

DESEMPENHO DE DOIS TIPOS DE CORTADORAS-ARRANCADORAS DE FEIJÃO

PERFORMANCE EVALUATION OF TWO BEAN HARVESTERS

Alberto Kazushi Nagaoka¹; Peter John Martyn²; Haroldo Carlos Fernandes³;
Roberto Kazuhiko Zito⁴; Paulo Roberto Cecon⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de duas cortadoras-arrancadoras de feijão, sendo a primeira com discos recortados e a segunda com lâminas de corte. Os ensaios foram realizados na Fazenda São João, no município de Coimbra, MG. Avaliou-se as plantas não arrancadas, as perdas por danos, o consumo de combustível e a capacidade de campo teórica durante a colheita em lavoura de feijão do cultivar Ouro Negro, tipo III. O trator utilizado para tração da arrancadora foi o VALMET 68 Cafeeiro, com 43 kW de potência no motor, bitola de 1.120 mm e velocidades de 0,78 m.s⁻¹ e 1,25 m.s⁻¹. Os dados obtidos foram analisados, considerando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela os equipamentos e na subparcela as velocidades do trator, com seis repetições. Os resultados mostraram que o número de plantas não arrancadas foi maior (P<0,05) para a cortadora-arrancadora de feijão com discos recortados, com velocidade de 0,78 m.s⁻¹. As perdas por danos foram maiores (P<0,05) quando utilizou-se a cortadora-arrancadora de feijão com lâminas de corte. O consumo específico de combustível foi maior (P<0,05) na velocidade de 0,78 m.s⁻¹ do que na velocidade de 1,25 m.s⁻¹, porém não diferiu entre

a tração de um equipamento e outro. A maior capacidade de campo teórica foi de 0,54 ha.h⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Projetos e construção, cultura do feijão, mecanização agrícola.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the performance of two bean harvesters; the first is identified by having indented disk, and the second by having court of lamina. The project was realized in São João Farm (MG), Coimbra Country. The performance of the two equipment were compared evaluating: no extracted plants, damage loss, fuel consumption and theoretical field capacity. The beans used for this research was Ouro Negro type III. The tractor used to pull the harvesters was the VALMET 68 Cafeeiro, with 43 kW engine power, 1,120 mm of track, 0.78 m.s⁻¹ and two speeds of 1.25 m.s⁻¹. The data was analyzed using split plot design the harvesters in the parcels and the speeds of tractor in the sub parcels, with six repetitions. The statistical analysis showed that the number of no extracted plants were greater (P < 0.05) for indented disk harvester with 0.78 ms⁻¹ speed. The damage loss was significantly higher (P< 0.05) the equipment with court lamina was used. The specific fuel consumption was greater (P<0,05) in 0,78 m.s⁻¹ speed than 1.25 m.s⁻¹ within harvesters but not between harvesters. The greater theoretical field capacity was 0,54 ha.h⁻¹.

KEY WORDS: Design and Building, bean crop, mechanization of agriculture.

INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um produto agrícola com fonte nutritiva das mais ricas em proteína

¹ Eng. Agrícola, Prof. Efetivo, Depto. de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agroveterinárias, UDESC, Lages, SC, (0xx49)2222100 – R:2211, e-mail: a2akn@cav.udesc.br

² Eng. Agrônomo Prof. Titular, Doutor, Depto. Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

³ Eng. Agrícola Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

⁴ Eng. Agrônomo Pesquisador, Doutor, EPAMIG, Uberaba – MG.

⁵ Eng. Agrônomo Prof. Doutor, Depto. Estatística, UFV, Viçosa – MG.

vegetal, 20 a 22 % do teor médio das sementes, além de ponderável fornecedor energético de 341 cal/100 g. O consumo per capita é de 18 kg/ano e a produtividade média brasileira é cerca de 500 kg/ha, e, de acordo com ARAÚJO et al. (1988), com aplicação de tecnologia o agricultor pode atingir de 1.200 a 1.800 kg/ha.

As melhores produções obtidas experimentalmente ocorrem quando são utilizados espaçamentos de 40 e 60 cm entre linhas e densidade de 10 a 15 plantas por metro linear. Para que seja obtida a população desejada é necessário que seja observado o poder germinativo da semente, fazendo correções se necessário, FARIA (1980).

Sabe-se que o feijão é bastante sensível a anormalidades climáticas e tal fato torna sua lavoura mais arriscada em comparação com a de outros grãos (WALDER et al., 1978). Os problemas referentes à colheita mecanizada do feijão, afetam o incremento da produção, devido ao grande risco da exposição prolongada do feijoeiro no campo por falta de mão-de-obra e de máquinas para executar esta operação. A colheita deve ser feita em um período mais curto possível, sem esperar que as vagens sequem em demasia no campo a fim de evitar perdas por debulha natural, além do risco da ocorrência de chuvas, o que causaria transtornos como a germinação das sementes dentro das vagens.

Uma das fases da colheita, o arranquio das plantas, ainda é realizada pela grande maioria dos agricultores manualmente, embora mais de 6.000.000 ha sejam cultivados com o feijoeiro no Brasil. Essa operação, além de ser um dos fatores que impede a expansão da cultura, onera o preço do produto, pois o gasto da mão-de-obra é elevado, POMPEU (1987).

A colheita mecanizada é imprescindível à expansão das áreas de cultivo do feijão. A transformação dessas áreas de exploração de subsistência em atividade empresarial é necessária ao desenvolvimento sócio-econômico e à crescente demanda por alimentos (SILVA, 1988). Essa colheita segue dois caminhos alternativos de acordo com SILVA et al. (1983):

- O primeiro é a obtenção de variedades com porte e inserção de vagens que possibilitem a utilização dos equipamentos tradicionalmente usados para a soja, arroz, etc.;

- O segundo é o desenvolvimento de equipamentos adaptáveis as atuais características da cultura.

Cerca de 50% das vagens do feijoeiro situam-se entre 5 e 10 cm acima do nível do solo, fora do alcance das ceifadoras convencionais, constituindo-se como um problema para a mecanização da colheita direta, SILVA et al. (1982).

Considerando-se que o feijoeiro não possui características morfológicas que o enquadrem como planta adaptada a colheita direta com automotriz, um dos fatores mais importantes a ser considerado é a escolha do cultivar, que deve apresentar porte ereto, alto com ângulo de ramificação fechado, ponto de inserção das primeiras

vagens elevado, maturação suficientemente uniforme e resistência ao acamamento (hábito de crescimento tipo II, com porte alto) (LOLLATO, 1989).

O feijoeiro com hábito de crescimento arbustivo indeterminado, talo ereto, sem tendência trepadora cujas ramas são curtas e continuam crescendo mesmo durante a fase de floração, é classificado segundo LOPES et al. (1985), como planta de feijão tipo II; já o tipo III apresenta hábito de crescimento prostrado indeterminado, ramificações bem desenvolvidas, altura superior às plantas dos tipos I e II e pode ter tendência trepadora. FAGERIA (1989) afirma que as culturas do tipo II são mais adaptadas à colheita mecânica que as do tipo III.

Normalmente, os agricultores realizam a colheita quando as vagens estão secas e grande parte das folhas caídas. A umidade das sementes nessa fase, encontra-se entre 17 a 22%. Depois desse ponto, ocorrem variações na umidade das sementes, devido ao equilíbrio de umidade que mantém com a umidade relativa do ar. SILVA et al. (1975) constataram que ocorre acentuada perda de qualidade nas sementes quando colhidas após este período.

De acordo com COSTA et al. (1971), a colheita pode ser manual, conjugada e mecanizada. Na colheita manual as plantas são arrancadas e enleiradas ou feitas mudas manualmente para secagem. O processo de arranquio é feito nas primeiras horas da manhã, quando as plantas estão úmidas, evitando a debulha das vagens. Após permanecerem no campo para secar, são levadas para o local de trilha. A colheita conjugada é o arranquio manual das plantas associado à trilha mecânica. As principais formas de colheita conjugada possíveis de serem realizadas com máquinas segundo LOLLATO (1989) são as seguintes:

- arranquio manual e trilha com trilhadoras estacionárias,
- arranquio manual e trilha com automotrizes estacionárias
- arranquio manual ou mecânico e trilha com recolhedoras-batedoras ou automotrizes.

A colheita mecanizada é realizada diretamente com automotrizes. Embora seja o processo ideal para a cultura do feijão, os problemas inerentes a ela ainda não foram solucionados, por isto é necessário o corte das plantas seguindo de um período de cura no campo, para que se processe a secagem até o ponto em que a trilhagem possa ser feita com facilidade e eficiência (MENEZES & RIGITANO, 1972).

No Brasil, em virtude dos problemas inerentes à cultura, da inexistência de uma linha de produção de equipamentos específicos e adequados para cortar ou arrancar e enleirar as plantas de feijão e em razão também da inviabilidade de uso de colhedoras convencionais, a mecanização da colheita dessa leguminosa tem sido realizada mais intensamente nas operações de recolhimento e trilha (SILVA, 1988).

Conforme CANO e GARCIA (1990), existem dois

tipos de equipamentos empregados para o arranquio mecanizado: os que utilizam lâminas de corte e os de segas circulares, sendo mais freqüente o emprego dos primeiros, por serem mais simples e de menor custo.

Segundo LOLLATO (1989), o corte das plantas ao nível do solo, por cortadores adaptados à frente de tratores, é uma técnica utilizada há algum tempo em outros países. No Brasil, esse equipamento foi fabricado e comercializado, não tendo obtido o sucesso e a adoção esperados, em razão do relevo acentuado da maioria das regiões produtoras, das limitações de treinamento de operadores, da textura e falta de preparo do solo e da presença de ervas daninhas.

Visando mecanizar a colheita do feijão, OLIVEIRA E CASTRO (1982) realizaram testes no município de Caturai - GO, com equipamentos destinados às operações de corte/arranquio e enleiramento utilizando a variedade "Jalo". Após a avaliação dos resultados do equipamento, constatou-se que as perdas devidas a essas operações foram relativamente baixas, em torno de 5%.

De acordo com AIDAIR et al. (1982), para o bom aproveitamento da colheita mecanizada, deve-se, ainda, levar em consideração outros aspectos, tais como:

- preparar bem o solo;
- evitar, no plantio, a formação de sulcos profundos pelos discos de plantadoras;
- não utilizar cultivador como prática cultural; e
- a umidade dos grãos na colheita não deve ser inferior a 16%, sob risco de aumentar a percentagem de danificações dos mesmos.

No período de 1989 a 1991, SILVA & BEVITORI (1994) realizaram ensaios em Goiânia e em Paracatu, com as colhedoras Ford New Holland e Maxion; e no Projeto Formoso (TO), com a For New Holland, chegando a obter perdas totais de grãos em torno de 10%.

Em 1958, foi desenvolvido em Michigan, EUA, um cortador com segas circulares, que obteve sucesso na colheita de feijão. A máquina consistia, basicamente, de dois discos horizontais recortados girando em direções contrárias, acionadas por motor hidráulico, cada um cortando uma linha e formando uma única leira. A planta não era agitada vigorosamente e não houve danificação dos grãos, desde que as vagens do feijão não estivessem excessivamente secas, McCOLLY (1958).

NAGAOKA (1995) desenvolveu e avaliou o desempenho de duas cortadoras-arrancadoras de feijão acoplado no sistema hidráulico de três pontos traseiro do trator e concluiu que para velocidade de $0,78 \text{ m.s}^{-1}$, o equipamento dotado com órgãos ativos de lâminas de corte ofereceu melhores resultados e para velocidade de $1,25 \text{ m.s}^{-1}$ o equipamento com órgãos ativos de discos recortados ofereceu os melhores resultados. MOREIRA et al. (1999) também avaliaram o desempenho de um protótipo de um cortador/enleirador de feijão, porém, acoplado na dianteira do trator. Os autores concluíram que as velocidades de $0,73 \text{ m.s}^{-1}$ e $1,17 \text{ m.s}^{-1}$ foram ideais para

o bom desempenho do protótipo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de duas cortadoras-arrandoras de feijão: com discos recortados (CAF1) e com lâminas de corte (CAF2), em condições de campo, com base na eficiência e eficácia de corte e arranquio, na velocidade da máquina e nas perdas de grãos do cultivar de feijão Ouro Negro do tipo III.

MATERIAL E MÉTODOS

Os equipamentos utilizados nos ensaios foram desenvolvidos na Universidade Federal de Viçosa, no Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola, na tentativa de minimizar os problemas da cultura do feijão na época da colheita.

Para avaliação dos equipamentos, utilizou-se uma área situada na fazenda São João, em Coimbra, MG, com aproximadamente 0,1 ha. O cultivar plantado foi o Ouro Negro, com hábito de crescimento indeterminado do tipo III. Foram utilizadas neste experimento 48 fileiras de 20 m, com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A população final foi de 193.000 plantas por ha.

O solo foi classificado como Argisolo Amarelo Distrófico Câmbico fase terraço, textura argilosa e o teor médio de água do solo foi de 27,7 %, apresentou índice de cone de 1.957 kPa, enquanto a umidade do grão foi de 18,6 %.

Os ensaios foram realizados, utilizando-se um trator cafeeiro 4 x 2, marca VALMET, modelo 68, com potência nominal de 43 kW no motor, a 2.300 rpm. A rotação do motor utilizada foi de 1.600 rpm e a bitola, fixada em 1.120 mm (Figura 1).



Figura 1: Vista lateral do trator e abridores de linhas, utilizados no ensaio dos equipamentos.

Os equipamentos foram acoplados no sistema hidráulico de três pontos do trator, enquanto os abridores de linhas foram fixados na frente de cada roda do trator, com mecanismos de levantamento mecânico e individual (Figura 2 , 3 e 4).

O corte e o arranquio dos feijoeiros foram realizados com duas velocidades do trator: V1, na 1ª marcha reduzida (1L), a 0,78 m.s⁻¹; e V2, na 2ª marcha reduzida (2L), a 1,25 m.s⁻¹.

Avaliação da População Final

Para determinar a população final foram sorteadas, aleatoriamente, 20 linhas de cada área, cujos pontos de coleta também foram sorteados com uma linha fixa de um metro linear cada ponto, de modo que a somatória de todos os pontos corresponderia a uma linha de 20 metros lineares. Em cada ponto foi contado o número de plantas por metro, o qual, com a média desses valores, foi transformado em plantas por hectare, pela seguinte fórmula:

$$\text{População Final(pl/ha)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ plantas/m} \times 10.000}{\text{espaçamento (m)}} \dots\dots (1)$$

Medição das Plantas Não Arrancadas

Consideraram-se plantas não arrancadas as que não foram totalmente retiradas do perfil do solo pelo equipamento. A contagem foi realizada por duas pessoas, logo após a passagem do equipamento, uma em cada linha, levantando-se a planta para verificação do arranquio.

As porcentagens das plantas não arrancadas foram calculadas pela seguinte expressão:

$$\text{Plan. não arranc.(\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ plan não arranc./ha}}{\text{população final}} \times 100 \dots\dots (2)$$

Avaliação das Perdas Por Danos

Para avaliar as perdas por danos, foram contadas as plantas que tiveram os ramos quebrados, as vagens abertas, amassamento e corte da parte aérea juntamente com os grãos.

Foram avaliadas as porcentagens de perdas por danos, pela seguinte expressão:

$$\text{Perdas por danos} = \frac{\text{n}^\circ \text{ plan. perdidas/há}}{\text{há}} \times 100 \dots\dots (3)$$

população Final

Medição do Consumo de Combustível

O consumo de combustível foi determinado por meio de um medidor de combustível, que foi construído no Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. O consumo específico de combustível, em litros/ha, foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Cons. comb. (kg.ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{consumo horário(g.h}^{-1}\text{)} \dots\dots (4)}{1.000 \times \text{CcE(ha.h}^{-1}\text{)}}$$

em que:

CcE = capacidade de campo efetiva, em ha/h.

Umidade do Grão

Coletaram-se da área experimental, em pontos escolhidos aleatoriamente, durante a execução do arranquio, cerca de 2 kg de grãos, que foram acondicionados em sacos plásticos e levados imediatamente para o laboratório, onde foi determinada a umidade do grão, com base úmida, pelo método da estufa com ventilação, a 103 ± 2°C, durante 72 horas.

Análise Granulométrica e Umidade do Solo

Antes de se fazerem os testes, foram coletadas amostras de solo em cinco pontos por área experimental, estratificados de 0 a 5 cm e de 5 a 10 cm de profundidade. As amostras foram coletadas com o auxílio de um enxadão e colocadas em latinhas de alumínio, com identificação, as quais foram transportadas imediatamente para o Laboratório de Física do solo, onde foram realizadas as análises granulométricas do solo e a análise da umidade atual do solo, seguindo-se a metodologia da EMBRAPA (1979).

Determinação do Índice de Cone

Para determinar o Índice de Cone, foi utilizado um penetrógrafo da marca SOIL CONTROL, modelo SC-60, com uma haste de 600 mm de comprimento e um cone de 130 mm² de área de base (12,83 mm de diâmetro) e 30 graus de ângulo de vértice. As determinações foram realizadas ao lado do ponto de coleta das amostras, que foram utilizadas para determinações de granulometria e umidade, na profundidade de 0 a 10 cm.

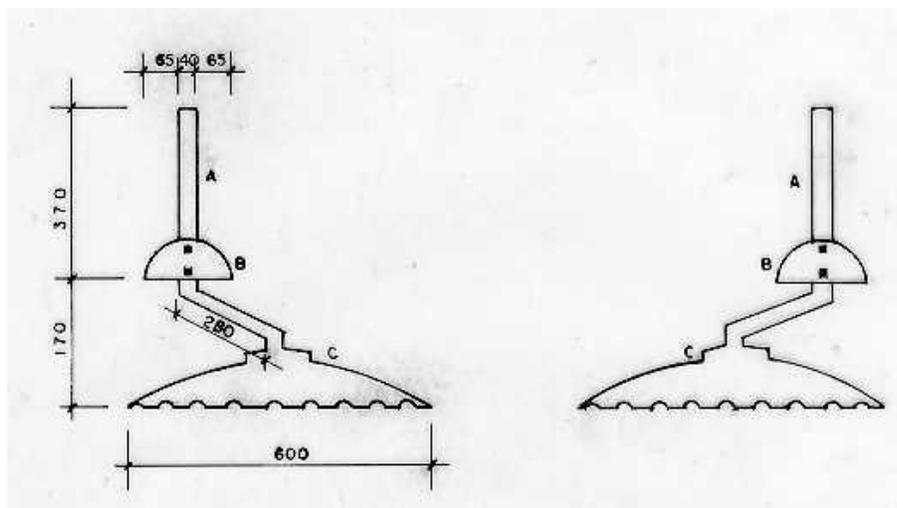


Figura 3: Órgãos ativos do equipamento CAF1, com discos recortados

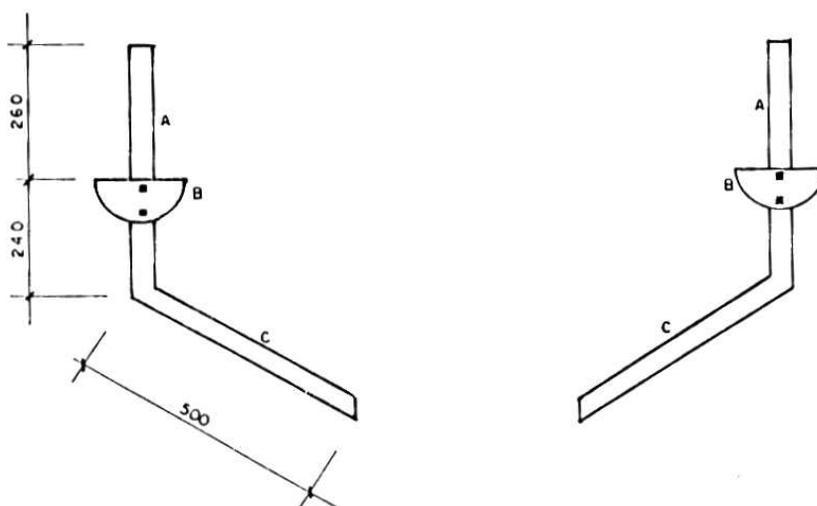


Figura 4: Órgãos ativos do equipamento CAF2, com lâminas de corte

Os valores registrados pelo penetrógrafo, em $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, foram multiplicados pelo fator 98,1, para se obter a pressão no sistema Internacional de Unidades de Medidas em kPa.

Capacidade de Campo Efetiva

a) Arranquio mecânico

A capacidade de campo efetiva do arranquio mecânico foi calculada pela seguinte expressão:

$$CcE = \frac{V \times Lu}{10}$$

em que

CcE = capacidade de campo efetiva, em $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$;

v = velocidade, em $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$; e

Lu = largura útil do equipamento, em m.

b) Arranquio manual

Para determinação da capacidade de campo teórica do arranquio manual, foi cronometrado o tempo de arranquio de quatro linhas de 20 m por homem. Após sua determinação, a capacidade de campo teórica foi substituída na expressão anterior.

Análise Estatística

As variáveis foram analisadas, considerando-se o

delineamento experimental em blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, e tendo na parcela os equipamentos (CAF1 e CAF2) e na subparcela as velocidades do trator (V1 e V2), com seis repetições. Para os dados das plantas não arrancadas e perdas por danos houve a necessidade de fazer a transformação $(X + 0,5)^{0,5}$.

Os resultados foram interpretados estatisticamente, por meio da análise de variância, adotando-se o nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que o número de plantas não arrancadas apresentou efeitos significativos da interação velocidade x equipamento e o consumo de combustível foram influenciados apenas pelas velocidades V1 e V2 (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos dados de plantas não arrancadas e consumo de combustível.

FV	Quadrados Médios	
	Plant. não arranc. ¹	Consumo
Bloco	9,21	2,62
Equipamento (CAF)	1,17	35,04
Resíduo (a)	2,79	9,84
Velocidade (V)	2,24	513,37**
V x CAF	33,44*	2,67
Resíduo (b)	4,02	6,10

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

¹ Dados transformados em $(X+0,5)^{0,5}$

Na Tabela 2, apresentou-se a comparação das médias desses efeitos. Verificou-se, nessa Tabela, que para as condições em que os equipamentos foram ensaiados, o número de plantas não arrancadas foi maior para o equipamento CAF1 do que no CAF2, quando foi utilizada a velocidade V1. Tal diferença pode estar relacionada com o princípio de corte dos órgãos ativos, em que as lâminas cortam pressionando contra o solo e os discos recortados trabalham com movimentos de rotação.

Tabela 2. Valores transformados de plantas não arrancadas/40 m, na tração dos equipamentos em diferentes velocidades (m.s⁻¹).

Equipamentos	Velocidades	
	1L(0,78 m.s ⁻¹)	2L(1,25 m.s ⁻¹)
CAF1	4,53 aA	1,56 aB
CAF2	1,722 bA	3,47 aA

Médias seguidas da mesma letra minúscula, para cada coluna, e da mesma letra maiúscula, para cada linha, não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

A Figura 5 apresenta o número de plantas perdidas por 40 m de cada equipamento, nas velocidades V1 e V2. Neste caso, a perda por danos pelo equipamento CAF1 foi zero e pelo equipamento CAF2, maior que pelo equipamento CAF1, com velocidade V1 e V2 que foram, respectivamente, de 0,22 e 1,14 planta por 40 m. Isso ocorreu porque no disco recortado (CAF1), ocorre movimento de giro, penetrando mais facilmente no solo, proporcionando melhor enleiramento e menor injúria das plantas nas condições em que foram avaliadas.

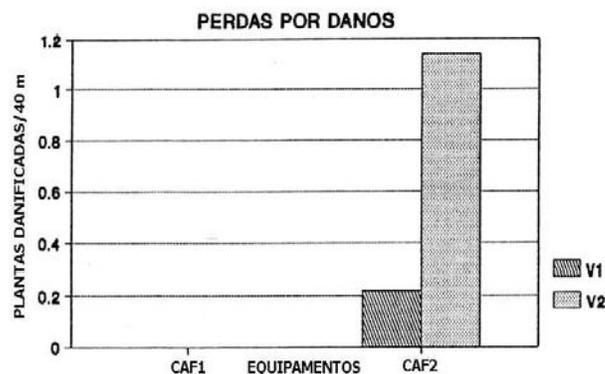


FIGURA 5: Perdas por danos para os equipamentos CAF1 e CAF2 nas velocidades V1 e V2.

Na Tabela 3 observou-se que os valores médios de plantas não arrancadas e as perdas por danos foram menores que os resultados encontrados por OLIVEIRA & CASTRO (1982) e SILVA & BEVITORI (1994), quando avaliaram máquinas e implementos destinados às operações de corte/arranquio, enleiramento e trilha.

Tabela 3 . Valores médios das plantas não arrancadas e perdas por danos para cada equipamento, em porcentagem.

Plantas	CAF1	CAF2
Não arrancadas	3,73 %	3,09 %
Perdidas/Danos	0,00 %	0,21 %

Na Tabela 4, verificou-se que a média do consumo de combustível da velocidade V1(10,92 kg.ha⁻¹) foi maior do que a média do consumo da velocidade V2(7,61 kg.ha⁻¹). Houve aumento da velocidade do trator e, como o esforço de tração exigida pelos equipamentos foi relativamente baixo, o consumo por ha reduziu-se.

Tabela 4. Valores médios do consumo de combustível do trator em kg/ha de acordo com a velocidade de trabalho (m.s⁻¹)

Velocidades (m.s ⁻¹)	Equipamentos		Média
	CAF1	CAF2	
0,75	11,47	10,37	10,92 a
1,25	7,92	7,29	7,61 b

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Na tabela 5, observou-se que os valores da capacidade de campo teórica dos arranquios mecânico e manual. Nas condições em que foram realizados os ensaios, o trabalho executado pelos equipamentos com velocidade (0,78 m.s⁻¹) corresponde a 9,65 horas-homem executando o arranquio manual, enquanto com velocidade V2 (1,25 m.s⁻¹) corresponde a 15,5 horas-homem.

Tabela 5. Velocidade e capacidade de campo teórica dos arranquios mecânico e manual.

Arranquio	Velocidade (km.h ⁻¹)	CcT (ha.h ⁻¹)
Mecânico	2,8	0,280
Mecânico	4,5	0,450
Manual	0,2	0,029

CONCLUSÃO

O número de plantas não arrancadas foi maior para o equipamento CAF1 na velocidade de 0,78 m.s⁻¹, cuja média destransformada foi de 20,02 plantas por 40 m (5,19% das plantas); e menor para o equipamento CAF2 a 1,25 m.s⁻¹, cuja média destransformada foi de 1,93 planta por 40 m (0,5% das plantas).

A perda por danos foi maior com o equipamento CAF2 (0,21%) e menor com o Equipamento CAF1 (0,00%).

Caso a velocidade do trator seja equivalente ao da primeira reduzida, recomenda-se a lâmina de corte (CAF2) como órgão ativo, pela simplicidade, menor custo e por poucas perdas por danos, enquanto para velocidade de 1,25 m.s⁻¹ (4,5 km.h⁻¹) os discos de corte (CAF2) são mais recomendados, pois, além de proporcionarem bom arranquio, causaram menores perdas por danos das plantas.

O consumo específico de combustível na 2^a reduzida foi menor do que na 1^a reduzida, ou seja 7,61 kg.ha⁻¹. Entre os equipamentos, não houve diferença no consumo de combustível do motor.

Os equipamentos avaliados permitem reduzir os riscos de perdas provocadas pelas chuvas na ocasião da colheita do feijão, ganho de tempo, redução do problema da falta de mão-de-obra durante a colheita e pode reduzir o custo da colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAIR, E.T.; CASTRO, E.T.; SILVA, C. C.; FONSECA, J. A; CARNEIRO, J. E. S.; FAGUNDES, S.A.; COSTA, J.A.P. Desenvolvimento de tecnologias para a colheita mecanizada do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no sistema de cultivo "solteiro". In: FEIJÃO: resumos informativos. Brasília: EMBRAPA/CNPAF, 1982. p.46.

ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C; VIEIRA, R.F.; CHAGAS, J.M. Feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.163, p.73-76, 1988.

CANO, O.; GARCIA, F. Arrancador frontal de frijoles AF-4.2. **Ci Tecnol. Agri. Mecaniz.** La Habana, v.13, n1-2, p.77-86, 1990.

COSTA, J.G.C.; ANTUNES, I.F.; SIQUEIRA, O.; STRINGARI, S.J.; XAVIER, F.E. Aspectos gerais da produção de feijão no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1, 1971, Campinas. Anais... Campinas: Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 1971. 23p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de**

solos. Rio de Janeiro, 1979. s.n.p.

FAGERIA, N.K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas.** Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1989. 424p.

FARIA, R.T. Espaçamento e densidade. In: CULTURA do feijão no Estado do Paraná. Londrina, IAPAR, 1980. 73p. (Circular IAPAR, 18).

LOLLATO, M. A. Colheita, processamento e armazenamento. In: O FEIJÃO no Paraná. Londrina, IAPAR, 1989. p.281-303. (Circular, IAPAR, 63).

LOPES, M.; FERNANDES, F.; VAN SCHBONHOVEN, A. **FRIJOL: investigación y producción.** Cali, PNUD/CIAT, 1985. 420 p.

McCOLLY, H.F. Harvesting edible beans in Michigan. **Transaction of the ASAE.** St. Joseph, v.1, n.1, p.68-75, 1958.

MENEZES, J.F.; RIGITANO, A. Alguns aspectos da mecanização das operações na cultura do feijão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, 1, 1971, Campinas. **Anais...** Campinas, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 1972. p. 397-416.

MOREIRA, R.F., FERNANDES, H. C.; DIAS, G.P. Desenvolvimento e avaliação do desempenho de um protótipo cortador/enleirador na colheita de feijão. **Eng. Agríc.**, v.18, n.3,p.22-33, 1999.

NAGAOKA, A. K. **Desenvolvimento de dois tipos de cortadoras-arrancadoras de feijão e avaliação de seus desempenhos em cultivar com crescimento do tipo III.** 1995. 51 f. Dissertação (Magister Scientiae em Engenharia Agrícola/Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa.

OLIVEIRA, E.T.; CASTRO, T.A.P. Comportamento de alguns equipamentos utilizados na colheita de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) no sistema de cultivo "solteiro". In FEIJÃO: resumos informativos, 1982 Brasília, **Anais...** Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1982. p.46.

POMPEU, A.S. Melhoramento do feijoeiro. In: FEIJÃO, fatores de produção e qualidade. Campinas: . Fundação Cargil, 1987. p. 1-28.

SILVA, C. C.; BEVITORI, R. Colheita e beneficiamento de feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n. 178, p.63-65, 1994.

SILVA, J.G.; CONTO, A. J.; GUAZZELLI, R.J.; FONSECA, J.R. Colheita mecanizada do feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.90, p.48-54, 1982.

SILVA, J. G; FONSECA, J. R.; CONTO, A. J. A colheita mecanizada do feijão no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.103, p.40-42, 1983.

SILVA, J.G. Colheita mecânica. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T., ed. **Cultura do feijoeiro, fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba, POTAFOS, 1988. p. 345 – 356.

SILVA, C. M.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C.S. Determinação da época adequada de colheita de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) com base na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ceres**, Viçosa, v.22 n.122, p.272-81, 1975.

WALDER, V.M.; WALDER, V.L.M.S. **Feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) no Espírito Santo: comportamento e tendências.** Vitória, s.n., 1978. 75 p.