

DESEMPENHO E INFLUÊNCIA DA COLHEDORA MECANIZADA NA PRODUTIVIDADE DA LAVOURA CAFEIEIRA EM 4 SAFRAS

Fabio Moreira da Silva¹, Ezequiel de Oliveira², Everton Fim³, Vanessa Castro Figueiredo⁴

¹ Eng Agrícola, Prof. Dpto. Engenharia/UFLA, famsilva@ufla.br

² Eng. Agrícola, CEIFA Ltda. ezequielufla@yahoo.com.br

³ Eng. Agrícola, Everton Fim - CASE-IH. everton.fim@cnh.com

⁴ Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFLA, vcfigueiredo.agro@gmail.com

RESUMO: A cafeicultura brasileira vivencia um importante momento de transição em que o processo de colheita vem migrando do sistema manual para o sistema mecanizado. Um dos motivos deste crescimento têm sido as dificuldades que os produtores enfrentam na disponibilidade de mão de obra. Inicialmente, este cenário levou os cafeicultores à busca de alternativas, como a mecanização da colheita de lavouras adultas, passando pela colheita seletiva com duas passadas da colhedora eliminando a operação de repasse manual, restando como último desafio da mecanização a colheita de lavouras novas de primeira e segunda safra. O experimento foi conduzido na Fazenda Bravinhos, localizada no município de Carmo do Paranaíba/MG, nas safras de 2009 a 2012 em área de 1,0 ha de lavoura da cultivar Catuaí IAC 144, tratando-se inicialmente de lavoura de segunda safra, com 3,5 anos de plantio, plantada no espaçamento de 3,95m entre linhas e 0,6m entre plantas, totalizando 4.200 plantas/ha, com declividade média de 4% e altitude média de 850 m. Para a colheita mecanizada do café foi utilizada uma colhedora automotriz, devidamente preparada e regulada para a colheita de lavoura nova. Os ensaios foram realizados utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em parcelas aleatórias contendo, em média 67 plantas em linha. As parcelas foram previamente caracterizadas, determinando-se: a carga pendente média (L/planta), a força de desprendimento e o índice de maturação. Os tratamentos constaram da colheita mecanizada plena e seletiva, com interação dos parâmetros velocidade e vibração em dois estágios de maturação, tendo como testemunha a colheita manual. Para a colheita seletiva foram utilizadas as velocidades operacionais de 1300 e 1600 m/h, com vibrações de 850 e 950 ciclos/minuto e a colheita plena foi realizada com 1000 m/h e vibração de 950 ciclos/minuto. O trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho da colheita mecanizada a partir da segunda safra e os efeitos sobre a produtividade da cultura em safra subsequentes, comparativamente com a colheita no sistema manual. Os resultados demonstraram tendência de aumento de produtividade nos tratamentos colhidos mecanicamente, nas três safras seguintes e aumento significativo na quarta safra chegando ao acréscimo médio a 21,7% para a colheita seletiva, quando comparado com a colheita manual.

PALAVRA CHAVE: *Coffea arabica*, Colheita, Mecanização Agrícola.

PERFORMANCE AND INFLUENCE IN MECHANIZED HARVESTER OF COFFEE PRODUCTIVITY IN FOUR VINTAGES

ABSTRACT: The Brazilian coffee experiences an important moment of transition in which the harvesting process is migrating from manual to mechanized system. One reason for this growth have been the difficulties faced by producers in the availability of labor. Initially, this scenario led growers to search for alternatives, such as mechanized harvesting of crops grown, through selective harvesting with two of the harvester eliminating the manual transfer operation, leaving as the last challenge of mechanized harvesting of new crops first and second harvest. The experiment was conducted at Bravinhos Farm, located in the municipality of Carmen Paranaíba / MG, in vintages from 2009 to 2012 in an area of 1.0 ha of IAC 144 Catuaí crop, treating initially tillage second crop, with 3.5 years of planting, planted at a spacing of 3.95 m between rows and 0.6 m between plants, totaling 4,200 plants / ha, with an average slope of 4% and an average altitude of 850 m. For mechanized coffee harvest was used combine harvester, properly prepared and adjusted to the new crop harvest. The tests were conducted using a completely randomized design with three replications in random parcels on average 67 plants online. The plots were previously characterized by determining: the load average slope (L / plant), the detachment force and the maturation index. The treatments consisted of fully mechanized harvesting and selective interaction with parameters of speed and vibration in two stages of maturity, and as a witness to manual harvesting. For the selective harvest were used operating speeds of 1300 and 1600 m / h, with the vibration of 850 to 950 cycles / minute and the full harvest was performed at 1000 m / h, vibration of 950 cycles / minute. The study aimed to evaluate the performance of mechanized harvesting from the second harvest and the effects on crop productivity in subsequent crop compared with the harvest in the manual system. The results showed tendency to increase productivity in the treatments harvested mechanically, the following three seasons and significant increase in the fourth season coming to an average increase to 21.7% for selective harvest, compared with manual harvesting.

KEY WORDS: *Coffea Arabica*, Crop, Agricultural Mechanization.

INTRODUÇÃO

Há 15 anos o processo de mecanização da colheita do cafeeiro vem crescendo significativamente, sobretudo nas regiões mais planas e em lavouras plantadas em renque. Um dos motivos deste crescimento têm sido as dificuldades que os produtores enfrentam na disponibilidade de mão de obra. Inicialmente, este cenário levou os cafeicultores à busca de alternativas, como a mecanização da colheita de lavouras adultas, passando pela colheita seletiva com duas passadas da colhedora eliminando a operação de repasse manual, restando como último desafio da mecanização a colheita de lavouras novas de primeira e segunda safra. Com o aperfeiçoamento das colhedoras e, sobretudo, com a adequada regulagem da vibração e da velocidade operacional, Silva et al. (2000) observaram que a desfolha do cafeeiro causada pela colheita mecanizada com apenas uma passada da colhedora foi menor que na colheita manual, e que, com duas passadas, a desfolha equipara-se à desfolha na colheita manual. Com relação à colheita seletiva, avaliando o número e modo de passadas de uma colhedora de café e seus efeitos na produção, Santinato et al. (1998) concluíram que, com duas passadas da colhedora a produtividade do cafeeiro não foi afetada. Uma das grandes preocupações dos cafeicultores ao adotarem a colheita mecanizada se resume nos possíveis danos mecânicos provocados às plantas, ou ainda se estes danos traduzidos em desfolha e quebra de galhos podem afetar a produtividade da safra seguinte. Trabalhos já publicados por Silva et al. (2005), demonstraram que este prejuízo não ocorreu em lavouras colhidas mecanicamente por quatro anos consecutivos, com uma e duas passadas da colhedora, comparativamente com a colheita manual, contudo alguns produtores já afirmaram o contrário, que a produtividade de suas lavouras aumentou após a adoção da colheita mecanizada, o que tem amparo teórico, considerando uma colheita mais rápida que desocupa a planta mais cedo e ainda pelo fato da colheita mecânica, com colhedoras devidamente reguladas causarem o mínimo de danos nas plantas, o que merece ser avaliado. Neste sentido, devido ao importante crescimento da colheita mecanizada nas regiões cafeeiras, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho da colheita mecanizada em lavouras nova e os efeitos sobre a produtividade da cultura em safra subsequentes, comparativamente com a colheita no sistema manual. Este trabalho teve início em lavoura de segunda safra, estendendo-se por quatro safras subsequentes. A colheita mecanizada foi feita com a colhedora CASE IH, modelo COFFEE EXPRESS A200, por se tratar de uma máquina com menor agressão às plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Bravinhos, localizada no município de Carmo do Paranaíba/MG, nas safras de 2009 a 2012 em área de 1,0 ha de lavoura da cultivar Catuaí IAC 144, tratando-se inicialmente de lavoura de segunda safra, com 3,5 anos de plantio, plantada no espaçamento de 3,95m entre linhas e 0,6m entre plantas, totalizando em média 4.200 plantas/ha, com declividade média de 4% e altitude média de 850 m. Para a colheita mecanizada do café foi utilizada a colhedora modelo CASE COFFEE EXPRESS 200. Esta é uma colhedora automotriz que opera por meio de 3 rodas motrizes, acionadas por motores hidráulicos, que recebe energia de um motor de 42 KW (55 cv). A colhedora trabalha a cavaleiro na linha das plantas, possuindo dois cilindros derriçadores dotados de varetas vibratórias que envolvem os cafeeiros lateralmente, derriçando os frutos pelo efeito da vibração, os quais caem no sistema de recolhimento que, depois de ventilados, são descarregados a granel por meio da bica lateral em uma carreta. Em se tratando de colheita de lavoura nova, a colhedora foi devidamente preparada, colocando varetas mais longas na parte de baixo dos cilindros derriçadores em baixo, para retirar o máximo de frutos junto ao ramo ortotrópico e retirando as varetas na altura da brotação para evitar picotamento de folhas e quebra de ramos novos de crescimento, que em lavouras novas pode causar prejuízos ao cafeeiro. As lâminas recolhedoras foram colocadas na menor inclinação possível, para minimizar a quebra dos ramos inferiores dos cafeeiros e ainda foi instalada uma haste levantando a saia do cafeeiro na saída dos recolhedores para diminuir as perdas de frutos com a descarga de folhas. Os ensaios foram realizados utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em parcelas aleatórias contendo, em média 67 plantas em linha. As parcelas foram previamente caracterizadas, determinando-se: a carga pendente média (L/planta), o índice de maturação (porcentagem de verdes, cereja e boia) e a força de desprendimento (N). Os tratamentos constaram da colheita mecanizada plena e seletiva, com interação dos parâmetros velocidade e vibração em dois estágios de maturação, tendo como testemunha a colheita manual. Para a colheita seletiva foram utilizadas as velocidades operacionais de 1300 e 1600 m/h, com vibrações de 850 e 950 ciclos/minuto, conforme referência de Oliveira 2006 e a colheita plena foi realizada com 1000 m/h e vibração de 950 ciclos/minuto. Na terceira safra da lavoura, e nas demais safras posteriores, foi mantido os mesmos tratamentos nas mesmas parcelas, sendo a colheita feita com a mesma colhedora na sua configuração original, sem alterações no posicionamento das varetas ou inclinação dos recolhedores, pois a lavoura já se encontrava mais alta e com diâmetro da copa maior, sendo utilizada a distribuição normal das varetas.

A quantidade de café colhido em cada parcela foi medida em volume (L/planta). A desfolha foi quantificada em peso de folhas e ramos (kg/planta) e as perdas de frutos no chão foram medidas em volume (L/planta). As perdas percentuais de colheita foram determinadas considerando o volume caído no chão em função do volume derriçado, ou seja, volume colhido mais volume perdido. A carga pendente média da lavoura foi determinada em cada safra por amostragem, antes de realizar a colheita mecanizada ou manual. Na primeira e segunda passada da colhedora, foi feito o levantamento da

força de desprendimento dos frutos verdes e cereja nas plantas. A determinação desta força foi realizada por meio de um dinamômetro portátil, especificamente construído para este fim, graduado em “Newtons” (N). O desempenho operacional da colhedora foi determinado em relação ao volume derriçado pela colhedora, tanto para a primeira quanto para a segunda passada, bem como para a colheita com uma única passada e colheita manual.



Figura 1. Colhedora CASE, preparada para colheita seletiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra de 2009, os resultados de desempenho operacional são demonstrados na Tabela 1. Na ocasião da primeira passada a força de desprendimento média registrada para os frutos verdes foi de 13,25N e dos cereja 7,16N. Na segunda passada a força de desprendimento dos verdes foi de 11,55N e dos cereja 6,30N. Estes resultados de força de desprendimento indicaram que a lavoura se encontrava em condições de se fazer a colheita seletiva, conforme cita Silva et al (2010).

Na primeira passada a eficiência de colheita variou de 40,25 a 45,43% e a maior eficiência de derriça 55,81%, ocorreu na maior vibração empregada, 950 ciclos/min. e velocidade de 1600 m/h. As perdas de colheita foram em média de 13,35% do volume derriçado para a velocidade de 1300 km/h e de 19,81%, para a 1600 m/h. A desfolha foi maior para a maior vibração 950 ciclos/min, sendo em média de 193 g/planta estando, contudo, abaixo de 350 g/planta, valor considerado de referência para a colheita mecanizada, com uma única passada, conforme dados de Oliveira 2006.

Na segunda passada a eficiência de colheita variou de 21,99 a 24,67% da carga pendente inicial, com maior eficiência de derriça de 30,08%, ocorrendo com vibração de 950 ciclos/min. e velocidade de 1600 m/h, As perdas de colheita foram de 10,76 a 17,93% em relação ao volume derriçado. E desfolha média foi de 215 g/planta, pouco superior a desfolha da primeira passada.

A maior eficiência de derriça foi de 85,90% da carga pendente, com vibração de 950 ciclos/min e velocidade média de 1600 m/h, tanto na primeira como segunda passada, o volume efetivamente colhido foi de 70,10% da carga pendente, com 27,00% de frutos caídos no chão, sendo (15,80%) referente a perdas perdas de colheita e (11,20%) por queda natural e apenas 2,90% restaram nas plantas, dispensando a operação de repasse manual.

Considerando as duas passadas, a maior eficiência de colheita seletiva foi de 32,72% de frutos cereja colhidos, que ocorreu com velocidade de 1300 km/h e vibração de 950 ciclos/min. As perdas totais de frutos pela colhedora foram de 11,41 e 15,14% da carga pendente inicial, e a maior desfolha total foi de 433 g/planta.

Nas safras subsequentes o desempenho operacional foram similares a exemplo na colheita de 2012 a maior eficiência de derriça foi de 87,86% da carga pendente, com vibração de 850 ciclos/min e velocidade média de 1300 m/h, tanto na primeira como segunda passada. O volume efetivamente colhido foi de 76,70% da carga pendente, com 19,73% de frutos caídos no chão, sendo (11,16%) perdas da colhedora e (8,57%) por queda natural e apenas 3,57% restaram nas plantas.

TABELA 1. Desempenho operacional da colheita mecanizada e manual. Carmo do Paranaíba – MG, 2009.

Tratamento	Vibração	Velocidade	Frutos caídos no chão L/planta	Carga pendente L/planta	Volume colhido L/planta	Eficiência de colheita %	Perdas de colheita L/planta	Perdas de colheita %	Eficiência de derriça %	Desfolha kg/planta	Desfolha Total kg/planta	Volume residual L/planta	Volume residual %
	Ciclos/min.	m/hora											
Primeira passada (12/06/2009), 40% de frutos cereja													
T1	850	1317	4,82	1,94	40,25	0,38	13,79	48,13	0,191			2,50	51,87
T2	950	1338	4,82	2,09	43,36	0,31	12,91	49,79	0,183			2,42	50,21
T3	850	1630	4,82	2,10	43,57	0,56	21,05	55,19	0,189			2,16	44,81
T4	950	1637	4,82	2,19	45,43	0,50	18,58	55,81	0,211			2,13	44,19
Segunda passada (08/07/2009), 17% de frutos cereja													
T1	850	1333	1,04	1,46	1,06	21,99	0,18	14,51	25,72	0,193	0,383	0,22	4,56
T2	950	1329	0,93	1,49	1,12	23,24	0,23	17,03	28,00	0,222	0,406	0,14	2,90
T3	850	1643	0,64	1,52	1,16	24,07	0,14	10,76	26,97	0,222	0,411	0,23	4,77
T4	950	1630	0,55	1,58	1,19	24,67	0,26	17,93	30,08	0,222	0,433	0,14	2,90
Colheita plena (08/07/2009), 17% de frutos cereja													
T5	950	1092	1,47	3,35	2,64	54,77	0,37	12,29	62,44	0,337	0,337	0,34	7,05
Colheita manual (08/07/2009), 17% de frutos cereja													
T6	-	-	1,47	3,35	3,35	100,00			100,00	0,216	0,216	-	0,00

*Produtividade média: 4,82 L/planta

* Produção beneficiada esperada: 42,2 sc/ha

A Tabela 2 demonstra os resultados de danos causados nas plantas pelo processo de colheita. A quantidade média de brotos nas parcelas colhidas com duas passadas para a safra de 2009 foi de 8,31 brotos/planta, quantidade muito próxima do valor encontrado para apenas uma passada da colhedora que foi de 9,22 brotos/planta. A menor quantidade de brotos encontrada foi nas parcelas colhida manualmente, com 4,21 brotos/planta, o que está de acordo com a menor desfolha encontrada na colheita manual. Em relação ao aspecto das plantas a maior nota foi para a colheita manual. A partir de 2009 foi feita a desbrota em todas as parcelas/tratamentos. Na safra de 2012 as plantas colhidas seletivamente apresentaram em média mais brotos que as colhidas manualmente (Tabela 3), contudo com diferenças menores e o aspecto das plantas em termos de nota também não apresentaram um padrão diferenciado em relação a testemunha, colheita manual. A quantidade média de brotos nas parcelas colhidas com duas passadas foi de 12,45 brotos/planta, quantidade igual à encontrada para colheita com uma passada e muito próxima ao das parcelas colhidas manualmente de 11,35 brotos/planta.

Tabela 2. Número de brotos e aspecto da planta pós-colheita. Carmo do Paranaíba – MG, 2009.

Tratam.	Velocidade m/h	Vibração ciclos/min.	Desfolha g/planta	N. brotos Brotos/planta	Aspecto da planta (Nota)
Colheita seletiva					
T1	1300	850	383	6,94	8,0
T2	1300	950	406	7,56	7,0
T3	1600	850	411	10,78	7,0
T4	1600	950	433	7,94	7,0
Colheita plena					
T5	1000	950	337	9,22	5,0
Colheita manual					
T6	-	-	216	4,21	8,5

Tabela 3. Número de brotos e aspecto da planta pós-colheita. Carmo do Paranaíba – MG, 2012.

Tratam.	Velocidade m/h	Vibração ciclos/min	Desfolha g/planta	N. brotos Brotos/planta	Aspecto da planta (Nota)
Colheita seletiva					
T1	1300	850	570	13,13	7,3
T2	1300	950	434	12,47	8,0
T3	1600	850	426	13,40	6,8
T4	1600	950	453	10,80	7,3
Colheita plena					
T5	1000	950	341	12,40	7,2
Colheita manual					
T6	-	-	240	11,35	7,7

Para avaliar a influência da colheita mecanizada na produtividade da lavoura, levou em consideração a produtividade ao longo das safras. No ano de 2010, em que foi feita a primeira avaliação de produtividade após o início de colheita mecanizada, a carga pendente média entre os tratamentos foi de 4,82 L/planta. No ano de 2011, após o segundo ano de colheita mecanicamente, a carga pendente média foi de 5,91 L/planta, e nos anos de 2012 e 2013, respectivamente de 6,40 e 10,08 L/planta. A Tabela 4 demonstra os resultados detalhados da produtividade da lavoura em termos de carga pendente para as safras consideradas.

Observa-se que a produtividade das plantas não apresentou diferença significativa nos anos de 2010, 2011 e 2012, comparando individualmente os tratamentos com colheita mecanizada seletiva ou plena em relação à colheita manual, porém nestes três anos consecutivos observa-se tendência de aumento de produtividade para colheita seletiva e em 2012 a menor produtividade dentre todos os tratamentos foi registrada para a colheita manual. Na safra de 2013, os tratamentos colhidos mecanicamente apresentaram produtividades maiores, com destaque para a colheita seletiva, com média de 10,56 L/planta, que não diferiu da colheita plena com 10,32 L/planta, contra 8,67 L/planta para a colheita manual, apresentou produtividade significativamente menor em relação à colheita mecanizada, registrando diferença média de 1,89 L/planta, com aumento de produtividade de 21,7% para a colheita seletiva. Quando se analisa a produtividade acumulada das quatro safras os resultados também demonstraram diferenças significativas a favor da colheita mecanizada, com média de 28,14 L/planta para a colheita seletiva, 26,87 L/planta para a colheita plena, contra 25,00 L/planta da colheita manual, que representou 27 sacas de café beneficiadas a mais por ha em quatro safras, ou a

média de 6,87 sacas a mais por safra. Ainda com relação aos valores acumulados de produtividade, pode-se observar a tendência do efeito da vibração, com resultados maiores de produtividade, para a vibração menor de 850 ciclo/minuto, independentemente da velocidade, ou da velocidade menor da colheita plena em relação à vibração de 950 ciclos/minuto. Silva et al. (2006), compararam a eficiência da derriça manual do café e a derriça mecanizada, utilizando uma derriçadoratratorizada lateral, e verificaram que a utilização do equipamento mostrou ser mais adequado para a colheita, com eficiência de derriça de 80,3% e custo 37% menor que a derriça manual.

Tabela 4. Influência da colheita mecanizada na produtividade da lavoura cafeeira, 2010 a 2013.

Parcela	Velocidade m/h	Vibração ciclos/min	Carga pendente (L/planta)/safras				Total
			2010	2011	2012	2013	
Colheita seletiva (duas passadas)							
T1	1300	850	4.864340 a	5.213153 a	6.219853 a	10.616053 a	28.251673 a
T2	1300	950	4.842280 a	6.573930 a	5.876140 a	10.662083 a	27.954437 a
T3	1600	850	4.935390 a	5,512893 a	7.294743 a	10.872770 a	28.615797 a
T4	1600	950	4.855693 a	6.171703 a	6.650483 a	10.091623 a	27.769500 a
Colheita plena							
T5	1000	950	4846047 a	5.213153 a	6.492870 a	10.326323 a	26.878390 a
Colheita manual							
T6	-	-	4854767 a	5.616863 a	5.854613 a	8.667840 b	24.994087 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

1. A maior eficiência de derriça foi de 85,90% da carga pendente, com vibração de 950 ciclos/min e velocidade média de 1600 m/h, tanto na primeira como segunda passada, o volume efetivamente colhido foi de 70,10% da carga pendente, com 27,00% de frutos caídos no chão e apenas 2,90% restaram nas plantas, dispensando o repasse manual.
2. Na safra de 2013 a produtividade foi significativamente maior para as plantas que foram colhidas seletivamente com duas passadas da colhedora, apresentando em média 1,89 L/planta a mais de carga pendente, comparativamente com a colheita manual, registrando aumento de 21,7%.
3. Com relação a produtividade acumuladas de quatro safras, as diferenças também foram significativas a favor da colheita mecanizada, com média de 28,14 L/planta para a colheita seletiva, 26,87 L/planta para a colheita plena, contra 25,00 L/planta da colheita manual, que em uma lavoura de 4200 plantas/ha, representa 27 sacas beneficiadas a mais em quatro safras, ou a média de 6,87 sacas a mais por safra, ou 12,8% a mais de possível receita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OLIVEIRA, E de. et al. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 827-831, 2007.
- SANTINATO, R.; SILVA, A. D.; KASHIMA, A. E.; SILVA, V. A.; CARVALHO, R. Estudos de colheita mecânica K-3 Jacto com 1, 2 e 3 passadas intercaladas e pulverizações (K-3 Bayer) cicatrizantes e pré-florada em condições de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998. Poços de Caldas. **Anais...** Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÉ, 1998. P. 314-316.
- SILVA, F. C. et al. Comportamento da força de desprendimento dos frutos do cafeeiro ao longo do período da colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 468-474, mar./abr. 2010.
- SILVA, F.M. Colheita mecanizada e seletiva do café: cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade. Lavras: Ufla/Faepe, 2005. 75p.
- SILVA, F.M.; RODRIGUES, R.F.; TOURINO, E.S. Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada. Engenharia Agrícola, v.23, p.309-315, 2006.