

Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro

Ezequiel de Oliveira⁽¹⁾, Fábio Moreira da Silva⁽¹⁾, Nilson Salvador⁽¹⁾, Zigomar Menezes de Souza⁽²⁾, Sara Maria Chalfoun⁽³⁾ e Carlos Augusto Pereira de Figueiredo⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Lavras, Dep. de Engenharia, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: ezequielufla@yahoo.com.br, famsilva@ufla.br, salvador@ufla.br, gutoengenharia@hotmail.com ⁽²⁾Universidade Estadual de Campinas, Fac. de Engenharia Agrícola, Dep. de Água e Solo, Cidade Universitária Zeferino Vaz, s/nº, Barão Geraldo, Caixa Postal 6011, CEP 13083-875 Campinas, SP. E-mail: zigomarms@agr.unicamp.br ⁽³⁾Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Centro Tecnológico do Sul de Minas, Campus da Ufla, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: chalfoun@ufla.br

Resumo – O objetivo desse trabalho foi avaliar os custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro em duas passadas da colhedora. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Capetinga, Município de Boa Esperança, MG. Os experimentos foram realizados com duas passadas da colhedora, definidas de acordo com o índice de ocorrência de grãos verdes na planta. Na primeira passada, com média de 30% de grãos verdes, a velocidade foi fixada em torno de 0,45 m s⁻¹, tendo-se variado as vibrações em 10,83, 12,50, 14,17 e 15 Hz (tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente). Na segunda passada, realizada sobre as mesmas parcelas da primeira passada, com média de 10% de grãos verdes, a vibração foi fixada em 16,67 Hz, tendo-se variado as velocidades em 0,60, 0,72, 0,29 e 0,45 m s⁻¹ (tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente). Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em parcelas aleatórias com 40 plantas por linha, em média. Para a análise dos custos de colheita, comparou-se a colheita mecanizada com a manual. A redução do custo total da colheita mecanizada é de 62,36% em relação à colheita manual, colhendo com a velocidade operacional de 0,45 m s⁻¹ nas duas passadas.

Termos para indexação: cafeicultura, mecanização agrícola, desempenho operacional.

Operational costs of mechanized harvest of coffee

Abstract – The objective of this work was to evaluate the operational costs of mechanized harvest of coffee in two passes of the harvester. The work was carried out in the Capetinga Farm, Boa Esperança City, State of Minas Gerais, Brazil. The experiments were made with two passes of the harvester, defined according to the green grain index. In the first pass, with average of 30% green grains, velocity was fixed around 0.45 m s⁻¹, and vibration varied at 10.85, 12.50 14.17 and 15 Hz (treatments T1, T2, T3 and T4). In the second pass, carried out in the same plots of the first pass, with average of 10% green grains, vibration was fixed in 16.67 Hz, and velocity varied at 0.60, 0.72, 0.29 and 0.45 m s⁻¹ (treatments T1, T2, T3 and T4). It was utilized a completely randomized design with four replications, in plots with 40 plants per line, in average. For the analysis of harvest costs, the mechanized harvest was compared with the manual one. The total cost reduction of the mechanized harvest is 62.36% in relation to the manual harvest, with the operational speed 0.45 m s⁻¹ in the two passes.

Index terms: coffee, agricultural mechanization, operational performance.

Introdução

A colheita do café, segundo Silva (2004), destaca-se por ser a operação mais complexa e importante, do ponto de vista do cafeicultor, pois é por meio dela que ele tira sua produção do campo e obtém o retorno dos pesados investimentos realizados.

A colheita do café é constituída de uma série de operações, tais como arruação, derriça, varrição, recolhimento, abanação e transporte, e deve ser iniciada quando a maior parte dos frutos estiver madura

e antes que se inicie a queda dos frutos secos (Instituto Brasileiro do Café, 1974).

Durante a colheita do cafeeiro, vários fatores devem ser analisados, pois é um dos poucos produtos agrícolas brasileiros que tem seu preço baseado em parâmetros qualitativos e cujo valor aumenta significativamente com a melhoria da qualidade (Carvalho & Chalfoun, 1985).

A cultura do cafeeiro apresenta um elevado custo de produção, e sua colheita e pós-colheita são operações que determinam a qualidade final do produto

(Carvalho Junior, 2002). Segundo Matiello (1991), a colheita corresponde, em média, a 30% do custo de produção e a 40% da mão-de-obra empregada.

Em um estudo comparativo sobre o custo da colheita no sistema manual e no mecanizado, Silva et al. (2000) e Silva (2004) observaram redução de custos no sistema mecanizado, em relação ao manual, da ordem de 41 a 50%, para lavouras com produção de 1.800 a 2.100 L ha⁻¹ de café beneficiado. Nesses estudos, a velocidade de colheita foi de 0,28 m s⁻¹ no primeiro estágio, chamado de primeira passada, e de 0,22 m s⁻¹ no segundo estágio ou segunda passada.

Com base em pesquisas sobre o desempenho de colheita mecanizada do cafeeiro, pode-se afirmar que o aumento da velocidade de colheita implicará diretamente na redução de custos, sem prejuízos ou perdas ao sistema produtivo ou danos às plantas (Silva et al., 2003). No entanto, os estudos de custos de colheita, com o uso de colhedora, ainda são escassos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro, em duas passadas da colhedora.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Capetinga, no Município de Boa Esperança, MG, na safra de 2004/2005, em uma área de 3 ha de lavoura de café da cultivar Acaiá, com seis anos de idade, plantada no espaçamento de 4 m entre linhas e 0,9 m entre plantas, no total de 2.777 plantas ha⁻¹. As coordenadas geográficas da área são de 21°13'S e 45°34'W, com altitude média de 930 m e declividade média de 8%. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como subtropical com inverno seco (Cwb).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em parcelas aleatórias com 40 plantas em linha, em média. As parcelas foram previamente caracterizadas, tendo-se determinado a carga pendente (litros por planta), em cada um dos tratamentos, em cada uma das parcelas, com a colheita feita sempre no mesmo sentido. As determinações constaram da interação dos parâmetros velocidade de deslocamento e frequência de vibração do mecanismo derriçador, em dois estágios de colheita, denominados de primeira e segunda passada.

Para a colheita mecanizada do cafeeiro, foi utilizada uma colhedora tracionada Jacto, modelo KTR, que opera

acoplada ao sistema hidráulico de três pontos de um trator tipo cafeeiro e é acionada pela TDP a 540 rpm. A colhedora trabalha a cavaleiro e na fileira das plantas, possui dois cilindros derriçadores dotados de varetas vibratórias que trabalham na horizontal, e envolve os cafeeiros lateralmente, derriçando os frutos pelo efeito da vibração, os quais caem no sistema de recolhimento que, depois de limpos, são ensacados.

O trator utilizado tem potência nominal de 53 kW, é dotado de redutor de velocidade e tração dianteira auxiliar e fornece as velocidades de trabalho conforme relação de transmissão da caixa de marchas. Em todos os tratamentos foram utilizadas todas as varetas dos cilindros derriçadores da colhedora.

Na primeira passada, com média de 30% de ocorrências de grãos verdes, a velocidade foi fixada em torno de 0,45 m s⁻¹, tendo-se variado as vibrações de 10,83, 12,50, 14,17 a 15 Hz, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Na segunda passada, realizada sobre as mesmas parcelas da primeira passada, com média de 10% de grãos verdes, a vibração foi fixada em 16,67 Hz, com as velocidades de 0,60, 0,72, 0,29 a 0,45 m s⁻¹, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

Para a determinação das perdas de colheita, representadas por frutos de café caídos no chão, o solo sob a copa de cinco plantas de cada parcela foi forrado, a colhedora passou a operar sobre panos, e a quantidade de frutos assim recolhido foi medida em volume (litros por planta). Também foi feita a colheita manual, a fim de se determinar o volume de frutos colhido. Foram coletadas três parcelas de quarenta plantas cada, e a quantidade de frutos colhidos foi medida em volume (litros por planta).

Para a análise dos custos operacionais de colheita do cafeeiro, foram avaliados os custos fixos e variáveis em comparação ao sistema de colheita manual (Balastreire, 1987). A análise dos custos de colheita seguiu os parâmetros para a composição dos custos operacionais das máquinas de colheita (Tourino, 2000; Silva, 2004).

O volume de frutos de café colhido foi medido com um latão, com volume total de 60 L, que também foi usado para determinar o rendimento do trabalhador, em um determinado período de tempo, e a produtividade da área experimental.

Os cálculos de frutos de café colhidos (L ha⁻¹), tempo de colheita (h ha⁻¹), custo de colheita (R\$ ha⁻¹), volume de frutos caídos no chão (L ha⁻¹), custo de varrição (R\$ ha⁻¹) e custo total de colheita (R\$ ha⁻¹) referem-se à área de um

hectare, plantada no espaçamento 4x0,9 m, com população média de 2.777 plantas por hectare.

Para a determinação do custo total de colheita, foram acrescentados os gastos com a operação de varrição, que corresponde aos frutos caídos no chão, decorrentes tanto da operação de colheita mecanizada quanto manual. Ao volume de café caído no chão, foi acrescentado o volume do café referente à operação de repasse, ou seja, o volume de frutos que ficou na planta, após a passagem da colhedora. Isto também foi feito de forma manual.

O tempo total na colheita mecanizada foi acrescido em 20% (Silva, 2004), em razão das operações de manobras nos carregadores e outras paradas, contudo, pode variar de acordo com as características de cada lavoura, como, por exemplo, o tamanho dos carregadores e a inclinação do terreno.

Os preços utilizados, em reais, foram os que vigoravam naquele ano. O valor inicial da colhedora Jacto modelo KTR, usado para o cálculo, foi de R\$ 270 mil, e o valor do trator, modelo cafeeiro 4x2 TDA foi R\$ 70 mil. Para efeito de cálculo, considerou-se a vida útil total das máquinas de 10 mil horas, em trabalho de 1.000 horas por ano, em média, o que corresponde a um período de 10 anos de depreciação.

A taxa de juros seguiu o valor utilizado no programa de financiamento de máquinas agrícolas do governo federal, para o ano de 2005, e foi de 12,75% a.a. O custo do combustível (diesel) seguiu o preço médio, praticado na rede de postos da região Sul de Minas, no período correspondente à colheita do café, de R\$ 1,67 o litro.

Para a determinação dos custos da colheita mecanizada, na safra de 2005, considerou-se o valor horário do conjunto trator-colhedora, multiplicado pelo tempo total de colheita. O custo da colheita manual foi obtido pela multiplicação do volume de frutos colhidos ($L\ ha^{-1}$) pelo custo do volume de 60 L de frutos colhidos (R\$ 5,00), o que corresponde a R\$ 0,083 por litro.

Resultados e Discussão

A carga pendente média dos cafeeiros foi determinada por amostragem, em junho de 2005, e foi de 11 L por planta, o que pode ser considerado um ano de alta produtividade da lavoura, mediante a característica fisiológica de bienalidade das plantas, que alterna anos de alta e baixa produtividade.

O custo total para a colheita mecanizada do cafeeiro, na safra de 2005, foi de R\$ 126,29 h^{-1} (Tabela 1).

Os fatores que mais pesaram na composição do custo total foram os gastos com depreciação, amortização de juros, gastos com combustível no trator, e também os custos com mão-de-obra. No caso da colheita manual, o custo foi de R\$ 5,00 por volume de 60 L, e o custo final por unidade de área dependeu da produtividade do trabalhador.

O volume total de café colhido foi de 30.555 $L\ ha^{-1}$ e corresponde ao volume de café colhido mais o volume de café caído no chão. O tempo médio de colheita manual do cafeeiro foi de 480 segundos por planta, e se refere ao tempo gasto com colocação de panos, derriça e abanação dos frutos colhidos.

Na determinação do custo de varrição, o preço pago pelo volume de 60 L de café recolhido foi de R\$ 5,00, já somados os gastos com a operação de repasse. No repasse, os frutos foram derriçados no chão, o que facilitou a colheita. O volume colhido nessa operação foi de 2.777, 1.528 e 1.333 $L\ ha^{-1}$, para os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, porém, para o tratamento T4, o repasse foi dispensado, pois os custos envolvidos nessa operação não cobririam a receita, em razão do pouco volume de frutos que permaneceu na planta, equivalente a 2,36% da carga pendente.

Para a colheita mecanizada, o custo médio na primeira passada, foi de R\$ 236,79 ha^{-1} , com tempo médio de colheita de 1,875 $h\ ha^{-1}$ (Tabela 2). Nessa passada, em razão de a velocidade média de colheita ser fixada em torno de 0,45 $m\ s^{-1}$, a variação no volume de frutos colhidos se explica pela variação de vibração, pois chegou-se a colher 14.968 $L\ ha^{-1}$ na vibração de 15 Hz. Na primeira passada, não houve variação no custo total, já que este é calculado em relação ao tempo total de colheita pelo custo horário da maquinaria utilizada.

Tabela 1. Relação dos custos operacionais da colheita mecanizada, safra de 2004/2005.

Composição dos custos	Colhedora (KTR)	Trator (53 kW)	Conjunto (trator/colhedora)
Depreciação (R\$ h^{-1})	24,30	6,30	30,60
Juros (R\$ h^{-1})	18,93	4,91	23,84
Taxa de seguros (R\$ h^{-1})	1,35	0,35	1,70
Taxa de alojamento (R\$ h^{-1})	1,35	0,35	1,70
Custo fixo total (R\$ h^{-1})	45,93	11,91	57,84
Custos variáveis			
Combustíveis (R\$ h^{-1})	0,00	15,85	15,85
Lubrificantes (R\$ h^{-1})	3,04	1,58	4,62
Manutenção (R\$ h^{-1})	27,00	7,00	34,00
Mão-de-obra (R\$ h^{-1})	6,99	6,99	13,98
Custo variável total (R\$ h^{-1})	37,03	31,42	68,45
Custo total (R\$ h^{-1})	82,96	43,33	126,29

Na segunda passada, o custo de colheita variou de R\$ 149,02 ha⁻¹ a R\$ 366,24 ha⁻¹, da maior para a menor velocidade empregada, tendo-se mantido a mesma vibração (Tabela 2). Esta variação no custo se explica pela variação total no tempo de colheita, pois, na maior velocidade operacional, o tempo de colheita foi menor. O volume de frutos colhidos variou de 7.804 a 9.553 L ha⁻¹, da maior para a menor velocidade operacional de colheita.

Consideradas as duas passadas da colhedora, o menor custo na operação de colheita ocorreu no tratamento T2 (R\$ 385,18 ha⁻¹), no qual a velocidade operacional foi de 0,45 m s⁻¹, na primeira passada, e 0,72 m s⁻¹ na segunda passada. Porém, o volume de frutos colhidos foi o menor, 19.856 L ha⁻¹. A melhor relação entre volume colhido e o custo operacional de colheita ocorreu no tratamento T4, que apresentou o menor volume de frutos caídos no chão e também o menor repasse, que são operações que encarecem os custos de colheita. Nesse tratamento, o volume colhido foi de 24.021 L ha⁻¹, ao custo de R\$ 473,88 ha⁻¹. No tratamento T4, a vibração foi de 15 Hz, na primeira passada, e 16,67 Hz na segunda passada, tendo-se mantido, em ambas as passadas, a mesma velocidade operacional de 0,45 m s⁻¹.

Para a composição do custo total de colheita, deve-se, ainda, considerar os gastos com a operação de varrição. Esses custos variaram de R\$ 483,10 ha⁻¹, no tratamento T4, a R\$ 890,35 ha⁻¹ no tratamento T2 (Tabela 2). Essa variação no custo de varrição reflete o desempenho da eficiência de colheita, ou seja, quanto maior essa eficiência, menores são os custos com a operação de varrição.

Analisando-se os custos de colheita manual, observa-se que foi colhido o volume de 9,75 L por planta, que resultou em um volume de frutos colhidos de 27.075 L ha⁻¹, ao custo de R\$ 2.255,00 ha⁻¹ (Tabela 2). Da carga pendente total, colheram-se 88,64%, e o restante, considerado como frutos de chão, foi contabilizado na operação de varrição. Nessa operação, recolheram-se 3.480 L ha⁻¹ ao custo de R\$ 290,00 ha⁻¹, o que gerou o custo total na colheita manual de R\$ 2.545,00 ha⁻¹.

O custo total na colheita mecanizada foi mais elevado nas maiores velocidades operacionais, e variou de R\$ 1.298,94 a R\$ 1.275,53 ha⁻¹, para as velocidades de 0,60 e 0,72 m s⁻¹, respectivamente, o que reflete uma menor eficiência de colheita. Nas menores velocidades operacionais de colheita, o custo foi reduzido, e refletiu uma maior eficiência de colheita e, conseqüentemente um menor volume de frutos caídos no chão. No tratamento T4, com maior eficiência operacional, o custo total de colheita foi de R\$ 957,95 ha⁻¹, com velocidade de 0,45 m s⁻¹, na primeira e segunda passadas.

A redução de custos em relação à colheita manual variou de 48,96, 49,88, 53,98 a 62,36% nas duas passadas da colhedora; na primeira passada, a velocidade operacional média de colheita foi de 0,45 m s⁻¹, e na segunda variou de 0,60, 0,72, 0,29 e 0,45 m s⁻¹, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. No tratamento com maior desempenho operacional de colheita (T4), a redução de custo foi de 62,36% em relação à colheita manual, tendo-se colhido com velocidade de 0,45 m s⁻¹, em ambas as passadas.

Essa redução no custo total de colheita mecanizada, em relação à colheita manual, foi mais significativa, se

Tabela 2. Desempenho e custos de colheita na safra de 2005.

Tratamento	Café colhido (L ha ⁻¹)	Tempo de colheita (h ha ⁻¹)	Custo de colheita (R\$ ha ⁻¹)	Café caído no chão (L ha ⁻¹)	Repasse (L ha ⁻¹)	Custo de varrição (R\$ ha ⁻¹)	Custo total de colheita (R\$ ha ⁻¹)
Primeira passada ⁽¹⁾							
T1	11.580	1,88	237,43	-	-	-	-
T2	12.052	1,87	236,16	-	-	-	-
T3	14.163	1,87	236,16	-	-	-	-
T4	14.968	1,88	237,43	-	-	-	-
Segunda passada ⁽²⁾							
T1	8.358	1,41	178,07	10.601	2.777	883,45	1.298,94
T2	7.804	1,18	149,02	10.684	1.528	890,35	1.275,53
T3	9.553	2,90	366,24	6.824	1.333	568,70	1.171,10
T4	9.053	1,88	237,43	5.797	721	483,01	957,95
Colheita manual							
T5	27.075	375,50	2.255	3.480	-	290	2.545

⁽¹⁾Na primeira passada, a velocidade foi fixada em torno de 0,45 m s⁻¹, tendo-se variado as vibrações em 10,83, 12,50, 14,17 e 15 Hz, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. ⁽²⁾Na segunda passada, realizada nas mesmas parcelas da primeira passada, a vibração foi fixada em 16,67 Hz, tendo-se variado as velocidades em 0,60, 0,72, 0,29 e 0,45 m s⁻¹, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

comparada à observada por Silva et al. (2000) e Silva (2004), que foi de 41 e 50%. A redução de custos é mais influenciada pela eficiência operacional do que pelo aumento de velocidade, pois quanto maior o volume recolhido pela colhedora, menores os custos com a operação de repasse e varrição.

Quando se compara o custo unitário do volume de 60 L, colhido mecanicamente, com o custo da colheita manual, verifica-se que o custo unitário reduziu, conforme aumentou a eficiência de colheita, tendo variado de R\$ 2,55 a R\$ 1,88 por volume de 60 L colhido.

Este comportamento indica que, mesmo colhendo com maiores velocidades operacionais da colhedora, a redução de custo por volume de 60 L de frutos colhidos é bastante vantajosa, pois, na maior velocidade operacional, a redução dos custos foi de 49%, em relação à colheita manual, e reduziu ainda mais conforme aumentou a eficiência de colheita.

Outro fator a ser ponderado é a redução do tempo de colheita, pois quando se colheu manualmente, gastaram-se aproximadamente 376 horas para colher um hectare, com o emprego de um trabalhador. Entretanto, colhendo-se mecanicamente, com duas passadas da colhedora, o tempo de colheita foi reduzido para 3,29, 3,14, 4,77 e 3,76 h ha⁻¹, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

Conclusões

1. Os fatores que mais pesam, na composição dos custos de colheita do cafeeiro, são os gastos com depreciação, amortização de juros, combustíveis e mão-de-obra.

2. A redução do custo total da colheita mecanizada é de 62,36%, em relação à colheita manual, colhendo-se

com velocidade operacional de 0,45 m s⁻¹ nas duas passadas da colhedora.

3. Quanto maior é a eficiência de colheita menores são os custos operacionais.

Agradecimentos

À Empresa Jacto Máquinas Agrícolas S.A., pelo suporte técnico; à Fazenda Capetinga, pela concessão da área experimental.

Referências

- BALASTREIRE, L.A. Gerenciamento de operações agrícolas mecanizadas. In: BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. p.30-61.
- CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M. Aspectos qualitativos do café. **Informe Agropecuário**, v.11, p.79-92, 1985.
- CARVALHO JUNIOR, C. **Efeito do sistema de colheita na qualidade do café (*Coffea arabica* L.)**. 2002. 140p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Podas. In: INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações. Rio de Janeiro: IBC/Gerca, 1974. p.207-226.
- MATIELLO, J.B. Processamento, classificação, industrialização e consumo de café. In: MATIELLO, J.B. **O café**: do cultivo ao consumo. São Paulo: Globo, 1991. p.237-317.
- SILVA, F.M. **Colheita mecanizada e seletiva do café**: cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade. Lavras: Ufla/Faepe, 2004. 75p.
- SILVA, F.M.; RODRIGUES, R.F.; SALVADOR, N.; TOURINO, E.S.; SILVA, S.S.S. Custo da colheita mecanizada de café com colhedoras automotrizes no Sul de Minas. **Engenharia na Agricultura**, v.8, p.54-60, 2000.
- SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R.F.; TOURINO, E.S. Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola**, v.23, p.309-315, 2003.
- TOURINO, M.C.C. **Arranjo populacional e uniformidade de semeadura na produtividade e outras características agrônomicas da soja**. 2000. 139p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.