e a participação da indústria. **Fato Econômico Capixaba**, v. 3, n. 28, p. 1-4, 2019.

JUNIOR, G. R. **Qualidade física e sensorial do café conilon em duas faces de exposição ao sol em diferentes altitudes.** 2018, 70 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2018.

LANNA, G. B. M. et al. Influência da mecanização da colheita na viabilidade econômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 110-121, 2012.

OLIVEIRA, E. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 827-831, 2007a.

OLIVEIRA, E. et al. Influência da colheita mecanizada na produção cafeeira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1466-1470, 2007b.

OLIVEIRA, E. Influência da vibração das hastes e da velocidade de deslocamento da colhedora no processo de colheita mecanizada do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 714-721, 2007c.

ORTEGA, A. C.; JESUS, C. M.; MOURO, M. C. Mecanização e emprego na cafeicultura do cerrado mineiro. **Revista ABET**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 58-82, 2009.

PÁDUA, T.S. et al. Análise comparativa de custos para colheita de café mecanizada, semi-mecanizada e manual. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000. **Anais...** Brasília: SPCB/EMBRAPA, 2000, p.1-2.

PETRI, J.L.; HAVERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado.** Florianópolis: Epagri, 2016, 141p.

SICHONANY, O. R. A. O. **Sistema de apoio à decisão para utilização no agronegócio (SADA) - Telemetria e tratamento de dados de desempenho de máquina de colheita.** 2011, 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SANTINATO, F. et al. Análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 402-411, 2015a.

SANTINATO, F. et al. Análise quali-quantitativa da operação de colheita mecanizada de café em duas safras. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 495-505, 2014.

SANTINATO, F. et al. Colheita mecanizada do café em lavouras de primeira safra. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 12, p.1215-1219, 2015b.

SILVA, F. C. et al Desempenho operacional da colheita mecanizada e seletiva do café em função da força de desprendimento dos frutos. **Coffee Science**, v.8, n.1, p.53-60, 2013.

SILVA, A.E.S.; MASO, L.J.M.; COSTA, E.B.; BASSANI, L.A.; GALEANO, E.A.V.; Importância Econômica e Social do Café Conilon no Estado do Espírito Santo, In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A; FERRÃO, M.A.G.; DE MUNER, L.H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória, ES: Incaper, 2017. Cap. 2, p.55-67.

SOUZA, G.S.; INFANTINI, M. B.; BORGHI, E.J.A.; LANI, J.A. Avaliação técnica e econômica de uma colhedora automotriz em lavoura de café conilon. **Revista IFES Ciência**, Vitória, v. 6, n. 3, p. 89-98, 2020a.

SOUZA, G.S. de; LANI, J.A.; INFANTINI, M.B.; KROHLING, C.A.; SENRA, J.F. de B. Mechanized harvesting of 'Conilon' coffee clones. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, e01240, 2020b.

SOUZA, G.S.; LANI, J.A.; INFANTINI, M.B.; SILVA, F.M.; ALVES, E.A.; BUENO, R.L. Colheita mecanizada de café conilon. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A; FERRÃO, M.A.G.; DE MUNER, L.H. **Café Conilon**. 2.ed. Vitória, ES: Incaper, 2017. Cap. 21, p.508-529.

SOUZA, G.S.S.; LANI, J.A.; INFATINI, M.B. Colheita possível. **Máquinas Cultivar**, Pelotas, n. 184, p. 30-32, 2018.

TOLEDO, J. C.; SIMÕES, J. M. S. Gestão do desenvolvimento de produto em empresas de pequeno e médio porte do setor de máquinas e implementos agrícolas do Estado de São Paulo. **Gestão & Produção**, São Paulo, v. 17, n.2, p.1-15, 2010.

VERDIN, A. C.; VOLPI, P. S.; FONSECA, A.F.A.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; COLODETTI, T. V.; RODRIGUES, W. N.; ANDRADE, S.; COMÉRIO, M.; VIEIRA, L. J. D.; ARMANI, E. Modificações morfológicas de plantas de *Coffea canefora* Pierre em função do adensamento e do número de hastes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 44., 2018. **Anais...** Franca-SP: CPC, 2018. p.1-2.

VERDIN FILHO, A.C.; TOMAZ, M.A.; FERRÃO, R.G.; FERRÃO, M.A.G; FONSECA, A.F.A.; RODRIGUES, W.N. Conilon coffee yield using the programmed pruning cycle and different cultivation densities. **Coffee Science**, Lavras, v.9, n.4, p.489-494, 2014.

VILLIBOR, G. P.; SANTOS, F. L.; QUEIROZ, D. M.; KHOURY JUNIOR, J. K.; PINTO, F. A. C. Determination of modal properties of the coffee fruit-stem system using high

speed digital video and digital image processing. **Acta Scientiarum. Technology**, v.38, n.1, 2016.

WEDEKIN, I.; CASTRO, P.R. Gestão do agribusiness na perspectiva 21. **Reestruturação no agribusiness brasileiro: agronegócios no terceiro milênio**, Rio de Janeiro, p.111-135.