

ANÁLISE ECONÔMICA DA COLHEITA MECANIZADA DO CAFÉ UTILIZANDO REPETIDAS OPERAÇÕES DA COLHEDORA

Felipe Santinato¹, Renato Adriane Alves Ruas², Rouverson Pereira da Silva³,
Alino Pereira Duarte⁴, Roberto Santinato⁵

(Recebido: 27 de janeiro 2015; aceito: 12 de fevereiro de 2015)

RESUMO: Apesar da colheita mecanizada do café ser mais econômica que a colheita manual, em geral, ela não é capaz de substituir totalmente a mão de obra. Uma das maneiras de se reduzir o custo de produção da cafeicultura é encontrar meios de viabilizar a mecanização total da colheita, sendo a utilização de repetidas operações da colhedora uma forma de se obter eficiência de colheita suficiente para que se dispense a necessidade de repasse manual. Portanto, objetivou-se, com este trabalho, realizar uma análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora, sendo ela própria ou alugada, na região do Cerrado Mineiro. Analisou-se o custo das colheitas mecanizadas com uma a seis operações da colhedora e a colheita manual, utilizando colhedora própria e alugada, em lavoura de carga alta e intermediária, na região do Cerrado Mineiro. Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso e quatro repetições. Verificou-se que, em lavoura de carga elevada (121,54 sacas de café ben. ha⁻¹), a utilização de três operações da colhedora, sendo ela própria ou alugada é a opção de colheita mais indicada (R\$ 3.975,36 e 4.775,03 ha⁻¹, respectivamente). Em lavoura de carga intermediária (50,78 sacas de café ben. ha⁻¹), recomenda-se a utilização de três operações da colhedora, quando ela é própria e de duas passadas, quando ela é alugada (R\$ 2.543,97 e 2.783,60 ha⁻¹, respectivamente).

Termos para indexação: Cafeicultura, custo operacional, mecanização.

ECONOMIC ANALYSIS OF HARVESTING COFFEE USING REPEAT OPERATIONS

ABSTRACT: Despite the mechanized harvest of coffee is more economical than manual harvesting in general, it is not able to fully replace the workforce, especially in high crop load. One of the ways to reduce the cost of production of coffee is to find ways of enabling the full mechanization of the harvest. Therefore, the aim with this study was to perform economic analysis of mechanized harvest of coffee using repeated operation of the harvester own or rent, in the Cerrado Mineiro region. We analyzed the cost of mechanized harvesting with a combine six operations and manual harvesting, using own and rented harvester farming in high-load and intermediate in the Cerrado Mineiro, Minas Gerais, Brazil. We used a randomized block design with four replications. It was found that in high load crops (121,54 bags of coffee benefited ha⁻¹), the use of three operations either harvester, own or rent or is the most suitable choice of harvest (R\$ 3.975,36 and 4.775,03 ha⁻¹, respectively). In farming intermediate load (50,78 bags of coffee benefited ha⁻¹), the use of three operations of the combine when it is proper and two pass when it is rented is recommended (R\$ 2.543,97 and 2.783,60 ha⁻¹, respectively).

Index terms: Coffee crop, operating cost, mechanization.

1 INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços nos processos mecanizados na cultura do café, ainda verifica-se considerável dependência da mão de obra, sobretudo durante a colheita. Isso ocorre pelo fato da colheita mecanizada, de modo geral, não ser capaz de derriçar toda a carga presente nas plantas, acarretando necessidade de repasse manual. Além disso, o café caído após a operação da colhedora comumente é recolhido de forma manual, sendo esta operação denominada varrição manual. A dependência de mão de obra, que de modo geral, é escassa e onerosa, avilta o custo de produção final da cafeicultura, comprometendo os lucros da atividade (LANNA; REIS, 2012).

Uma das maneiras de se reduzir esse custo é encontrar meios de viabilizar a mecanização total da colheita. Dentre outras vantagens, isso elevaria o rendimento da operação, pois, uma colhedora de café colhe em média, 60 sacas de café ben. h⁻¹, dependendo de quantas horas trabalha por dia, é capaz de substituir um contingente de até 100 trabalhadores (ORTEGA; JESUS; MOURO, 2009). Com isso, a colheita seria finalizada mais cedo e atenderia à demanda de colheita de cada talhão no tempo adequado, possibilitando o gerenciamento objetivo da operação (SILVA et al., 2013).

A substituição do repasse manual pode ser realizada com a utilização da repetição de operações da colhedora. Para tanto, irá depender

^{1,2,4}Universidade Federal de Viçosa/UFV - Campus Rio Paranaíba - Rodovia MG 230 - Km 7 - Cx. P. 22 - 38.810.000 Rio Paranaíba - MG - fpsantinato@hotmail.com, renatoruas@ufv.br, alino.duarte@gmail.com

³Univ. Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho/UNESP - Campus de Jaboticabal - Departamento de Máquinas e Mecanização Agrícola - Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane - s/n - 14884-900 - Jaboticabal - SP - rouverson@gmail.com

⁵Santinato & Santinato Cafés Ltda - Rua Violeta 133 - apt.4 - Bairro Universitário - 38.810.000 - Rio Paranaíba - MG rsantinatocafeicultura@hotmail.com

da carga de café nas plantas (SANTINATO et al., 2014), do estágio de maturação dos frutos (SILVA et al., 2010), e da disponibilidade de maquinário na propriedade. A disponibilidade de maquinário pode limitar a utilização da repetição de operações da colhedora, no entanto, a possibilidade de utilização de colhedoras terceirizadas pode suprir essa limitação (ORTEGA; JESUS; MOURO, 2009).

Outro ponto positivo da utilização de repetidas operações é a possibilidade de iniciar a colheita antes do período padrão, o que corresponde ao momento em que a planta apresenta até 15% de frutos verdes (MATIELLO et al., 2010). Dessa forma, evitará parte das perdas naturais que se darão pelo café que passa para o estágio seco rapidamente, principalmente, aqueles localizados no terço superior das plantas e os presentes em ramos desfolhados que apresentam exposição direta ao sol, que se desprendem dos ramos com maior facilidade (MATIELLO et al., 2010; SILVA et al., 2010). Colher o café com repetidas operações da colhedora também possibilita que, em cada operação, se façam ajustes na colhedora, quanto à sua regulagem (velocidade operacional e vibração das hastes) e ao número e posicionamento de varetas. Essa operação denomina-se colheita seletiva e possibilita maior obtenção de frutos no estágio cereja, agregando valor à produção (SILVA et al., 2013).

A mecanização da colheita é alternativa que reduz o custo do processo produtivo, sendo entorno de 50% mais econômica que a colheita manual (OLIVEIRA et al., 2007; SILVA et al., 2003). As reduções nos custos do sistema de colheita mecanizado, frente ao manual, podem ser de 41 a 50% para lavouras com produtividade de, aproximadamente, 30 a 35 sacas de café beneficiado ha⁻¹, utilizando duas operações da colhedora (SILVA et al., 2000, 2004). Realizar a colheita com repetidas operações da colhedora, pode substituir o repasse manual, dispensando-o, e, conseqüentemente, reduzir o custo da operação. A redução de custo pode ser ainda maior em lavouras de carga alta, que por apresentarem maior quantidade de frutos nas plantas, demandam maior contingente de mão de obra para a realização do repasse manual.

Portanto, objetivou-se, com este trabalho, realizar análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora, sendo ela própria ou alugada, na região do Cerrado Mineiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas Fazendas São João Grande e Dona Neném, no município de Patos de Minas, MG, localizadas nas coordenadas geodésicas 18°33'18" latitude Sul e 46°20'01" longitude Oeste, na região do Cerrado mineiro, com altitude média de 1.100 m e clima Cwa, de acordo com a classificação de Köppen (1948).

Alavoura da Fazenda São João Grande possui plantio comercial de cafeeiros irrigados sob pivô central, com linhas de, aproximadamente, 250 m de comprimento. A área possui aproximadamente 54,0 há, com declividade média de 3,8%. A cultivar transplantada na área foi a Catuaí Vermelho IAC 144, no ano de 2003 no espaçamento de 4,0 metros entrelinhas e 0,5 m entre plantas, com densidade populacional de 5.000 plantas ha⁻¹.

Na Fazenda Dona Neném, a lavoura de café é irrigada por gotejamento e cultivada em renque mecanizado, com linhas de 200 m de comprimento. Possui, aproximadamente, 30,0 ha e o talhão apresenta em média 2% de declividade onde foram transplantados em 2007, com espaçamento de 4,0 m entrelinhas e 0,5 m entre plantas com densidade populacional de 5.000 plantas ha⁻¹, da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144.

As colheitas foram realizadas entre os dias 12/6/2013 e 12/8/2013. Compararam-se duas situações: lavoura com carga intermediária (Fazenda São João Grande) e lavoura com carga alta (Fazenda Dona Neném), com aproximadamente 50,0 e 120,0 sacas de café ben. ha⁻¹, respectivamente. Vale ressaltar que a nível de Brasil, para o cafeeiro *Coffea arabica* L., ambas produtividades são consideradas elevadas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014; FERNANDES et al., 2012).

A colheita mecanizada nas duas fazendas foi realizada, utilizando-se colhedora tracionada da marca Jacto, modelo KTR, fabricada em 2003, tendo, aproximadamente, 5.800 horas trabalhadas. Em todas as operações, utilizou-se vibração das hastes de 850 rpm e velocidade operacional de 1,05 km h⁻¹. O conjunto demandou 2,5 h ha⁻¹, acrescido em 20%, referente ao tempo gasto com manobras nos carregadores e interrupções (SILVA et al., 2003), totalizando 3,0 h ha⁻¹. A colhedora foi tracionada por trator, 4 x 2 TDA, com potência nominal de 64,9 cv a 2.160 rpm, cujo acionamento se dá por meio da TDP, a 540 rpm, operando sempre no mesmo sentido de deslocamento. O café colhido foi transferido para uma carreta modelo Cargo 5.000, dotada de dois eixos, com capacidade de armazenamento de 5,18 m³, tracionada por um trator idêntico ao que tracionou a colhedora.

O trabalho consistiu de sete tratamentos, cada um deles correspondente a um número de operações da colhedora, ou seja: T1 = uma operação, T2 = duas operações, T3 = três operações, T4 = quatro operações, T5 = cinco operações, T6 = seis operações, além de um tratamento colhido manualmente. Os tratamentos foram delineados em blocos casualizados e cada um deles foi realizado em um período, distante em doze dias entre eles. Realizaram-se quatro repetições, totalizando 28 parcelas, em cada uma das fazendas.

Para cada tratamento, foram avaliadas dez plantas em cada parcela em duas linhas dos cafeeiros, uma ao lado da outra. Em uma das linhas, foi realizada a avaliação de produtividade manualmente (cinco plantas). Na outra linha, deslocou-se a colhedora de café de acordo com o número de vezes correspondentes ao tratamento para proceder às demais avaliações (cinco plantas).

A determinação da produtividade, também denominada de carga inicial, foi estimada pela derriça manual de toda a carga pendente das cinco plantas em cada parcela, previamente à passagem da colhedora. Para isso, colocaram-se panos de “derriça” de, aproximadamente, 3,0 m x 2,0 m, sob a copa das plantas dos dois lados da linha dos cafeeiros, de forma que um sobrepusesse o outro. Após isso, os frutos foram derriçados das plantas. O volume de café colhido foi quantificado individualmente através de recipiente graduado, para o cálculo da produtividade média (L planta⁻¹) e, em seguida, o volume foi convertido para sacas de café ben. ha⁻¹ om base na taxa de conversão entre café da “roça” e café beneficiado. Para tanto, coletou-se uma amostra de 2,0 L de café de cada parcela para proceder a pesagem. Em seguida colocou-se a amostra para seca no terreiro até obter 11% de umidade, para posterior beneficiamento e pesagem. A relação entre a massa do café da roça e a massa do café beneficiado é a taxa de conversão requerida.

Nas outras cinco plantas foram colocados panos de derriça sob a copa. Em seguida, operou-se a colhedora e após sua passagem, o café que caíra nos panos foi coletado e teve seu volume determinado. Este café foi denominado Café caído. Após a limpeza dos panos, eles foram novamente posicionados sob as plantas e os frutos que ainda estavam nos ramos foram derriçados e também medidos, conforme descrito anteriormente. Este café foi denominado Café remanescente. De posse dos dados, determinou-se a quantidade de café colhido (Equação 01).

$$CC = C_{Ini} - C_{Cai} - C_{Rem} \quad \text{Equação 01}$$

Em que;

CC = café colhido (Sacas de café ben. ha-1)

Cini = quantidade de café inicial (Sacas de café ben. ha-1)

CCaído = quantidade de café caído (Sacas de café ben. ha-1)

CRem = quantidade de café remanescente (Sacas de café ben. ha-1)

O custo operacional total da colheita mecanizada foi analisado separadamente para cada máquina envolvida no processo de colheita, ou seja: colhedora tracionada, carreta e dos dois tratores. Os valores foram expressos em reais, por hora efetiva de trabalho (R\$ h-1). O custo horário foi obtido pela soma dos custos fixos e variáveis, detalhados a seguir. Os custos fixos foram:

Custo de depreciação (Dp)

O custo de depreciação foi calculado, utilizando-se o método da depreciação linear (Equação 02).

$$Dp = \frac{Vi - Vr}{Vu} \quad \text{Equação 02}$$

Em que,

Dp = depreciação linear da máquina (R\$ h-1)

Vi = valor inicial da máquina (R\$)

Vr = valor residual (R\$)

Vu = vida útil (h)

Utilizou-se para a colhedora o valor de aquisição de R\$ 400.000,00, e valor residual, após 10.000 h de uso igual a R\$ 150.000,00, ambos com base nos valores médios das vendas da região. Para os dois tratores, utilizou-se R\$ 90.000,00 cada um, e para a carreta, R\$ 12.000,00. Ambos com valor residual de 10% do valor inicial (MIALHE, 1974).

Custo dos juros sobre o capital empatado (J).

O custo dos juros sobre o capital empatado corresponde ao custo de oportunidade e representa o valor que o produtor deixa de ganhar por investir na cafeicultura, ao invés de investir em outra fonte de renda. Foi calculado com base na taxa de juros de 5% fornecida pelas fazendas (Equação 03).

$$J = \frac{\left(\frac{Vi + Vr}{2}\right)}{T} xi \quad \text{Equação 03}$$

Em que,

J = custo com juros (R\$⁻¹)
 Vi = valor inicial da máquina (R\$)
 Vr = valor residual (R\$)
 T = vida útil (h)
 i = taxa de juros (%)
 Custo de taxa de seguros e abrigo (SA)
 Neste trabalho, utilizou-se taxa de seguros e abrigo de 3% empregada pelo Banco Rural e pelas principais seguradoras do estado de Minas Gerais (Equação 04).

$$SA = \frac{Vi}{T} x Tsa \quad \text{Equação 04}$$

Em que,

SA = custo do seguro e abrigo (R\$⁻¹)
 Vi = valor inicial (R\$)
 T = tempo de vida útil (h)
 Tsa = taxa sobre abrigo (%)

Os custos variáveis foram:

Custo com combustível (CC)
 O custo com combustível, em geral, é mais empregado no cômputo de custos operacionais. Foi calculado de acordo com a tomada de potência do trator (AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING - ASAE, 1998) (Equação 05).

$$CC = 0,151 x PtdpxVc \quad \text{Equação 05}$$

Em que;

Cc = custo de combustível (R\$ h⁻¹)
 $Ptdp$ = potência máxima disponível na tomada de potência (cv)
 Vc = valor do combustível (R\$ L⁻¹)

O valor de combustível Diesel, utilizado foi o praticado nos postos de combustível da região, à época de realização do trabalho, ou seja R\$ 2,55 L⁻¹.

Custo de lubrificantes e graxas (CLG)

O custo referente ao consumo de óleo lubrificante foi determinado de acordo com a ASAE (1998) (Equação 06).

$$Ci = (4,3x10^{-4})(P + 0,02169) \quad \text{Equação 06}$$

Em que,

Ci = custo com lubrificantes (R\$ h⁻¹)
 P = Potência no nominal do motor, (cv)
 O custo da graxa foi estimado considerando-se consumo de 0,5 kg de graxa a cada dez horas de trabalho para cada máquina, ou seja 0,05 kg de graxa h⁻¹, no valor de R\$ 12,50 kg⁻¹.

Custo do óleo hidráulico (COH)

O custo com o óleo hidráulico foi determinado de acordo com o consumo e valor do filtro (Equação 07).

$$COH = Vx \frac{CT}{Tto} + \frac{Cf}{Ttf} \quad \text{Equação 07}$$

Em que,

COH = custo com óleo hidráulico (R\$ h⁻¹)
 V = valor do óleo hidráulico (R\$ L⁻¹)
 CT = capacidade do depósito (L)
 Tto = tempo de troca do óleo (h)
 Cf = valor do filtro (R\$)
 Ttf = Tempo de troca do filtro (h)

Segundo pesquisa de mercado os valores do óleo hidráulico, filtro da colhedora e filtro do trator são de R\$ 9,00 L⁻¹, R\$ 150,00 e R\$ 70,00, respectivamente. As capacidades de depósito da colhedora e do trator são, respectivamente, de 250,0 L e 40,0 L. O tempo necessário para efetuar as trocas de óleo e de filtro de ambas as máquinas é de 1.200 h.

Custo com manutenção (CM)

O custo de manutenção inclui manutenção preventiva e corretiva, além da mão de obra necessária para realizá-la (ASAE, 1998) (Equação 08).

$$CM = \frac{TM}{T} x Vi \quad \text{Equação 08}$$

Em que,

CM = custo de manutenção (R\$ h⁻¹)
 TM = taxa de manutenção (%)
 T = tempo de vida útil (h)
 Vi = valor inicial (R\$)

A taxa de manutenção varia de 10 a 30% para implementos e de 70 a 100% para máquinas (MIALHE, 1974).

Custo de pessoal operacional (COM)

Para a determinação dos custos de pessoal operacional, analisaram-se gastos com salários diretos mais os custos de benefícios e encargos sociais. O salário do operador foi de R\$ 1.427,76 somado a 53,93% de encargos e demais gastos (DIEESE, 2014), totalizando R\$ 2.197,75.

Foram considerados 25 dias trabalhados e 8,0 h de trabalho para cada dia. Portanto, o custo por hora trabalhada foi de R\$ 10,98 h⁻¹.

Além do custo horário, calcularam-se os custos de varrição e repasses manuais de cada tratamento colhido mecanicamente. O custo da varrição foi obtido multiplicando-se o número de medidas correspondentes ao café caído, pelo valor pago nessa operação (R\$ 10,00 medida⁻¹ mais 53,93% de encargos). O custo do repasse manual foi obtido multiplicando-se o número de medidas correspondentes ao café remanescente, pelo valor de R\$ 7,00 mais 53,93% de encargos. Dessa forma, obteve-se o custo total da colheita mecanizada para a opção de aquisição de todo o maquinário.

Calculou-se também o custo da colheita mecanizada, quando se opta pelo aluguel da colhedora e aquisição dos tratores e da carreta. Para tanto, substituiu-se o valor do custo hora, pelo valor de R\$ 170,00 hora⁻¹ (preço de aluguel tomado junto à empresas terceirizadas), somando ao valor referente o combustível gasto na operação e os custos fixos e variáveis dos tratores e da carreta.

Em comparação com o custo da colheita mecanizada, calculou-se o custo da colheita manual, sendo o produto a multiplicação da quantidade de café inicial, pelo preço pago por medida de café, mais impostos. Utilizou-se o valor de R\$ 6,00 e de R\$ 7,00, por medida nas lavouras de carga alta e intermediária, respectivamente (preço pago na região). Adotou-se esse critério, pois o preço pago nessa operação é variável conforme a produtividade da lavoura.

As análises dos dados obtidos foram realizadas separadamente nas duas fazendas, procedendo-se, inicialmente, à análise de variância. Em cada tratamento colhido mecanicamente, fez-se a comparação das médias de café colhido, caído, remanescente e dos custos de varrição e repasse manual, utilizando-se o teste de Tukey, à 5% de probabilidade. Os custos totais dos tratamentos colhidos mecanicamente e manual, tanto para a opção de colhedora própria, como alugada, foram analisados pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade. Os custos totais das opções mecanizadas de colhedora própria e alugada foram comparados pelo teste t, à 5% de probabilidade. Para todas as análises, utilizou-se o programa estatístico SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que o custo horário para a opção de colheita com colhedora própria foi de R\$ 191,94 h⁻¹. Como o tempo de colheita por hectare, em cada operação, foi de 3,0 h, o custo foi de R\$ 575,82 ha⁻¹. No caso da opção de aluguel da colhedora, o custo horário foi de R\$ 280,73 h⁻¹, sendo R\$ 170,00 h⁻¹ correspondente ao valor do aluguel e R\$ 110,73 h⁻¹ correspondente aos demais componentes do custo operacional (Tabela 01). Dessa forma, a opção de aluguel custou R\$ 842,19 ha⁻¹, valor 31,62% superior que a opção de colhedora própria (Tabela 01).

A colheita com três operações da colhedora proporcionou maior quantidade de café colhido que as colheitas com uma e duas operações, obtendo 31,94 e 4,97 sacas de café ben. ha⁻¹, respectivamente. Além disso, foi capaz de dispensar a utilização de repasse manual (Tabela 2).

Analisando a composição do custo da colheita mecanizada, verifica-se que a colheita com uma operação proporcionou menor custo de varrição manual, sendo 23,57% do custo total (Tabela 2). Isso ocorre porque a quantidade de café caído foi menor, em relação aos demais tratamentos, que apresentaram o mesmo valor entre si, exigindo o mesmo contingente de mão de obra para o recolhimento posterior. O custo da varrição manual compôs grande parte do custo total da colheita, notadamente nos tratamentos com repetidas operações da colhedora, variando de 38,35 a 55,82%. Isto, pois o recolhimento manual (varrição) apresenta baixo rendimento e elevado custo (Tabela 2).

Ainda com relação ao café caído, notou-se que, a partir da segunda operação da colhedora não houve acréscimo na quantidade de café caído, ou seja toda a carga passível de se desprender e cair no solo já havia sido derriçada com apenas duas operações. Nas operações seguintes, a pequena quantidade de café pendente, quando derriçada, foi colhida pela colhedora. Isto justifica a repetição dos valores obtidos (17,46 sacas de café ben. ha⁻¹) nos tratamentos T3 a T6.

Caso se faça a substituição da varrição manual pela mecanizada pode ocorrer redução do custo. Fato este, observado por Silva et al. (2003) que, trabalhando com colheita mecanizada somente na planta e colheita mecanizada na planta e no chão (varrição mecanizada), obtiveram reduções de custos de 46 e 67%, em relação à colheita manual, respectivamente.

TABELA 1 - Composição do custo operacional da colheita mecanizada do café.

Item	Colhedora	Trator	Carreta	Custo total
	-----R\$ h ⁻¹ -----			
Depreciação (Dp)	25,00	8,10	1,08	42,28
Jurus sobre o capital (J)	1,37	0,25	0,03	1,90
Taxa de seguros e abrigo (SA)	1,20	0,27	0,04	1,77
Total (CF)	27,57	8,62	1,12	45,93
Custo de combustível (CC)	-	25,03	-	50,05
Custo de lubrificantes e graxas (CLG)	0,65	0,65	-	1,96
Custo do óleo hidráulico (COH)	2,00	0,35	-	2,70
Custo com manutenção (CM)	40,00	9,00	0,36	58,36
Custo de pessoal operacional (COM)	10,98	10,98	-	32,94
Total (CV)	53,63	46,01	0,36	146,01
Custo total (R\$ h ⁻¹)	81,20	54,63*	1,48	191,94

* = O custo horário do trator é multiplicado por dois pois foram utilizados dois tratores na operação.

TABELA 2 - Quantidade de café colhido, caído e remanescente e custos do repasse e varrição manuais e custo horário, referentes à colhedora própria e alugada, com repetidas operações, em safra de carga alta (121,54 sacas de café ben. ha⁻¹), na região de Patos de Minas, MG.

Número de operações da colhedora	Café colhido	Café caído	Custo da varrição manual	Café remanescente	Custo do repasse manual	Custo horário da colhedora própria	Custo horário da colhedora alugada
	Sacas de café ben ha ⁻¹		R\$ ha ⁻¹	Sacas de café ben ha ⁻¹		-----R\$ ha ⁻¹ -----	
1	69,12 c	10,51 a	1.293,99 a	42,01 c	3.619,58 c	575,82	842,19
2	96,09 b	17,46 b	2.149,67 b	6,38 b	549,70 b	1.151,64	1.684,38
3	101,06 a	17,46 b	2.149,67 b	1,14 a	98,22 a	1.727,46	2.527,14
4	102,80 a	17,46 b	2.149,67 b	0,53 a	45,55 a	2.303,28	3.368,76
5	103,20 a	17,46 b	2.149,67 b	0,00 a	0,00 a	2.879,10	4.210,95
6	103,20 a	17,46 b	2.149,67 b	0,00 a	0,00 a	3.454,92	5.053,14
CV (%)	11,99	4,26	4,25	22,75	22,74	-	-

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade.

O custo do repasse manual foi maior quando se colheu com apenas uma operação da colhedora, devido à maior quantidade de café remanescente, correspondendo a 65,94% do custo total desse tratamento. À medida que se aumentou o número de operações da colhedora, reduziu-se a quantidade de café remanescente. A partir de três operações da colhedora não houve café

remanescente nas plantas, reduzindo-se o custo do repasse manual das colheitas, com repetidas operações da colhedora (Tabela 2).

Da mesma forma, a medida que aumentou-se o número de operações da colhedora, aumentou-se o valor gasto com o custo operacional, referente à própria colhedora, elevando a participação nos custos totais, que variaram de 10,49%, para a

colheita com uma operação e chegando a 61,64%, para a colheita com seis operações. Essa proporção é maior, quando opta-se pela colheita mecanizada, utilizando colhedora alugada, pois o custo horário é R\$ 266,37 ha⁻¹ mais elevado, para cada operação (Tabela 2).

Na soma total dos custos, nota-se que todos os tratamentos mecanizados apresentaram menor valor que a colheita manual, com reduções de custo de até 57,36% (Tabela 3). A colheita mecanizada com uma operação da colhedora apresentou valor aproximado à colheita com seis operações, sendo esses os tratamentos mecanizados mais onerosos. Isso mostra que a elevada quantidade de café remanescente, decorrente da baixa eficiência de colheita, que acarretou em elevada demanda de repasse manual, foi fator preponderante para a elevação do custo.

As colheitas com duas operações da colhedora, em que o repasse manual foi menos intenso e com três operações, onde não houve repasse manual, foram os tratamentos que proporcionaram os menores valores. As colheitas com quatro e cinco operações, embora não demandassem repasse manual, promoveram custo elevado devido à elevação na demanda de horas/máquina, no entanto podem ser dispensadas, já que três operações da colhedora foram suficientes para colher todo o café pendente (Tabela 3).

Para a opção de aluguel da colhedora, todos os tratamentos mecanizados também foram menos onerosos que a colheita manual, com reduções de custo de até 51,47%. As colheitas com duas e três operações foram os tratamentos mais viáveis economicamente. A colheita com quatro operações equiparou-se à colheita com apenas uma operação da colhedora e a colheita com seis operações foi o tratamento mais oneroso. Essas alterações em relação à colheita, utilizando colhedora própria, são decorrentes do maior custo horário desse tipo de colheita, aumentando o custo operacional à medida que se aumenta o número de operações.

O custo da colheita utilizando colhedora alugada foi de 12,15 a 22,18% maior que a colhedora própria, a partir de duas operações da colhedora. Com uma operação da colhedora, os custos foram semelhantes (Tabela 3).

Para a lavoura de carga intermediária, a colheita mecanizada com uma operação da colhedora demandou o menor custo de varrição e o maior de repasse manual, correspondendo a 28,81% (R\$ 630,37 ha⁻¹) e 44,86% (R\$ 981,36 ha⁻¹) de seu custo total, respectivamente (Tabela 4).

Diferentemente da lavoura de carga alta, a partir de duas operações da colhedora, o fator de custo que mais influenciou o custo total das operações foi o custo horário, pois as quantidades de café caído e remanescente foram inferiores, acarretando menores gastos com varrição e repasse manual.

TABELA 3 - Custo operacional da colheita mecanizada, utilizando colhedora de café própria e alugada com repetidas operações, em comparação com a colheita manual, em lavoura de carga alta (121,54 sacas de café ben. ha⁻¹), na Região de Patos de Minas-MG.

Número de operações da colhedora	Custo operacional total da colheita (R\$ ha ⁻¹)	
	Própria	Alugada
1	5.489,39 Ad	5.755,76 Ab
2	3.851,02 Aa	4.383,75 Ba
3	3.975,36 Aa	4.775,03 Ba
4	4.498,62 Ab	5.563,98 Bb
5	5.028,77 Ac	6.360,62 Bc
6	5.604,59 Ad	7.202,81 Bd
Colheita manual	9.032,85 Ae	9.032,85 Ae
CV (%)	4,07	4,56

*Médias seguidas por mesmas letras minúsculas, comparadas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade. Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas, comparadas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste t à 5% de probabilidade.

TABELA 4 - Quantidade de café colhido, caído e remanescente e custos do repasse e varrição e custo horário, referentes à colhedora própria e alugada, com repetidas operações, em safra de carga intermediária (50,78 sacas de café ben. ha⁻¹), na região de Patos de Minas, MG.

Número de operações da colhedora	Café colhido	Café caído	Custo da varrição manual	Café remanescente	Custo do repasse manual	Custo horário da colhedora própria	Custo horário da colhedora alugada
	Sacas de café ben. ha ⁻¹	Sacas de café ben. ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	Sacas de café ben. ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹	R\$ ha ⁻¹
1	34,30 c	5,12 a	630,37 a	11,39 c	981,36 c	575,82	842,19
2	40,12 b	5,80 b	714,09 b	4,47 b	385,13 b	1.151,64	1.684,38
3	43,44 a	5,96 b	733,79 b	0,96 ab	82,71 ab	1.727,46	2.527,14
4	43,97 a	5,96 b	733,79 b	0,00 a	0,00 a	2.303,28	3.368,76
5	43,97 a	5,96 b	733,79 b	0,00 a	0,00 a	2.879,10	4.210,95
6	43,97 a	5,96 b	733,79 b	0,00 a	0,00 a	3.454,92	5.053,14
CV (%)	10,74	3,06	3,07	37,15	37,15	-	-

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade.

O custo horário compôs 51,16 a 82,46% dos custos totais das colheitas com duas a seis operações. No entanto, a partir de três operações da colhedora, a quantidade de café remanescente foi próxima à 0,0 saca ben. ha⁻¹, de forma que as colheitas com quatro a seis operações, nas condições do presente estudo, acabaram por ser desnecessárias, visando o estudo da eficiência de colheita (Tabela 4). Tal fato explica a repetição nos valores da quantidade de café colhido nos tratamentos T4 a T6, já que não houve incremento na quantidade de café colhido.

De maneira similar à lavoura de carga alta, a colheita com três operações foi a que obteve maior quantidade de café colhido (43,44 sacas de café ben. ha⁻¹), colhendo: 9,14 e 3,32 sacas de café ben ha⁻¹ a mais que as colheitas com uma e duas operações (Tabela 4).

Na soma total dos custos, com exceção da colheita com seis operações, todos os tipos de colheita foram menos onerosos que a colheita manual, apresentando redução de custo de até 50%.

Valor semelhante foi encontrado por Lanna e Reis (2012). Verifica-se que as colheitas com uma, duas e três operações foram as mais viáveis economicamente (Tabela 5).

A opção de aluguel da colhedora gerou acréscimo de 10,85 a 27,62% nos custos em relação à colheita com colhedora própria. Nesse tipo de colheita, devido ao encarecimento do custo horário, apenas as colheitas com uma, duas e três operações da colhedora demandaram menor custo que a colheita manual, com reduções de até 43,91%. As colheitas com uma e duas operações foram as mais viáveis economicamente. A colheita com quatro operações obteve custo semelhante à manual e as colheitas com cinco e seis operações ultrapassaram esse valor em 11,52 e 24,39% (Tabela 5). Em uma lavoura de, aproximadamente, 35,0 sacas de café ben. ha⁻¹ Silva et al. (2003) obtiveram redução de custo de 46,0 e 32,8%, em relação à colheita manual, utilizando duas e três operações da colhedora, respectivamente. Portanto, em lavouras de cargas intermediárias ou menores, a utilização de duas operações da colhedora é o tipo de colheita mais indicado.

TABELA 5 - Custo operacional da colheita mecanizada, utilizando colhedora de café própria e alugada com repetidas operações, em comparação com a colheita manual, em lavoura de carga intermediária (50,78 sacas de café ben. ha⁻¹), na Região de Patos de Minas-MG.

Número de operações da colhedora	Custo operacional total da colheita (R\$ ha ⁻¹)	
	Própria	Alugada
1	2.187,56 Aa	2.453,92 Ba
2	2.250,87 Aa	2.783,60 Ba
3	2.543,97 Aa	3.343,64 Bb
4	3.037,07 Ab	4.102,55 Bc
5	3.612,89 Ac	4.944,74 Bd
6	4.188,70 Ad	5.786,93 Be
Colheita manual	4.375,20 Ad	4.375,20 Ac
CV (%)	5,18	4,14

*Médias seguidas por mesmas letras minúsculas, comparadas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade. Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas, comparadas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste t, à 5% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

Pode-se substituir o repasse manual pela repetição de operações da colhedora para que se reduzam os custos operacionais do processo de colheita.

Em lavoura de carga elevada (121,54 sacas de café ben. ha⁻¹), a utilização de três operações da colhedora, sendo ela própria ou alugada é a opção de colheita mais indicada, sobre a ótica do custo operacional.

Em lavoura de carga intermediária (50,78 sacas de café ben. ha⁻¹), recomenda-se a utilização de três operações da colhedora ,quando ela é própria e de duas operações, quando ela é alugada, visando à redução de custo operacional.

5 REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERIG. **ASAE standards:** agricultural management data ASAE D497.4. Saint Joseph, 1998. 367 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores agropecuários.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2014.

DIEESE. Encargos sociais no Brasil. **Pesquisa Dieese,** Brasília, n. 12, p. 1-36, 2014.

FERNANDES, A. L. T. et al. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical,** Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.

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

KÖEPPEN, W. Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

LANNA, G. B. M.; REIS, P. R. 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.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura do Café no Brasil:** manual de recomendações. Rio de Janeiro; Varginha: Fundação Prócafé, 2010. 542 p.

MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1974. 297 p.

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

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.

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.

SILVA, F. C. et al. Comportamento da força de desprendimento dos frutos de cafeeiros ao longo do período de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 468-474, mar./abr. 2010.

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

SILVA, F. M. da. Colheita mecanizada e seletiva do café: cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 75 p.

SILVA, F. M. da et al. Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 309-315, 2003.

SILVA, F. M. da et al. Custo da colheita mecanizada de café com colhedoras automotrizes no Sul de Minas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 8, n. 1, p. 54-60, 2000.