



## RECOLHIMENTO MECANIZADO E QUANTIDADE DE CAFÉ: ANÁLISE DE DESEMPENHO OPERACIONAL

Bruno Rocca de Oliveira<sup>1</sup>, Tiago de Oliveira Tavares<sup>2</sup>, Rouverson Pereira da Silva<sup>3</sup>, João de Deus Godinho Junior<sup>4</sup>, Watus Cleigson Alves da Costa<sup>5</sup>, Matheus Anaan de Paula Borba<sup>6</sup>.

Apresentado no  
XXI Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafecultura Irrigada  
20 de março de 2019, Araguari – MG, Brasil

**RESUMO:** A alta variabilidade do ambiente durante o recolhimento mecanizado de café, demanda estudos para o aumento da eficiência desta operação. Assim, objetivou-se neste trabalho avaliar a operação de recolhimento mecanizado em quatro níveis de café caído no solo, utilizando duas velocidades operacionais a fim de levantar indicadores práticos que permitam orientar na escolha da melhor regulagem para cada quantidade de café. O experimento foi conduzido em área agrícola da Fazenda Gaúcha no município de Presidente Olegário/MG. O conjunto mecanizado foi um trator John Deere, 4x2 TDA, com 75 cv no motor, operando nas marchas 1ªA e 2ªA, a 1700 rpm, tracionando a recolhedora Master Café 2 (MIAC). O delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial, sendo os tratamentos compostos por quatro níveis de café no solo (equivalente a 5, 10, 20 e 40 sacos de café beneficiados ha<sup>-1</sup>) e duas velocidades operacionais (1,26 km h<sup>-1</sup> e 1,83 km h<sup>-1</sup>) com quatro repetições. Menores níveis de perdas foram encontrados quando a operação foi realizada em menor velocidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Café de varrição, mecanização agrícola, eficiência de máquinas.

### INTRODUÇÃO

O processo de colheita do café no Brasil vem sendo mecanizado desde a década de 70 como alternativa para a diminuição dos custos operacionais (MATIELLO et al., 2010) tendo em vista que a mão de obra se encontra cada vez mais onerosa e escassa. Silva et al. (2003), trabalhando com colheita mecanizada de café na planta e presente no solo, observaram redução de custo de 46% e 67%, em relação à colheita manual, respectivamente. A colheita mecanizada do café total ou seletiva pode gerar queda de até 20% dos frutos no solo (SANTINATO et al., 2013), entretanto, a queda pode ocorrer também por incidência de pragas e doenças ou até mesmo pela maturação do fruto, podendo chegar a 27% de perdas em casos extremos. O recolhimento mecanizado é realizado em duas etapas, na primeira se tem a arruação, na qual o equipamento retira todo o material sob a saia da planta de café em seguida é enleirado no centro da rua. Na segunda etapa é realizada a coleta de todo o material enleirado com uma recolhedora (GAGLIANONE, 2015). As leiras são compostas de resíduos vegetais (pó de folhas, folhas e fragmentos de ramos), minerais (terra, torrões e pedras) e de frutos de café (TAVARES et al., 2015). O recolhimento manual do café de chão é uma operação de alto custo operacional (SILVA et al., 2003), portanto a mecanização desta operação vem aumentando de forma significativa por apresentar maior rendimento e menor custo (TAVARES et al., 2015). Rotações maiores da TDP (tomada de potência) otimizam a eficiência de separação de café no interior da

recolhedora, possibilitando a obtenção de café com maior pureza (Tavares et al., 2015). Entretanto o mesmo autor observou que não houve aumento nos níveis de perda de café. Sendo assim, objetivou-se no presente estudo avaliar o desempenho da operação de recolhimento mecanizado do café de varrição, de acordo com a quantidade de café presente na leira e com as velocidades de deslocamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no mês de julho de 2015 na Fazenda Gaúcha/Café, situada no município de Presidente Olegário, Minas Gerais, coordenadas geodésicas 18°01'46'' Sul e 46°27'13'' Oeste, com altitude média de 917 metros e declividade média de 3%. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura média e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2013). O clima da região é do tipo Aw de acordo com a classificação de Köppen (PEEL et al., 2007), definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com temperatura média anual em torno de 20,5°C. A média pluviométrica anual na região é de 1.500 mm. A variedade utilizada foi a Catuaí Vermelho IAC 144 com 8-9 anos de idade, plantada no espaçamento de 4,0 x 0,5 m, totalizando 5.000 plantas ha<sup>-1</sup>, com sistema de irrigação via gotejo. Inicialmente realizou-se a caracterização do café inicial contido nas leiras e, em seguida ajustou-se manualmente as quantidades de café desejadas, para posterior recolhimento. Para o ajuste, utilizou-se café recolhido nas ruas paralelas as utilizadas no experimento, somando ao café já presente na área. Utilizou-se para o experimento duas entrelinhas de aproximadamente 100 m, distribuindo os tratamentos em quatro repetições, para cada repetição realizou-se uma avaliação de caracterização, em um espaço de 7,5 m de comprimento por 4,0 m de largura totalizando 30m<sup>2</sup>, tamanho semelhante as demais parcelas. Nesta avaliação, coletou-se todo o material da leira, medindo o volume e a massa total e, posteriormente, separou-se e quantificou-se apenas o café. Para a caracterização da área (Tabela 1), nota-se que o nível médio de café foi baixo (1,37 saca ha<sup>-1</sup>), tendo percentagem de 1,1% da massa total a ser recolhida.

Tabela 1. Caracterização em quatro pontos de 7,5 m de leira.

| Amostra                  | Massa Total (kg) | Massa do café (kg)                    |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------|
| 1                        | 57,90            | 0,437                                 |
| 2                        | 44,55            | 0,635                                 |
| 3                        | 58,80            | 0,906                                 |
| 4                        | 49,55            | 0,338                                 |
| Média                    | 52,70            | 0,579                                 |
| Equivalência por hectare | 17,57 toneladas  | 193 kg (1,37 sacas ha <sup>-1</sup> ) |

O experimento foi desenvolvido em esquema fatorial (2x4), no qual se teve duas velocidades operacionais e quatro níveis de café. As quantidades de café adotadas equivaleram a 5, 10, 20 e 40 sacos de café beneficiados ha<sup>-1</sup>, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Demonstrativo de ajuste de carga de café no chão. 30m<sup>2</sup>.

| Tratamento             | Café já presente na parcela (kg) | Café adicionado (kg) | Café total na parcela (kg) |
|------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 5 sc ha <sup>-1</sup>  | 0,579                            | 1,53                 | 2,11                       |
| 10 sc ha <sup>-1</sup> | 0,579                            | 3,64                 | 4,22                       |
| 20 sc ha <sup>-1</sup> | 0,579                            | 7,86                 | 8,44                       |
| 40 sc ha <sup>-1</sup> | 0,579                            | 16,30                | 16,88                      |

O recolhimento mecanizado do café de varrição foi realizado por uma recolhedora Master Café 2, MIAC, tracionada por um trator cafeeiro John Deere 4x2 TDA com 75 cv no motor. A operação foi realizada com a tomada de potência econômica acionada com rotação de 1700 rpm no motor, possibilitando atingir 540 rpm na TDP. O conjunto mecanizado operou nas marchas 1<sup>a</sup>A e 2<sup>a</sup>A, resultando nas velocidades 1,26 e 1,83 km ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Durante a operação de recolhimento colocou-se quatro armações circulares de tamanho igual a 0,25 m<sup>2</sup> coberto com tela de polietileno (sombrite) sob a recolhedora para avaliação de perdas (Figura 1). Os frutos encontrados abaixo dos aros, após a passagem da máquina, representaram as perdas do sistema de recolhimento. Já os frutos encontrados sobre o sombrite no interior dos aros, representavam as perdas derivadas do sistema de limpeza da máquina. Durante a operação, foram coletadas amostras de 1L dentro da caçamba graneleira da recolhedora, posteriormente as amostras foram separadas em café e impurezas. Os dados obtidos em ambas as avaliações foram utilizados para calcular as eficiências de recolhimento e limpeza.



Figura 1. Método de amostragem de perdas na operação de recolhimento mecanizado de café.

Eficiência de recolhimento: refere-se à porcentagem de café recolhido, calculada a partir da quantidade de café total existente antes do recolhimento e da quantidade de café remanescente (equação 1):

$$ER = \frac{(CL - P)}{CL} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

ER: Eficiência de Recolhimento (%);  
CL: Massa de café total nas leiras ( $\text{g m}^{-1}$ );  
P: Perdas ou café remanescente ( $\text{g m}^{-1}$ ).

Eficiência de limpeza: refere-se à quantidade de impurezas não processadas e separadas pelo sistema de limpeza da máquina, sendo classificadas como impurezas minerais e vegetais, calculadas de acordo com a quantidade de café coletada (equação 2), conforme metodologia descrita por TAVARES et al., (2015):

$$EL = \frac{MC}{(MC + MM + MV)} \times 100 \quad (2)$$

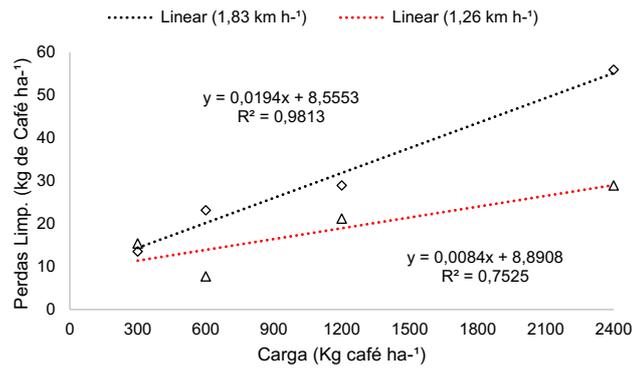
Em que:

EL: Eficiência de limpeza (%);  
MC: Massa do café da amostra ( $\text{g m}^{-1}$ );  
MM: Massa da impureza mineral da amostra ( $\text{g m}^{-1}$ );  
MV: Massa da impureza vegetal da amostra ( $\text{g m}^{-1}$ ).

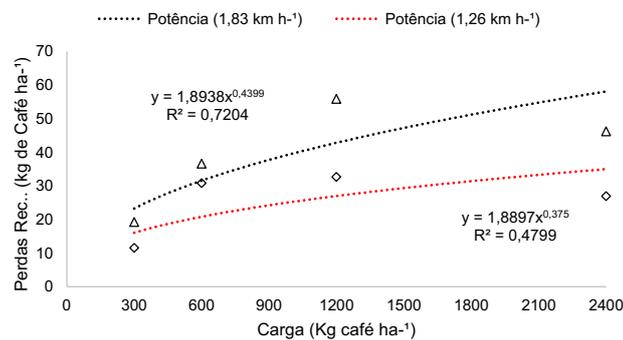
Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativo, empregou-se análise de regressão com o melhor ajuste matemático da curva. Para realização das análises utilizou-se o programa estatístico AGROESTAT<sup>®</sup> (BARBOSA; MALDONADO, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

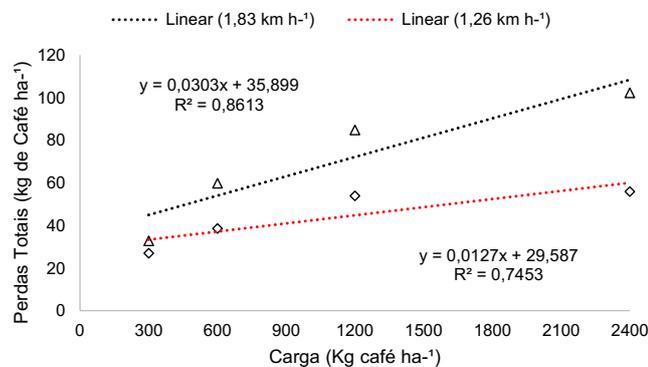
Observa-se que as perdas do sistema de limpeza (Figura 2a) aumentam com maior intensidade a medida que se aumenta velocidade e quantidade de café nas leiras, uma vez que o coeficiente angular da reta é maior na linear obtida na velocidade 2 ( $1,83 \text{ km h}^{-1}$ ). Para as perdas geradas no sistema de recolhimento (Figura 2b) nota-se melhor ajuste pelo método potencial, diferente das perdas no sistema de limpeza e perdas totais, que podem ser explicados de forma linear. Os resultados mostram que o coeficiente angular da parábola é maior no início da mesma e, após o nível de 20 sacas  $\text{ben ha}^{-1}$  o coeficiente angular diminui, mostrando tendência a estabilizar. Para a variável perdas totais (Figura 4c) nota-se que novamente existe um aumento linear, sendo mais expressivo quando se operou na maior velocidade, notadamente seguindo o aumento dos níveis de café. Mostrando que a medida em que se tem quantidade maiores de café, as perdas aumentam de forma expressiva, podendo ser minimizadas com a redução da velocidade operacional. O mesmo comportamento dos resultados para indicador de qualidade perdas no recolhimento foi observado por Oliveira et al., (2018) em trabalho semelhante avaliando a interferência da combinação de marchas e rotações na operação de recolhimento. Vale ressaltar que apesar de existir influência comportamental das perdas em função da velocidade e da quantidade de café, os níveis atingidos foram pequenos perante a quantidade de café presente nas leiras antes do recolhimento, esse fato é atribuído a qualidade do solo preparado antes da colheita, apresentando característica plana, sem torrões soltos e baixo nível de restos vegetais grosseiros devido a operação realizada anteriormente pela trincha. Em um dos poucos trabalhos com recolhimento mecanizado presentes na literatura, Tavares et al. (2015) encontraram valores médios de perdas em torno de  $180 \text{ kg da café ha}^{-1}$  (3 sacas), os autores mencionam a importância de se realizar um preparo da área antes da colheita. Santinato et al. (2014b), citam que na cafeicultura moderna, na qual a colheita é totalmente mecanizada, a operação de arruação deve ser realizada em tempo hábil a fim de permitir a eliminação ou redução dos restos vegetais e eliminação de torrões.



(a)



(b)



(c)

Figura 2. Perdas nos sistemas de limpeza (a), recolhimento (b) e perdas totais (c).

Para as variáveis eficiência de recolhimento (Figura 3a) e eficiência de limpeza (Figura 3b) da recolhedora, nota-se que as duas velocidades (1,26 km h<sup>-1</sup> e 1,83 km h<sup>-1</sup>) e os quatro níveis de café não prejudicaram proporcionalmente estes sistemas. Ressalta-se também a alta eficiência de recolhimento obtida neste trabalho (> 95%), sendo atribuída a qualidade do terreno da entre linha do cafeeiro, sendo superfície “lisa” sem rugosidade, permitindo o melhor acionamento do rolo (pente) e da esteira recolhedora. Por outro lado, a média da eficiência de limpeza (Figura 3b) ficou abaixo do normal encontrado para esta recolhedora, que normalmente gira em torno de 80% (TAVARES et al., 2015), este fato ocorreu devido a propriedade em estudo adotar distribuição de resíduos do lavador de café com auxílio de chorumeira nas entre

linhas da lavoura, aumentando as impurezas minerais, porém, nota-se que em ambas as velocidades e níveis de café, o nível de impureza foi semelhante. Estes resultados mostram que em condições extremas de café (40 sacos ben ha<sup>-1</sup>) no solo, a recolhedora MIAC Master café II é capaz de recolher e processar com a mesma eficiência o café.

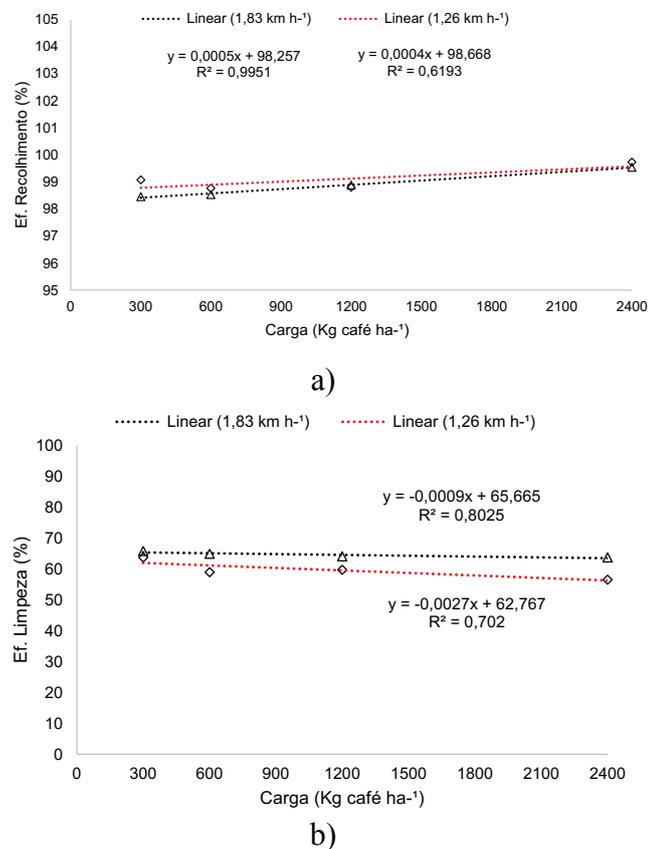


Figura 3. Eficiência de recolhimento (a) e limpeza (b) em duas velocidades operacionais e quatro níveis de café no solo.

Gaglianone (2015) explica que as recolhedoras possuem grande sensibilidade à forma e composição das leiras, assim como a desuniformidade superficial do solo, sendo necessário a realização de operações anteriores que facilitem o processo de recolhimento e limpeza do café de varrição. Todos estes afetam significativamente no nível de perdas assim como no desempenho operacional das atividades de pós colheita, interferindo diretamente nos custos de produção (MATIELLO et al., 2010). Segundo Tavares (2016), o carregamento de solo para o sistema de transporte da recolhedora traz uma série de fatores indesejáveis: o primeiro está associado à redução da capacidade de trabalho da máquina, tendo que realizar descargas com maior frequência quando comparado ao armazenamento somente de café; o segundo, está associado ao fornecimento excessivo de impurezas minerais ao sistema de via úmida (lavador), sendo rapidamente “entupido” pelo excesso de solo; e em casos que não se utiliza o processo de via úmida, o café leva maior tempo para secar quando está em contato com as impurezas, podendo aumentar o poder fermentativo do mesmo durante o processo de secagem, diminuindo a qualidade do produto final.

## CONCLUSÕES

A redução da velocidade de 1,83 para 1,26 km h<sup>-1</sup> reduz as perdas totais do recolhimento. Quanto maior a quantidade de café a ser recolhido maiores são as perdas. A eficiência de recolhimento da colhedora foi satisfatória independentemente das cargas e das velocidades operacionais.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J.C., MALDONADO JUNIOR, W. (2014) **AgroEstat – Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Jaboticabal: UNESP.
- GAGLIANONE, C.D. (2015) **Qualidade operacional do recolhimento mecanizado do café de varrição**. 2015. (TCC de Graduação em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 38 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (2013) **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF. 353 p.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. G.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. (2010) Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações. **Rio de Janeiro e Varginha: MAPA/PROCAFÉ**, 542 p.
- OLIVEIRA, B.R.; TAVARES, T.O.; OLIVEIRA, G.V.; BORBA, M.A.P.; SILVA, R.P. (2018) Interferência da combinação de marchas e rotações no recolhimento mecanizado de café. In: **Simpósio Brasileiro de Pesquisa em Cafeicultura Irrigada – FeniCafé**. 20 ed, Araguari, MG. **Trabalhos apresentados...** Araguari: ACA.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the KöppenGeiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. **European Geosciences Union**. v. 4, n. 2, p.439-473. 2007.
- SILVA, F.M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R.F.; TOURINO, E.S. Avaliação da colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 23, n.2, p. 309-315, 2003.
- SANTINATO, F.; SILVA, R.P.; RUAS, R.A.A.; CASSIA, M.T.; SANTINATO, R. (2013) Avaliação operacional da colheita de café mecanizada utilizando até seis passadas da colhedora. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS**, 39, Poços de Caldas. **Trabalhos apresentados...** Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ, p.198-199.
- SANTINATO, F.; TAVARES, T.O.; SANTINATO, R.; DUARTE, A.P.; SILVA, R.P.; RUAS, R.A.A. (2014) Recomendações para a colheita do café. **Sustentabilidade agricultura hoje**. Uberaba: Composer. 189 p.
- TAVARES, T.O.; SANTINATO, F.; SILVA, R.P.; VOLTARELLI, M.A.; PAIXÃO, C.S.S.; SANTINATO, R. (2015) Qualidade do recolhimento mecanizado do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 455 – 463.

TAVARES, T.O. (2016) **Recolhimento mecanizado do café em função do manejo do solo e da declividade do terreno** 2016. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 75 p.