

## **Influência da vibração e velocidade no processo de colheita mecanizada do café**

EZEQUIEL DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, FÁBIO MOREIRA DA SILVA<sup>2</sup>, NILSON SALVADOR<sup>2</sup>, CARLOS AUGUSTO P. FIGUEIREDO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras - MG, (0XX35) 9119.6607, e-mail: ezequielufla@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia, DEG/UFLA, Lavras - MG.

<sup>3</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras - MG.

### **Escrito para apresentação no**

**XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**

**31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB**

**RESUMO:** No início do processo de mecanização da lavoura cafeeira, a colheita consistia em apenas uma passada da colhedora que, com o passar do tempo evoluiu para duas ou mais passadas. Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da vibração e ou velocidade no processo de derriça dos grãos. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Capetinga, Sul de Minas Gerais, tendo os ensaios sido realizados utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em parcelas aleatórias contendo, em média, 40 plantas em linha. Os ensaios foram realizados com duas passadas da colhedora, definidos em função do índice de frutos verde na planta. Na primeira passada, com média de 30% de verde, a velocidade foi fixada em torno de 1,64 km.h<sup>-1</sup>, variando-se as vibrações de 10,83, 12,50, 14,17 a 15 Hz. Na segunda passada, realizada sobre as mesmas parcelas da primeira, com média de 10% de verde, a vibração foi fixada em 16,67 Hz, variando-se as velocidades de 1,0, 1,6, 2,10 a 2,6 km.h<sup>-1</sup>. Conclui-se que o volume de café colhido, a eficiência de colheita e a eficiência de derriça sofrem ação direta da vibração das varetas da colhedora durante a operação de derriça, o volume de café colhido e a eficiência de colheita sofrem influência inversa da variação de velocidade e a velocidade influencia diretamente no volume de café caído no chão.

**PALAVRAS CHAVES:** café, mecanização, derriça.

### **Influence of the vibration and speed in the process of mechanized harvest of the coffee**

**ABSTRACT:** In the beginning of the process of mechanization of the harvest coffee the harvest consisted in just a passes of the harvester that with passes of the time it developed for two or more passes. This work had for objective to evaluate the influence of the vibration and speed in the untwining grain process. The work was developed in Capetinga Farm in the South of Minas Gerais, where the experiments were done using randomized design with four repetitions in aleatory portions having 40 plants, on average, in each line. The experiments were done with two passes of the harvester, defined according to the green grain index. In the first pass, with 30% of green grains, the speed was fixed around 1.64 km.h<sup>-1</sup>, changing the vibration to 10.83, 12.50, 14.17 and 15 Hz. In the second pass, it was done in the same portions of the first one, with 10% of green grain. The vibration was fixed in 16.67 Hz varying the speed to 1.0, 1.6, 2.1 and 2.6 km. h<sup>-1</sup>. In relation to the vibration or speed influence in the untwining process, it concluded that the harvested coffee volume, the harvest efficiency and the untwining efficiency have direct action form the vibration of the rods during the untwining operation, the harvested coffee volume and the crop efficiency have inverse influence of the speed and the speed influences directly the coffee volume fallen on the ground.

**KEYWORDS:** coffee, mechanization, untwining.

**INTRODUÇÃO:** Comparativamente a outras culturas, a colheita de café é mais difícil de ser executada, em razão do formato da planta, da desuniformidade de maturação e do elevado teor de

umidade dos frutos, o que prejudica a mecanização das operações (FILGUERAS, 2001). Para SILVA (2004) a mecanização da colheita do café é de fundamental importância, tendo em vista a possibilidade de otimização das operações de campo e redução de custos. A partir dos primeiros estudos de colheita mecanizada, nos anos de 1975 e 1976, foi projetado um conjunto autopropelido em forma de pórtico, tendo como fonte motriz um trator agrícola. O objetivo principal deste conjunto foi o de levantar parâmetros de derriça, frequência e amplitude de vibração, características da haste vibratória e transmissão de energia à planta (FAVA, 1990). O processo de colheita mecanizada, que visa à retirada dos frutos da planta utilizando a vibração, tem tido grandes avanços nessas últimas duas décadas, graças ao desenvolvimento tecnológico e melhorias no processo de colheita (SILVA & SALVADOR, 1998). Estudos têm demonstrado que a eficiência operacional da colheita mecanizada, com duas passadas da colhedora, chegou a 97%, sendo possível evitar a operação de repasse, que é a operação manual de retirada do restante dos frutos deixados pela colheita mecanizada (SILVA et al., 2000). Porém estudos analisando a influência da vibração e ou velocidade no processo de colheita ainda são pouco frequentes. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo, analisar a influência da variação de vibração e ou velocidade no processo de colheita seletiva do café com duas passadas da colhedora.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na Fazenda Capetinga, localizada no município de Boa Esperança, Sul de Minas Gerais, na safra de 2004/2005, em uma área de 3,0 ha de lavoura da cultivar Acaiaí, com 6 anos de idade, plantada no espaçamento de 4,0 m entre linhas e 0,9 m entre plantas, totalizando 2.777 plantas.ha<sup>-1</sup>. Os ensaios foram realizados utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em parcelas aleatórias contendo, em média, 40 plantas em linha. Os resultados foram analisados estatisticamente com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Para a colheita mecanizada do café foi utilizada uma colhedora tracionada que opera acoplada ao sistema hidráulico de três pontos de um trator cafeeiro, cujo funcionamento se faz por meio da TDP, a 540 rpm. O trator utilizado tem potência nominal de 53 kW, dotado de redutor de velocidade e tração dianteira auxiliar. 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 ensacados. Os ensaios foram realizados com duas passadas da colhedora, sempre no mesmo sentido de deslocamento, definidos em função do índice de verdes na planta. Na primeira passada, com média de 30% de verdes, a velocidade foi fixada em 1,64 km.h<sup>-1</sup>, variando-se as vibrações de 10,83, 12,50, 14,17 a 15 Hz, respectivamente para os tratamentos T1, T2, T3 e T4. Na segunda passada, realizada sobre as mesmas parcelas, com média de 10% de verdes, a vibração foi fixada em 16,67 Hz, variando-se as velocidades de 2,18, 2,61, 1,06 a 1,64 km.h<sup>-1</sup>. Os dados de colheita foram avaliados separadamente, a vibração na primeira passada e a velocidade na segunda passada. Isso ocorreu devido ao delineamento estatístico utilizado, pois não tinha como avaliar a interação entre velocidade e vibração na mesma passada. A quantidade de café colhido em cada parcela foi medida em volume (L.planta<sup>-1</sup>). Para a determinação das perdas de colheita, o chão foi forrado com panos sob a copa de cinco plantas de cada parcela. O café caído sobre os panos foi medido em volume (L.planta<sup>-1</sup>), sendo considerado como perdas de colheita. Antes de se iniciar cada etapa de colheita, foi feita a aferição da vibração da colhedora.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES:** A carga pendente média da lavoura foi determinada por amostragem em 03/06/2005, resultando 11 L.planta<sup>-1</sup>. Analisando a influência da vibração no processo de colheita, Figura 1 (a) observa-se que, na primeira passada, que o volume colhido aumentou com o aumento da vibração, isso devido ao efeito da maior ação ou intensidade da vibração nos cafeeiros. O coeficiente de determinação indicou que 93,6% dos dados estão ajustados conforme o modelo matemático, no caso linear. O acréscimo no volume colhido na maior vibração foi de 29,25% em relação à menor.

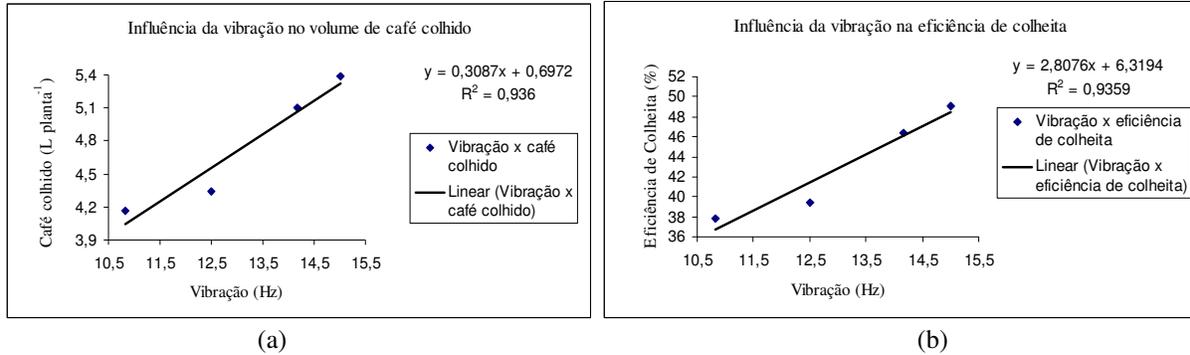


FIGURA 1 Representação gráfica e equação de regressão para a variação da vibração, em função do volume de café colhido e eficiência de colheita (1ª passada)

O gráfico da Figura 1 (b) demonstra, na primeira passada, a influência da vibração na eficiência de colheita, sendo esta a quantidade de café colhido dividida pela carga pendente, ou seja, uma constante. Portanto, apresenta o mesmo comportamento do volume café colhido, podendo também ser explicado pelo modelo matemático linear. Analisando-se os resultados da segunda passada, observou-se que a influência da velocidade no volume de café colhido caiu na medida em que se aumentou a velocidade de colheita (Figura 2-a). O coeficiente de determinação tem ajuste de 97,39% para os dados, indicando um bom ajuste para a equação, de modelo linear. A queda no volume colhido da menor para a maior velocidade foi de 14,28%. O mesmo comportamento pôde ser observado com relação à influência da velocidade na eficiência de colheita (Figura 2-b). Tanto a queda no volume colhido quanto na eficiência de colheita pode ser explicada pelo menor tempo de exposição do cafeeiro à ação vibratória das varetas e também pela menor quantidade de café presente na planta, já que se trata da segunda passada.

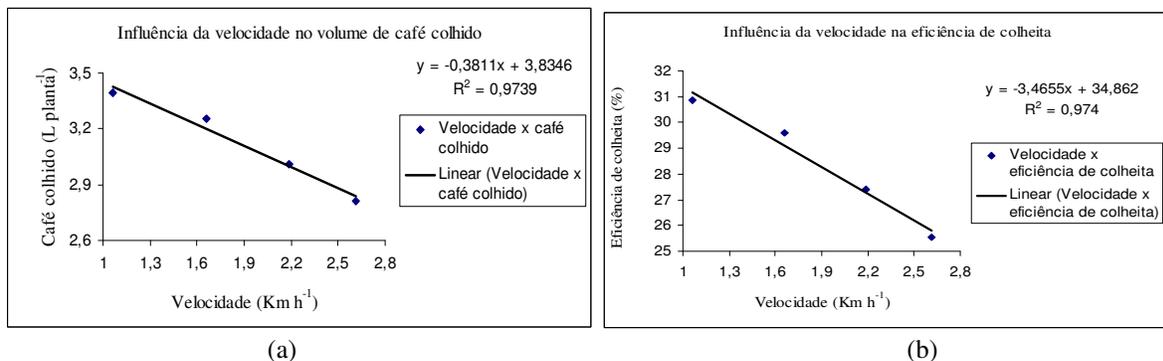


FIGURA 2 Representação gráfica e equação de regressão para a variação da velocidade, em função do volume de café colhido (a) eficiência de colheita (b), (2ª passada).

Na segunda passada (Figura 3-a), o volume de café caído no chão sofreu influência direta da variação de velocidade, pois, o aumento de velocidade ocasionou maiores volumes de café caído no chão. O modelo de equação obtida por regressão linear apresentou coeficiente de determinação de 92,02%,

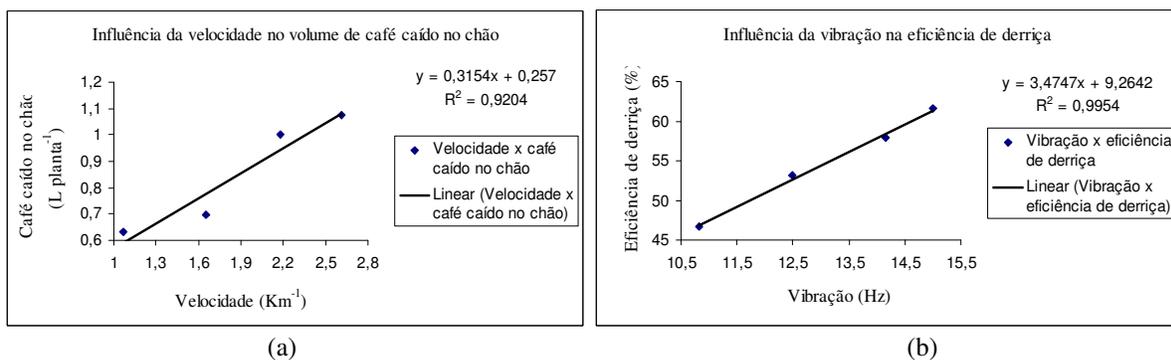


FIGURA 3 Representação gráfica e equação de regressão para a variação de velocidade (a) (2ª passada), em função do volume de café caído no chão e vibração (b) (1ª passada) em função da eficiência de derriça.

explicando o bom ajuste dos dados. A quantidade de café caído no chão sofreu um incremento de 61,2% no volume para a maior velocidade. Levando-se em consideração que a eficiência de derriça é a soma do café colhido mais o café caído no chão, dividido pela carga pendente, verificou-se que o aumento da eficiência de derriça está diretamente ligado ao aumento da vibração, pois, analisando-se a Figura 3 (b), nota-se que a eficiência de derriça aumentou com o aumento da intensidade de vibração. O modelo de equação descrito por regressão linear explica bem este comportamento, uma vez que os dados se ajustam com coeficiente de determinação de 99,54%. Analisando-se os dados de velocidade na segunda passada e sua influência no processo de derriça, pode-se dizer que a velocidade não afetou a eficiência de derriça, pois, pela análise de variância, a 5% de probabilidade pelo teste F, os dados não foram significativos. Isso indica que não existem diferenças entre as várias velocidades utilizadas durante a colheita e a variação no processo de derriça dos frutos. A queda na velocidade indicou apenas uma tendência de aumento na eficiência de derriça.

**CONCLUSÃO:** O volume de café colhido, a eficiência de colheita e a eficiência de derriça sofrem ação direta da vibração das varetas da colhedora durante a operação de derriça dos grãos. O volume de café colhido e a eficiência de colheita sofrem influência inversa da variação de velocidade. O volume de café caído no chão sofre influência direta do aumento da velocidade de colheita.

**AGRADECIMENTOS:** À Empresa Jacto Máquinas Agrícolas pelo suporte técnico e à Fazenda Capetinga, por disponibilizar área experimental, maquinários e equipamentos.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- FAVA, J. F. M. O desenvolvimento da colhedora de café. In. CICLOS DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação CARGILL, 1990. p. 234-246.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para análise de Variância) para Windows® versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- FILGUEIRAS, W. H. **Modelagem da planta de café por elementos finitos para estudos de colheita por vibração.** 2001. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SILVA, F. M.; SALVADOR, N. **Mecanização da lavoura cafeeira:** colheita. Lavras: UFLA/DEG, 1998. p. 55. (Boletim técnico).
- 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.
- SILVA, F. M. **Colheita mecanizada e seletiva do café.** Cafeicultura Empresarial: Produtividade e Qualidade. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. p. 75.