

ADEQUAÇÃO DE TRATORES CAFEEIROS UTILIZADOS NO RECOLHIMENTO DO CAFÉ DE VARRIÇÃO

Watus C. Alves da Costa Eng. Agro, Mestrando UNESP Jaboticabal, SP.; Tiago de Oliveira Tavares Eng. Agro, M.Sc. Doutorando UNESP Jaboticabal, SP.; Rouverson Pereira da Silva Prof. Dr. UNESP Jaboticabal, SP.; Cristiano Zerbato, Prof. Dr. UNESP Jaboticabal, SP.;

Email: watusalves@hotmail.com Contato: +55 34 9 8856-1398 Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola – LAMMA

RESUMO: O recolhimento do café do chão é de extrema importância para se reduzir a perda dos frutos não aproveitados na operação de colheita ou que foram ao solo por causas naturais. A mecanização da colheita de café é essencial para redução de custos. O objetivo foi avaliar o consumo de combustível, acompanhando-se a qualidade operacional do trator cafeeiro, em diferentes configurações de trabalho, determinando o melhor meio de se operar no sistema de recolhimento mecanizado de café em função da lastragem, ou relação peso-potência, e a tração, acionando ou não a tração dianteira auxiliar (TDA). Utilizou-se como tratamentos três configurações de lastragem (36 kg cv⁻¹, 39 kg cv⁻¹ e 42 kg cv⁻¹) e duas de tração (com e sem TDA acionada), casualizadas estatisticamente, com 10 repetições em cada configuração. Concluiu-se que, de acordo com o solo no local do experimento, em relações peso-potência 36 kg cv⁻¹, e 39 kg cv⁻¹, a tração dianteira auxiliar acionada não teve influência significativa na redução do consumo horário de combustível, gerando uma dúvida quanto ao seu uso. Já na configuração com relação peso-potência mais 42 kg cv⁻¹, a tração dianteira teve um desempenho de maior influência, obtendo uma economia de combustível.

PALAVRA CHAVE: CONSUMO DE COMBUSTÍVEL; PESO-POTÊNCIA; TRAÇÃO DIANTEIRA AUXILIAR.

1-INTRODUÇÃO

A cafeicultura brasileira se encontra cada vez mais mecanizada, principalmente na operação de colheita, em que é indispensável para que esta seja decorrida de forma mais ágil, o que implicará na qualidade do produto e na redução de perdas, aumentando consideravelmente os lucros do cafeicultor (SILVA et al., 2006). De acordo com Miranda et al. (2000), pode-se reduzir o consumo de combustível dos tratores, aumentando sua eficiência de utilização ou reduzindo a necessidade de energia útil dentro das operações agrícolas. Mialhe (1996) cita que a quantificação de combustível consumida constitui-se um dos mais importantes aspectos da avaliação do rendimento de um motor indicando como este se comporta, apontando o seu desempenho como máquina térmica conversora de energia.

O CEP compreende uma série de ferramentas, sendo a carta de controle a mais sofisticada tecnicamente segundo MONTGOMERY (2009). Diante do panorama de experimentos realizados e citados, surge-se a necessidade de levantar informações que contribuam para maior conhecimento na área de desempenho operacional e aproveitamento de combustível, relacionadas a configurações diferentes de traçagem e também de uso da tração auxiliar dianteira.

Assim, objetivou-se por meio do presente trabalho, avaliar quantitativamente o consumo horário de combustível de um trator especial cafeeiro no processo de recolhimento de café, operando com diferentes configurações de trabalhos, diferenciando-as por meio da relação peso-potência e pelo auxílio ou não da tração dianteira presente no trator, além de identificar quais fatores influenciam no resultado, por meio da estatística descritiva e controle estatístico de processos.

2-MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma lavoura de café, no município de Presidente Olegário-MG, próximo às coordenadas geodésicas 18°02'04" S e 47°27'38" W, com altitude e declividades médias de 917 metros e 3%, respectivamente. A lavoura com variedade Catuaí Vermelho IAC 144 e espaçamento de 4,0 metros entre linhas e 0,5 metro entre plantas, totalizando 5000 plantas ha⁻¹, com cerca de 10 anos de idade.

O conjunto mecanizado utilizado foi composto por um trator John Deere 5425N 4 x 2 TDA com 52,2 kW (75cv) no motor operado na velocidade de 1,26 km h⁻¹ a 1700 rpm de rotação no motor e uma recolhadora Master Café 2, MIAC, com massa de 2900 kg e largura de trabalho de 1,4 metros equipada com sistema de limpeza axial e depósito de 3000 litros. O trator estava equipado nos rodados dianteiro e traseiro com pneu 9.5x16 e 14.9x24, respectivamente.

Os tratamentos foram constituídos de três configurações de lastros no trator, resultando nas relações massa-potência 36 kg cv⁻¹, 39 kg cv⁻¹ e 42 kg cv⁻¹. O trator apresenta massa, sem lastro, de 2400 kg, distribuída 40% na dianteira e 60% na traseira, ficando da seguinte forma.

Tabela1. Tratamentos utilizados

RELAÇÃO	EIXO D	EIXO T
36 Kg cv ⁻¹	50% LL = 160 Kg	50% LL = 238 Kg
39 Kg cv ⁻¹	4 LM x 47Kg = 188 Kg	2 LM x 48 Kg + 75% LL = 356 Kg
42 Kg cv ⁻¹	3 LM x 47 Kg + 75% LL = 228 Kg	2 LM x 48 Kg + 75% LL = 356 Kg

LL – Lastro Líquido; LM – Lastro Metálico.

Para cada configuração operou-se o conjunto mecanizado com e sem o acionamento da tração dianteira auxiliar (TDA). Em todos os tratamentos aferiu-se o avanço e a patinagem utilizando um avançômetro eletrônico da marca Finger do Brasil, ajustando também a pressão dos pneus conforme a carga e velocidade (ALAPA, 2008).

O consumo horário de combustível foi obtido por meio do monitoramento da operação ao longo do tempo, em intervalos regulares de 1h. Realizou-se 10 abastecimentos para cada configuração massa-potência com o trator operando com e sem TDA acionada. A cada hora trabalhada coletou-se o horímetro do trator e o

combustível era repostado e o consumo obtido conforme metodologia descrita por Barbosa et al. (2008).

Primeiramente, os dados foram analisados por meio da estatística descritiva utilizando medidas de tendência central e dispersão. Para medidas de tendência central, utilizou-se média aritmética. As medidas de dispersão utilizadas foram: amplitude dos dados, desvio padrão e coeficiente de variação. Utilizou-se ainda medidas de assimetria e de curtose.

O coeficiente de variação seguiu a classificação de PIMENTEL-GOMES E GARCIA (2002). Para a verificação da normalidade dos dados, o teste utilizado foi o de Ryan-Joiner, dando maior rigidez para análise (ACOCK, 2008). Em seguida analisou-se o comportamento dos consumos por meio do controle estatístico de processo (CEP), utilizando-se a ferramenta de cartas de controle para valores individuais, de modo a permitir a verificação da estabilidade do processo.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o tratamento de 36 kg cv⁻¹ o índice de avanço obtido foi de 2,53% e a patinação 5,37%, enquanto que para a relação 39 kg cv⁻¹ o avanço foi de 1,80% e a patinação 2,88%, já o tratamento 42 kg cv⁻¹ constatou-se o avanço de 2,28% e a patinação 0,01%. Diversos trabalhos apontam que a patinação ideal varia 5 a 15%, em solo solto aceita-se valores próximos a 15% e em solo firme valores próximos a 5% (SERRANO et al., 2008; CORRÊA, 2003), entretanto, esses trabalhos não foram realizados com tratores especiais, o que dificulta a tomada de decisão. Acredita-se que ao se trabalhar em terrenos firme com baixa inclinação e em velocidades em torno de 1,3 km h⁻¹ os resultados de patinação possam ser menores. Em relação ao índice de avanço, nota-se que em todas as configurações resultou em valores aceitáveis (entre 0 a 5%) de acordo com a recomendação estipulada por RUSSINE (2010).

Tabela 2. Relação avanço patinação em função dos lastros de tratores cafeeiros.

Relação ⁻¹ (Kg cv)	Avanço (%)	Patinação (%)
36	2,53	5,37
39	1,80	2,88
42	2,28	0,01

Por meio da estatística descritiva dos resultados de consumo horário de combustível (Tabela 3) nota-se que em todos os tratamentos os dados apresentaram uma distribuição normal, com exceção do tratamento 39 kg cv⁻¹ com a TDA acionada. Além disso, as médias e medianas possuem valores próximos, sendo que a maior diferença ocorre na configuração onde os dados não apresentam distribuição normal. Os valores encontrados para a amplitude dos dados de cada configuração foram baixos, por outro lado, os valores do desvio-padrão e coeficiente de variação foram altos para os tratamentos 36 kg cv⁻¹ com TDA e 39 kg cv⁻¹ sem TDA, já para os demais tratamentos os valores foram médios conforme classificação de PIMENTEL-GOMES & GARCIA (2002).

Tabela 3. Estatística descritiva para o consumo de combustível em função da relação massa-potência e do uso da tração dianteira auxiliar.

Tratamento	Média	Mediana	σ	Amplitude	CV	Cs	Ck	RJ
36kg cv ⁻¹ com TDA	7,25	7,11	1,52	3,99	20,93	0,14	-1,81	0,96 ^N
36kg cv ⁻¹ sem TDA	7,35	7,10	0,75	2,54	10,18	1,83	3,66	0,89 ^N
39kg cv ⁻¹ com TDA	7,05	6,52	1,34	4,00	18,96	1,76	2,02	0,84 ^A
39kg cv ⁻¹ sem TDA	7,66	7,27	1,73	4,92	22,63	0,09	-1,08	0,98 ^N
42kg cv ⁻¹ com TDA	6,39	6,57	0,71	2,22	11,11	1,16	0,50	0,93 ^N
42kg cv ⁻¹ sem TDA	7,28	7,50	0,81	2,62	11,17	-0,8	0,21	0,97 ^N

σ – Desvio padrão; CV (%) – Coeficiente de variação; Cs – Coeficiente de assimetria; Ck – Coeficiente de curtose; RJ – Teste de normalidade de Ryan-Joiner (N: distribuição normal; A: distribuição não normal).

Observa-se ainda que os valores de coeficiente de assimetria nos tratamentos 36 kg cv⁻¹ com TDA e 39 kg cv⁻¹ sem TDA tiveram pequenos graus de assimetria à direita, enquanto os tratamentos 36 kg cv⁻¹ sem TDA, 39 kg cv⁻¹ com TDA e 42 kg cv⁻¹ com TDA tiveram elevado grau de assimetria à direita; por outro lado, o tratamento 42 kg cv⁻¹ sem TDA teve moderado grau de assimetria à esquerda. Pelos índices de curtose nota-se que os tratamentos 36 kg cv⁻¹ com TDA e 39 kg cv⁻¹ sem TDA tiveram distribuição platicúrtica da curva, já os demais tratamentos tiveram distribuição leptocúrtica.

Nas cartas de controle do consumo horário de combustível (Figura 1) para a configuração de 36 kg cv⁻¹, observa-se que as médias foram próximas consideravelmente pela utilização ou não da TDA, resultando em consumos médios de 7,25 e 7,35 L h⁻¹, respectivamente. Por outro lado, há uma considerável diferença na variabilidade dos valores, nos quais se observa uma maior variabilidade do consumo quando se realiza a operação de recolhimento com a TDA acionada, fato também constatado nas cartas de amplitude móvel. Entretanto, apesar da variabilidade, a utilização ou não da TDA na configuração de 36 kg cv⁻¹, demonstra estabilidade no processo.

Um estudo realizado em operação de campo por FONTANA et al (1986) mostra que a utilização da tração dianteira auxiliar elevou o consumo horário de combustível em 5,82%, por outro lado, proporcionou um aumento de 5,76% em média na capacidade operacional. Desta forma, acredita-se que a utilização da relação de 36 kg ha⁻¹ não seja indicada para a operação de recolhimento, devido a maior massa da recolhedora em relação a massa do trator, que incorre na combinação que gera maior consumo horário médio de combustível.

Para os tratamentos em que a relação massa-potência tem valor de 39 kg cv⁻¹ (Figura 1), verifica-se que a utilização da TDA teve um consumo horário médio de combustível de 7,05 L h⁻¹, tendo economia de 7,96% (0,61 L h⁻¹) do consumo por hora em comparação a realização do serviço sem o acionamento da TDA. Pode-se verificar

ainda que, a utilização com TDA acionada gera maior estabilidade (menor variabilidade) no consumo horário de combustível quando comparado com a não utilização da TDA. Entretanto, quando se utilizou TDA, teve-se um ponto fora de controle, evidenciando alguma causa especial que torna o processo instável. Esse fato pode ser atribuído a máquina e ao meio ambiente no qual houve embuchamento da recolhedora devido ao excesso de impurezas mineral no material recolhido.

Já na configuração 42 kg cv^{-1} (Figura 1) observa-se um comportamento similar à configuração de 39 kg cv^{-1} (Figura 1), na qual a utilização da TDA acionada promove um menor consumo assim como maior estabilidade nos valores médios obtidos ao longo do tempo. Desta forma, nota-se que o consumo horário médio no tratamento 42 kg cv^{-1} com TDA foi 12,22% ($0,89 \text{ L h}^{-1}$) menor que 42 kg cv^{-1} sem TDA, valor este que ao longo de uma safra pode representar elevada economia nos custos operacionais da operação em estudo.

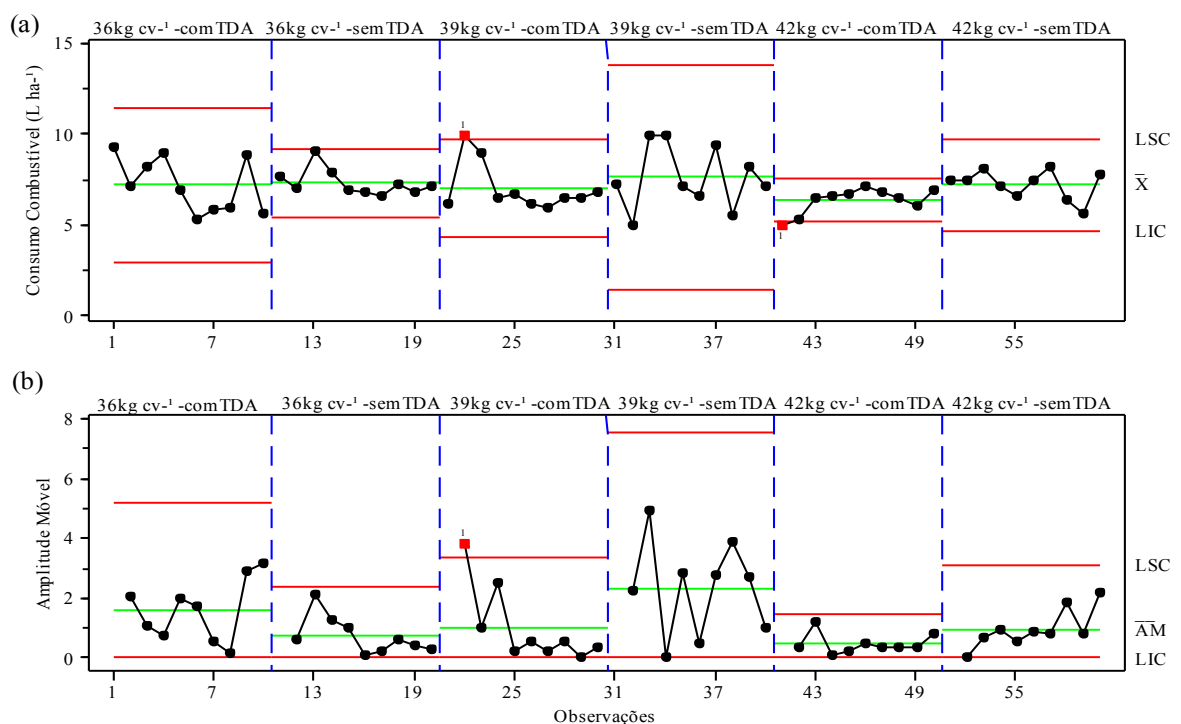


Figura 1. Cartas de controle para a configuração 36 kg cv^{-1} , 39 kg cv^{-1} , 42 kg cv^{-1} .

4-CONCLUSÃO

O melhor desempenho do trator especial cafeeiro na operação de recolhimento de café foi observado na relação massa-potência 42 kg cv^{-1} operando com a TDA acionada, que propiciou em menor consumo de combustível além da maior estabilidade. A adequação de lastros à operação reduziu o consumo de combustível em até 1 L h^{-1} na operação de recolhimento além de reduzir a patinagem.

5-REFERÊNCIAS

- ACOCK AC (2008) **Descriptive statistics and graphs for one variable**. In: ACOCK AC (ed) *A gentle introduction to stata*. 1rd edn. Stata Corp. Texas, pp 83-107.
- ALAPA – Associação Latinoamericana de Pneus e Aros. 2008. **Manual de normas técnicas**. São Paulo. p.325.
- Barbosa, R. L.; Silva, F.M.; Salvador, N.; Volpato, C.E. 2008. Desempenho comparativo de um motor de ciclo diesel utilizando diesel e misturas de biodiesel. **Ciência Agrotécnica** 32:1588-1593.
- CORRÊA, I. M. 2003. Com peso certo. **Revista Cultivar Máquinas** 1:10-11.
- FONTANA, C.F.; DALLMEYER, A.U.; POZZERA, J.; WEISS, A. Desempenho comparativo de tratores com e sem tração dianteira auxiliar durante a escarificação do solo. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, Santa Maria, RS, v.16, n.3, p.237-249, 1986.
- FIGLIARELLI, D. A.; MARASCA, I.; FERNANDES, B. B.; SANDI, J.; MORELLI-FERREIRA, F.; LANCAS, K. P. 2015. Desempenho de três tratores agrícolas em ensaios de tração. **Revista de Agricultura Neotropical** 2:68-76.
- MIALHE, L.G. Máquinas agrícolas: ensaios e certificação. Piracicaba, SP: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 722p., 1996.
- MONTGOMERY, D.C. Control charts for variables. In: MONTGOMERY D.C. (ed) **Introduction to statistical quality control**, Arizona: 6rd edn. Wiley, 2009. p. 226-268.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.
- RUSSINI, A. 2010. Máquinas Agrícolas I. Caderno didático. **Departamento de Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias** – Universidade de Santa Cruz do Sul.
- SERRANO, J. M. P. R. 2008. Pressão de insuflagem dos pneus no desempenho do conjunto trator-grade de discos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 43:227-233.
- SILVA, F.M.; SOUZA, Z.M.; ARRÊ, T.J.; JUAN, R.S.; OLIVEIRA, E. Avaliação da colheita mecanizada do café com o uso do ethephon. **Coffee Science**, Lavras, v.1, n. 1, p. 1-6, abr./jun. 2006.