

DESEMPENHO OPERACIONAL DA COLHEITA MECANIZADA E SELETIVA DO CAFÉ EM FUNÇÃO DA FORÇA DE DESPRENDIMENTO DOS FRUTOS

Flávio Castro da Silva¹, Fábio Moreira da Silva², Antônio Carlos da Silva³,
Murilo Machado de Barros⁴, Marcos Antônio Zambillo Palma⁵

(Recebido: 04 de abril de 2011; aceito 12 de setembro de 2011)

RESUMO: Na colheita mecanizada, uma das dificuldades encontradas pelos cafeicultores é determinar o momento adequado de iniciar-se a colheita, bem como determinar a vibração e a velocidade operacional mais adequada para cada cultivar ao longo do período de colheita. De modo geral, a regulação da vibração e da velocidade operacional das colhedoras tem sido feita pelos produtores de modo empírico, por tentativas, buscando o maior desempenho operacional. Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a eficiência de colheita mecanizada em oito progênies de acordo com a força de tração necessária para o desprendimento dos frutos. Os ensaios foram realizados com três repetições, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) dentro de uma mesma gleba, em parcelas aleatórias, contendo cinco plantas. Buscou-se levantar a força de desprendimento dos frutos de café na planta, de acordo com a maturação dos frutos, sendo classificados, para a determinação da força, os frutos verdes e cerejas. Também foi avaliada a eficiência de colheita nas progênies analisadas em dois anos de safra. Concluiu-se que há diferença significativa entre as progênies avaliadas tanto na força de desprendimento como na eficiência de colheita e que a eficiência de colheita está relacionada diretamente com a força de desprendimento dos frutos maduros na planta.

Termos para indexação: Progênies, maturação, colheita mecanizada.

OPERACIONAL PERFORMANCE OF MECHANICALLY HARVESTED COFFEE AND SELECTIVITY IN ACCORDANCE TO FORCE DETACHMENT OF FRUIT

ABSTRACT: In mechanized harvesting, one of the difficulties encountered by farmers is to determine the appropriate time to start harvesting, as well as vibration and determine the most appropriate operating speed for each cultivar during the harvest period. In general, the regulation of vibration and operating speed of the harvester has been made by producers in an empirical way, by trial, seeking greater operational performance. This study aimed to evaluate the efficiency of mechanical harvesting of eight progenies according to the traction force required for detachment of the fruit. The tests were conducted with three replications using a completely randomized design (CRD) within the same plot in random plots containing five plants. We tried to raise the strength of detachment from coffee fruits on the plant, according to the ripening of fruits, and graded to determine the strength, the green fruits and cherries. We also evaluated the efficiency of the harvest in the progenies analyzed over two years of harvest. It was concluded that there are significant differences between progenies in both the force of detachment as to the efficiency of picking and that picking efficiency is directly related to the force of detachment of mature fruits on the plant.

Index terms: Progenies, maturation, mechanized harvest.

1 INTRODUÇÃO

A colheita mecânica do café é realizada por meio de varetas situadas em cilindros oscilantes na colhedora os quais trabalham na vertical, envolvendo os cafeeiros lateralmente, derriçando os frutos pelo efeito da vibração. Parchomchuk e Cooke (1971) afirmam que o desprendimento dos

frutos de café ocorre quando as forças inerciais, devido ao movimento no fruto, tornam-se maiores do que a força de tração necessária para causar o desprendimento. Silva et al. (2002) afirmam que, para se retirar o maior número de frutos cerejas, é necessário ajustar a vibração das varetas da colhedora, deixando a maioria dos verdes

¹ Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia Agrícola/DEG - Secretaria do PPGEA - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras/MG - flavioengufila@gmail.com

² Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia Agrícola/DEG - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras/MG - famsilva@deg.ufla.br

³ Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia Agrícola/DEG - Cx. P. 3037 - 37.000-000 - Lavras/MG - engcarlinhos@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia Agrícola/DEG - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras/MG - egmurilo@yahoo.com.br

⁵ Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Engenharia Agrícola/DEG - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras/MG - markospalma@gmail.com

na planta, o que é feito variando a vibração de 650 a 950 ciclos.minuto⁻¹. Souza et al. (2005) descrevem que o número de ciclos necessários ao desprendimento dos frutos é proporcional ao tempo de desprendimento, e a influência significativa do estágio de maturação sobre este parâmetro indica que o tempo de aplicação da vibração é um parâmetro que deve ser considerado no processo de colheita de frutos do cafeeiro visando à colheita seletiva. Um possível parâmetro objetivo para a determinação da vibração e da velocidade operacional adequadas poderia ser a força exigida pelos frutos do cafeeiro para seu desprendimento da planta.

Entretanto, a força necessária para ocorrer o desprendimento dos frutos é diferente dentro de cada estágio de maturação. Crisosto e Nagao (1991) afirmam que essa diferença é significativa, principalmente na força de desprendimento de frutos verdes e cerejas e que a diferença também é significativa em diferentes cultivares de cafeeiros. Além disso, observaram que a força para desprendimento dos frutos verdes foi semelhante em cinco cultivares estudadas, porém essa força foi aproximadamente o dobro da requerida para remoção dos frutos no estágio cereja. Tongumpai (1993) também chegou à conclusão de que a força para o desprendimento de frutos verdes é geralmente maior do que a força de desprendimento de frutos cereja. Ainda, segundo os autores, as maiores amplitudes de vibração tendem a apresentar valores de números de ciclos semelhantes, independentemente do estágio de maturação dos frutos. Silva et al. (2010) afirmam que a diferença da força de desprendimento dos frutos verdes e cerejas difere entre cultivares e ao longo do período de maturação. Ainda segundo os autores, essa diferença na força entre os estádios de maturação verde e cereja pode ser um parâmetro para o gerenciamento da colheita mecanizada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados na Fazenda Campos Altos, município de Campos Altos no estado de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas do local são de 19°41' S e 46°10' W, com altitude média de 930 m nas safras agrícolas de 2007, 2008 e 2009. As progênies utilizadas nas

avaliações são resultantes do cruzamento entre 'Catuaí Vermelho IAC 141' com Híbridos de Timor, bem como 'Catuaí Amarelo IAC 86' com Híbridos de Timor, transplantadas no espaçamento 4,0 x 1,0 m com uma população média de 2,5 mil plantas por hectare; espaçamento este comumente utilizado em áreas comerciais visando à colheita mecanizada.

Os ensaios foram realizados com três repetições, utilizando-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) dentro de uma mesma gleba, em parcelas aleatórias contendo cinco plantas. Buscou-se avaliar a força de desprendimento dos frutos de café na planta de acordo com a maturação, sendo categorizados para a determinação da força os frutos verdes e cerejas antes da derriça. Os dados de força de desprendimento e colheita seletiva foram coletados nas safras 2007, 2008 e 2009, sendo que na safra 2007 não foi realizada a colheita devido à baixa carga pendente presente nas plantas e a indisponibilidade da colhedora na área. A determinação da força de desprendimento foi realizada por meio de um dinamômetro portátil construído especificamente para esse fim. Sua construção foi realizada no Laboratório de Protótipos do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), possibilitando medidas de 0,30 a 15,00 N.

A aferição do dinamômetro foi realizada por meio da deformação elástica da mola solicitada por corpos com massas conhecidas, mensurado em balança de precisão. A partir desse procedimento, determinou-se o valor da constante elástica da mola, obtendo-se o valor de 0,008375 N.m⁻¹. A determinação dessa força de desprendimento baseia-se na Lei de Hooke, que correlaciona a deformação de corpos, dentro do regime elástico, com a força exercida sobre o corpo, já que a força é proporcional ao deslocamento a partir do seu ponto de equilíbrio.

A determinação da força de desprendimento dos frutos em cada planta marcada foi feita em três posições: terço inferior, médio e superior. Em cada posição foi determinada a força de desprendimento de 24 frutos de café por estágio de maturação, utilizando-se o dinamômetro. Os valores coletados em campo foram transferidos para planilhas

eletrônicas visando determinar a força média de desprendimento de todas as repetições dentro de cada progênie, bem como dentro de cada estádio de maturação dos frutos.

Para a colheita na safra 2008 foi utilizada a colhedora modelo K-3 automotriz, fabricada pela empresa “Jacto Máquinas Agrícolas S.A.”, operando na velocidade operacional de 1300 metros . h⁻¹ e nas vibrações de 800, 900 e 1000 ciclos . minuto⁻¹ (13,34; 15,00 e 16,67 Hz). Para a safra 2009, foi utilizada a mesma colhedora, porém, foi realizada uma colheita seletiva com duas passadas da colhedora na velocidade operacional de 1300 metros . h⁻¹ e vibração de 950 ciclos . minuto⁻¹.

Considerou-se como eficiência de derriça, tanto para a primeira como para segunda passada, o volume de café colhido mais o volume de café caído no chão, uma vez que o café caído no chão também foi derriçado pelo efeito da interação entre a velocidade e a vibração da colhedora com a planta. Para a eficiência de colheita considerou-se o volume de café colhido e a carga pendente nas plantas. Para a safra 2008, a colheita foi realizada com apenas uma passada da colhedora, realizada em 12 de agosto na qual foi analisada a eficiência de colheita. Para a safra 2009, a colheita foi realizada com duas passadas da colhedora visando à colheita seletiva, a primeira passada no dia 06 de julho e a segunda 29 dias depois, no dia 04 de agosto nas quais foram analisadas a eficiência de derriça e de colheita. A obtenção da eficiência de derriça e de colheita foi obtida através das equações (1) e (2) abaixo.

$$\text{Ef. derriça} = \frac{\text{Carga pendente}}{\text{vol. colhido} + \text{vol. chão}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Ef. colheita} = \frac{\text{Café colhido}}{\text{carga pendente}} \times 100 \quad (2)$$

Para a obtenção da carga pendente média, realizou-se a colheita manual derriçando-se os frutos de cinco plantas aleatórias sobre panos e medidos os volumes em litros para cada progênie avaliada, utilizando-se um recipiente graduado.

O volume de café colhido em cada parcela foi medido em L.planta⁻¹, sendo coletado diretamente

na saída da bica da colhedora, utilizando-se uma medida graduada de 60 L para a qual foi deslocado todo o volume de frutos colhidos. Para a determinação das perdas de colheita, o chão sob a copa de cinco plantas de cada parcela foi forrado com panos e a colhedora passou a operar sobre os mesmos. A quantidade de café caído no chão foi medida em volume (L.planta⁻¹) sendo consideradas perdas de colheita. Para evitar que resíduos da progênie avaliada anteriormente influenciassem na progênie posterior, a colhedora operou por um intervalo de 25 metros na linha da progênie sucessiva, antes da coleta dos dados.

Os dados levantados foram analisados utilizando-se o programa Microsoft Office Excel[®] e para avaliação estatística o programa Sisvar[®]. As variáveis significativas na análise de variância (p<0,05) foram submetidas ao teste Scott-Knott (p = 0,05).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Figura 1, observa-se que a progênie (H2) apresentou menores valores de força de desprendimento nas safras 2007 e 2009, apresentando respectivamente 4,68 e 4,06 N. Somente no ano de 2008, a referida progênie não apresentou menores valores, permanecendo com valor intermediário entre as progênies avaliadas. Já a progênie (H4) apresentou os maiores valores de força de desprendimento ao longo de todo o período de avaliação, apresentando valores médios de força de desprendimento de 8,43 N, 10,15 N e 7,20 N nos anos de 2007, 2008 e 2009, respectivamente. Verifica-se que a força de desprendimento é um comportamento de cada progênie e que, ao longo dos anos, não sofre grandes alterações. As progênies que apresentaram maiores valores de força de desprendimento no início do período de avaliação permanecem com tal comportamento durante as demais avaliações.

Verifica-se na Figura 1 que a força média de desprendimento (N) de frutos no estádio cereja, das progênies nas safras de avaliação de 2007, 2008 e 2009 difere significativamente entre as progênies avaliadas. Nota-se que a progênie (H4) apresentou maiores valores de força de desprendimento em todos os anos de avaliação além de ter apresentado a menor eficiência de colheita na safra 2008.

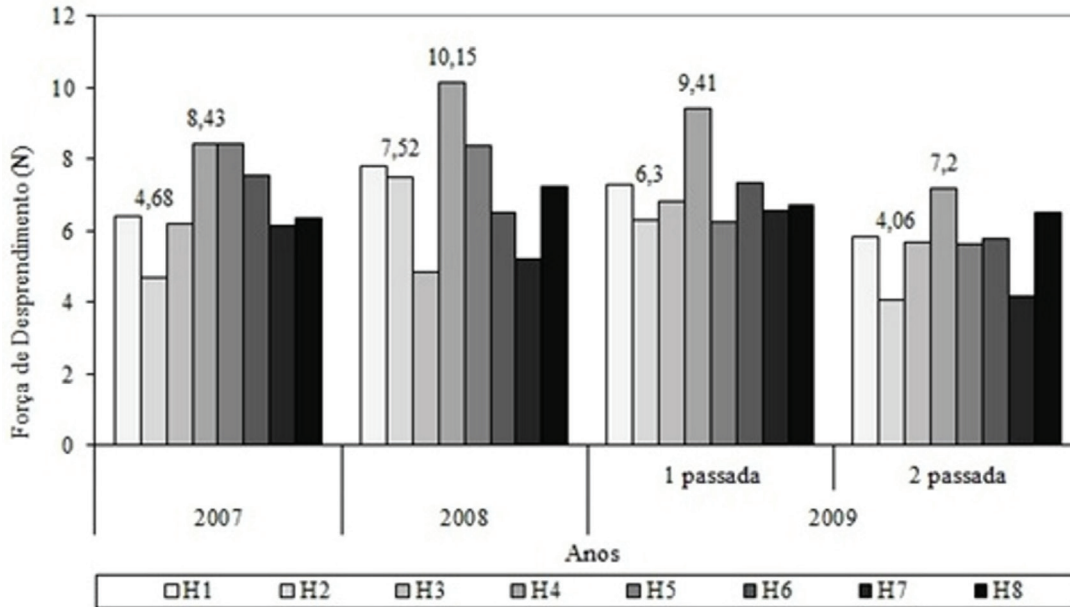


FIGURA 1 – Força média de desprendimento (N) das progênies nos anos de avaliação.

Portanto a força média de desprendimento e a eficiência de colheita estão relacionadas de forma direta para a referida progênie. Para a safra de 2008, as progênies que apresentaram os menores valores de força de desprendimento dos frutos foram (H3), (H6) e (H7), necessitando de 4,83, 6,50 e 5,23 N, respectivamente. Essas três progênies não diferiram significativamente entre si, mas diferiram das demais. A progênie que apresentou maior valor de força de desprendimento do cereja foi a (H4), necessitando de 10,15 N, que diferiu das demais progênies. A diferença entre a progênie (H4), com a maior força de desprendimento e a progênie (H3), com a menor força de desprendimento do cereja foi de 5,32 N, (110,1%). Analisando-se a força de desprendimento do cereja para as progênies (H3), (H6) e (H7), respectivamente 4,83, 6,50 e 5,23N, foi possível indicar o início da colheita mecânica e seletiva para a progênie (H3), seguida de (H7) e (H6) (Tabela 1).

A partir da metodologia utilizada e com base nos resultados encontrados pode-se observar que houve diferença significativa da força de desprendimento dos frutos cereja do cafeeiro entre as progênies, sendo que a progênie (H3) apresentou a menor força de desprendimento.

Com relação à eficiência média de colheita, observam-se variações de 34,13% a 66,87%, entre as progênies avaliadas. A menor eficiência de colheita ocorreu com a progênie (H4) apresentando eficiência de 34,13%, sendo que apresentou o maior valor médio de força de desprendimento do cereja, 10,15 N, salientando que a força de desprendimento dos frutos verdes foi de 12,0 N. As progênies que apresentaram força de desprendimento dos frutos cereja menor que 7,00 N, (H6); (H7) e (H3), apresentaram as maiores porcentagens de frutos cereja colhidos com médias de 73,00; 62,24 e 76,67% respectivamente (Tabela 2). Este comportamento se explica pelo fato da força de desprendimento do cereja ser relativamente baixa, o que facilita a derriça. Contudo, observa-se que na progênie (H7) a eficiência média de colheita foi de 49,34%, na qual a força de desprendimento dos frutos verdes foi de 8,8 N, com diferença entre a força de desprendimento do cereja de 3,57N. Assim, na menor vibração pouca quantidade de verdes foi colhida aumentando a proporção de cerejas. Esse comportamento não se verificou nas progênies (H3) e (H6) o que pode ser explicado pela baixa diferença de forças de desprendimento entre o cereja e o verde, apenas 1,3 e 1,7N, respectivamente.

TABELA 1 – Força média de desprendimento (N) de frutos no estádio cereja das progênes, nos anos de avaliação de 2007, 2008 e 2009.

Progênie	2007*	2008*	2009*	
			1ª passada	2ª passada
H1	6,39 a	7,83 b	7,27 a	5,83 b
H2	4,68 a	7,52 b	6,30 a	4,06 a
H3	6,20 a	4,83 a	6,81 a	5,66 b
H4	8,43 b	10,15 c	9,41 b	7,20 b
H5	8,44 b	8,39 b	6,27 a	5,63 b
H6	7,54 b	6,50 a	7,37 a	5,80 b
H7	6,13 a	5,23 a	6,58 a	4,20 a
H8	6,35 a	7,24 b	6,74 a	6,50 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.

*Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 2, observa-se que, para a safra de 2008, a maior eficiência média de colheita bem como um percentual maior de frutos cereja colhido foi obtida na progênie (H2), apresentando valores de 66,87 e 64,97% respectivamente, a qual obteve valor de força de desprendimento intermediário entre as demais progênes avaliadas porém, destacando-se com relação à eficiência de colheita e percentual de frutos cerejas colhidos.

Com base na Tabela 3, onde encontra-se a eficiência de colheita nas diferentes vibrações para as progênes avaliadas na safra de 2008, observa-se que a eficiência de colheita não diferiu significativamente entre as vibrações de 800 e 900 ciclos . min⁻¹ para todas as progênes avaliadas. Isso ocorreu apenas nas progênes (H3), (H4), (H6) e (H8) em que o incremento da vibração favoreceu o aumento significativo na eficiência de colheita. Analisando a eficiência de colheita dentro da mesma vibração, observa-se que há diferença significativa dentro das progênes avaliadas, em que a (H2) destacou –se das demais.

Na Tabela 4, encontra-se a análise estatística em que fica evidenciado que a eficiência de colheita difere significativamente entre as progênes avaliadas e as vibrações utilizadas na safra de 2008.

Pela Tabela 5, demonstram-se os resultados obtidos nos ensaios experimentais de colheita seletiva das progênes, com duas passadas da colhedora na safra 2009 realizada nas datas 07 de julho e 05 de agosto, com velocidade operacional de 1300 metros. hora⁻¹ e vibração de 950 ciclos . minuto⁻¹.

Na primeira passada, a eficiência média de derriça variou entre as progênes de 47,0 a 72,0%, para a vibração e velocidade empregadas. A maior eficiência de derriça ocorreu na progênie (H2) com 72,0% e a menor eficiência nas progênes (H3), (H5) e (H6) com 47,0%.

TABELA 2 – Valores médios de Carga Pendente, Força de desprendimento dos frutos cerejas, Porcentagem de frutos cereja colhido e Eficiência média de colheita de frutos de café nas progênes, em 12 de agosto de 2008.

Progênes	Carga Pendente (L/planta.)*	Força de desprendimento do fruto cereja (N)*	Cereja colhido (%)*	Eficiência média de Colheita (%)*
H1	2,6 d	7,83 b	64,97 a	39,38 b
H2	1,8 c	7,52 b	71,34 b	66,87 d
H3	1,4 a	4,83 a	73,00 b	51,34 c
H4	3,2 g	10,15 c	75,00 b	34,13 a
H5	2,8 e	8,39 b	52,67 a	35,82 a
H6	1,7 b	6,50 a	62,24 a	46,57 b
H7	4,6 h	5,23 a	76,67 b	49,34 c
H8	3,1 f	7,24 b	73,34 b	53,73 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.

*Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3 – Eficiência de colheita nas diferentes vibrações para as progênes avaliadas em 12 de agosto de 2008.

Progênes	Eficiência de Colheita (%)*		
	Vibração (ciclos . min ⁻¹)		
	800	900	1000
H1	32,94 aA	38,60 aA	46,59 aA
H2	64,60 cA	65,21 cA	70,80 bA
H3	46,00 bA	46,67 aA	61,36 bB
H4	31,00 aA	33,30 aA	38,09 aB
H5	32,72 aA	34,53 aA	40,20 aA
H6	33,28 aA	42,60 aA	63,83 bB
H7	40,10 bA	50,98 bA	53,92 aA
H8	44,78 bA	53,73 bA	62,69 bB

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott. Minúsculas na coluna e maiúscula na linha.

*Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando-se as duas passadas (primeira e segunda), a maior eficiência de derriça total foi de 93,0 % e ocorreu na progênie (H2), que também apresentou maior eficiência de derriça na primeira passada. Essa eficiência de derriça, na colheita seletiva com duas passadas

pode ser considerada elevada, estando muito próxima dos resultados obtidos por Oliveira (2006), que alcançou 97,64%, sobre uma lavoura da cultivar Acaiá. Santinato, Correia e Zaranza Júnior (1998) e Silva et al. (2000) encontraram resultados semelhantes, em que a eficiência de derriça total chegou a 97,00%, porém, usando menores velocidades operacionais.

A menor eficiência de derriça total ocorreu na progênie (H6) com 80,0%, sendo a mesma que apresentou a menor eficiência na primeira passada. Observa-se ainda que na primeira passada as menores eficiências de derriça ocorreram nas progênes (H3), (H5) e (H6), com 47,00%, observando-se que essas progênes apresentam cargas pendentes distintas variando de 4,03 a 5,17 litros . planta⁻¹, demonstrando que a eficiência de colheita foi influenciada pela carga pendente das plantas (Tabela 6). Esse comportamento demonstra a maior ou menor facilidade que as várias progênes apresentaram em relação à colheita, destacando as progênes (H1), (H2) e (H7), como as mais aptas à colheita mecanizada.

Na Tabela 6, encontra-se a análise estatística em que fica evidenciado que a eficiência de colheita difere significativamente entre as progênes avaliadas e entre as duas passadas da colhedora, visando assim à colheita seletiva.

TABELA 4 – Tabela de Análise estatística para a eficiência de colheita das progênes avaliadas nas vibrações utilizadas na safra de 2008.

FV	GL	SQ	QM	FC	Pr > Fc
Progênie	7	5932,85	847,55	2484,35	0,00
Vibração	2	2664,22	1332,11	3904,71	0,00
Progênie x Vibração	14	778,53	55,60	163,00	0,00
erro	48	16,37	0,34		
CV (%)	1,21				

TABELA 5 – Valores médios de Carga Pendente, Café Colhido, Eficiência de Colheita, Café Caído no chão, Eficiência de Derriça e Eficiência de Derriça Total nas progênes avaliadas em 06 de julho (primeira passada) e 04 de agosto (segunda passada) na safra 2009.

Progênes	Carga pendente (L/planta)*	Café colhido (L/planta)	Eficiência de colheita (%)*	Café caído no chão (L/planta)	Eficiência de derriça (%)	Eficiência de derriça Total (%)
Primeira passada						
H1	4,02 a	1,81	45,0 g	0,43	56,0	-
H2	3,33 a	1,99	60,0 h	0,41	72,0	-
H3	4,03 a	1,15	28,0 a	0,77	47,0	-
H4	3,94 a	1,68	43,0 f	0,96	67,0	-
H5	4,78 b	1,50	31,0 b	0,76	47,0	-
H6	5,17 b	1,68	32,0 c	0,77	47,0	-
H7	5,30 b	2,10	40,0 e	1,06	60,0	-
H8	5,02 b	1,86	37,0 d	0,66	50,0	-
Segunda passada						
H1	1,09 a	0,53	48,0 c	0,18	-	89,0
H2	0,66 a	0,35	53,0 f	0,09	-	93,0
H3	2,06 b	1,05	51,0 e	0,27	-	81,0
H4	1,63 b	0,76	46,0 b	0,29	-	86,0
H5	2,52 c	1,26	50,0 d	0,52	-	85,0
H6	1,80 b	0,71	39,0 a	0,26	-	80,0
H7	1,92 b	1,03	54,0 g	0,34	-	89,0
H8	1,99 b	0,91	46,0 b	0,34	-	84,0

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott.

*Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 6 – Tabela de Análise estatística para a eficiência de colheita seletiva das progênes avaliadas na safra de 2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Progênie	7	15,65	2,23	14,50	0,00
Passada	1	88,72	88,72	575,40	0,00
Progênie x Passada	7	3,25	0,46	3,01	0,01
erro	32	4,93	0,15		
CV (%)	12,71				

4 CONCLUSÕES

A progênie (H2) foi a que obteve o menor valor de força de desprendimento dos frutos cereja bem como maior eficiência de colheita, tanto utilizando-se uma passada quanto realizando colheita seletiva, mostrando-se mais apta para a colheita mecânica.

Quando utilizando-se de uma passada da colhedora, a eficiência de colheita é aumentada à medida que há incremento na vibração das varetas.

A força de desprendimento dos frutos demonstrou poder ser um parâmetro objetivo para indicar o momento de início de colheita mecanizada e seletiva do café e também um parâmetro para o gerenciamento da colheita mecanizada.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pelo apoio ao trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRISOSTO, C. H.; NAGAO, M. A. Evaluation of fruit removal force of coffee cultivars. **HortiScience**, Alexandria, v. 26, n. 2, p. 210-230, 1991.
- OLIVEIRA, E. **Colheita mecanizada do café em maiores velocidades operacionais**. 2006. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- PARCHOMCHUK, P.; COOKE, J. R. Vibratory fruit harvesting: an experimental analysis of fruit-stem dynamics. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 15, n. 4, p. 598-603, 1971.
- SANTINATO, R.; CORREIA, J. P.; ZARANZA JÚNIOR, L. Número e modo de passada da colhedora K3-Jacto e seu efeito na produção do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ, 1998. p. 60-61.
- SILVA, C. F.; SILVA, F. M.; ALVES, M. C.; BARROS, M. M.; SALES, R. S. 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. M.; OLIVEIRA, E.; SALVADOR, N.; TOURINO, E. S. Avaliação da colheita mecanizada e seletiva do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 28., 2002, Caxambú. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 150-152.
- 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**, Viçosa, v. 8, n.1, p. 54-60, jan./mar. 2000.
- SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C.; RAFULL, L. Z. L. Desenvolvimento de uma máquina vibradora para estudo do desprendimento de frutos do cafeeiro. **Engenharia Agrícola**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 7-18, jan./mar. 2005.
- TONGUMPAL, P. **Strategies for machine harvesting of mature coffee (*Coffea arabica L.*) fruits**. 1993. 167 f. Thesis (Ph.D. in Crop Science) - Oregon State University, Saint Joseph, 1993.