

CAFÉ: MECANIZAÇÃO DA COLHEITA

FÁBIO MOREIRA DA SILVA¹, NILSON SALVADOR¹, TASSIANA DE SOUZA PÁDUA¹

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a história do Brasil, a cultura do café teve grande influência na colonização e desenvolvimento do País, assumindo hoje um importante papel econômico e social. Atualmente, o Brasil ocupa a posição de maior produtor e exportador no mercado internacional, segundo dados do IAPAR (1999). Tem havido, entretanto, uma queda no nível das exportações. No ano de 1961, o País era responsável por 36,78% das exportações mundiais do produto, índice que caiu, em 1998, para 23%. Além disso, o Brasil é o segundo maior consumidor mundial de café. Segundo dados da FAEMG (1996), o Estado de Minas Gerais é líder na produção cafeeira do Brasil, com cerca de 50% da safra, e uma produção aproximada de 19 milhões de sacas beneficiadas na safra de 1998.

Segundo Wizel (1981), para a sobrevivência da cafeicultura, o Brasil tem que seguir o caminho da qualidade. O café é dos poucos produtos agrícolas cujo preço é baseado em parâmetros qualitativos, variando significativamente o valor com a melhoria de sua qualidade. Assim sendo, o amplo conhecimento das técnicas de produção de um café de alta qualidade é indispensável para uma cafeicultura moderna.

Com relação à lavoura cafeeira, as operações de cultivo são as que registram maior índice de mecanização, sendo o plantio e a colheita consideradas, ainda, operações pouco mecanizadas. Como as operações mecanizadas dependem de uma fonte de potência mecânica para a sua execução, é importante citar os tratores cafeeiros, considerados tratores estreitos e de baixa potência, que são oferecidos no mercado por diferentes fabricantes e em distintos modelos. Genericamente são tratores agrícolas

¹ Departamento de Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras – MG. Fone: (35) 3829-1466. E-mail: salvador@ufla.br

com tração nas rodas traseiras, versão 4x2 ou tração auxiliar 4x4, com potência que varia de 18 a 60 c.v., tendo bitolas mínimas de 730 a 1200 mm e largura livre de 1000 a 1600 mm. Para a lavoura cafeeira, esses tratores são utilizados no transporte e em operações de cultivo com grade, roçadeira, enxada rotativa e pulverizadores.

O plantio de café, por se tratar de cultura perene, não é uma operação tão problemática para os produtores. Uma vez plantada, a lavoura permanece por 10, 20, 30 anos ou mais. Já a colheita do café tem sido vista pelos produtores como um ponto de estrangulamento na exploração da cultura, mesmo considerando o atual uso de diferentes máquinas nas operações de colheita, como vem ocorrendo em algumas propriedades mais tecnificadas; a mecanização ainda é modesta, perante a área total cultivada e a disponibilidade de colhedoras no mercado desde 1980.

A colheita do café é uma operação complexa, apresentando várias etapas, e que demanda 30% do custo de produção e 40% da mão-de-obra empregada, segundo afirmam Cruz Neto & Matiello (1981). Essa elevada demanda de mão-de-obra, que se concentra em um período de 100 dias, tem sido limitante para a exploração da cultura. Acredita-se, assim, que para um futuro próximo haverá uma grande expansão da mecanização das operações de colheita, tratando-se de um processo fundamental e irreversível, que visa, sobretudo, à valorização do homem e à maximização dos resultados das safras.

Os métodos tradicionais de mecanização só são possíveis de serem aplicados em terrenos com declividade de até 20%. Isso, associado a outras limitações de ordem operacional e econômica, mostra que a mecanização depende sempre da complementação do serviço braçal. Além disso, as máquinas necessitam de operadores, pessoal de manutenção, comercialização e assistência técnica, ou seja, mão-de-obra especializada. A colheita do café é comparativamente mais difícil de ser executada do que a de outros produtos, em razão da altura e arquitetura da planta, da desuniformidade de maturação e teor de umidade elevado.

Com a introdução da mecanização na colheita do café, aumentou a capacidade produtiva da mão-de-obra, contribuindo significativamente para o desenvolvimento da produção, obtenção de um produto de melhor qualidade e para minimizar os problemas de escassez de mão-de-obra no período da colheita. O sistema de colheita mecanizada não dispensa totalmente o uso de serviço manual, pois a máquina pode não conseguir

colher todos os frutos da planta. Os frutos que permanecem após a derriça mecânica são, posteriormente, retirados por meio de uma operação manual denominada “repasso”. Segundo Matiello & Pinto (1998), nas pequenas propriedades, em plantios adensados e, principalmente, em áreas montanhosas, onde a operação de colheita só pode ser feita manualmente, nos últimos anos vêm sendo introduzidos equipamentos derriçadores.

Nas regiões sul e Zona da Mata de Minas Gerais, tem-se observado a falta de mão-de-obra para a colheita do café. Esse fato revela a necessidade da substituição do trabalho manual por mecanismos com fonte de potência superior à humana. O sistema mais adequado para essas regiões é o semimecanizado com derriçadora portátil, segundo Silva et al. (1997). Na colheita mecânica, os sistemas com maior sucesso são os que utilizam derriça por vibração e/ou impacto como princípio de funcionamento. Esses sistemas requerem o conhecimento da frequência e o tempo de aplicação da vibração, para destacar os frutos dos ramos. Segundo Silva & Salvador (1998), muitas lavouras não foram plantadas e manejadas para o emprego da mecanização. Verificou-se que a frequência e o tempo de aplicação dos vibradores são aumentados para a obtenção de uma derriça satisfatória. Por essa razão, apresentam problemas de desfolhamento e quebra excessiva de ramos.

2. A MECANIZAÇÃO E A COLHEITA DO CAFÉ

A mecanização agrícola aumentou a capacidade produtiva da mão-de-obra à medida que o trabalho manual foi sendo substituído por mecanismos que dispunham de fontes de potência superiores à humana, inicialmente por meio da tração animal, e atualmente, com a motomecanização.

Um homem pode gerar em média uma potência de 0,1 cv, o que corresponde a um décimo da potência de um animal de tração. Isso significa que um animal pode realizar o trabalho de 10 homens no mesmo intervalo de tempo. Comparando-se com a motomecanização e prevalecendo a mesma relação nominal de potência, pode-se sugerir que um implemento acionado por um trator de 50 cv de potência poderia realizar o trabalho de 500 homens. Na prática, essa relação não se verifica, visto que a potência do motor não pode ser totalmente transmitida para o implemento, e o implemento não é

capaz de transformar em trabalho útil toda potência que recebe. Mesmo assim, considerando-se a eficiência do sistema mecanizado de 40%, o que é possível, tem-se o trabalho equivalente de 200 homens.

Essa comparação permite dar uma idéia de como a mecanização agrícola aumentou a capacidade produtiva da mão-de-obra rural, em que um homem operando uma máquina agrícola pode realizar trabalho equivalente a 50, 100 e até 200 homens, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do processo produtivo. Esses números têm sido constatados em campo. Para a capina manual do cafezal, segundo Silveira (1990), um homem faz, em média, 150 covas por dia, e com um conjunto de trator e grade, um operador é capaz de fazer 1000 covas por hora, ou seja, aproximadamente 7500 covas por dia, o equivalente ao trabalho de 50 homens.

Na colheita do café, as colhedoras, em determinadas condições de trabalho, chegam a fazer em 1 dia de serviço, o equivalente a 250 homens. A mecanização das operações agrícolas tem início com o preparo do solo, passando pelas operações de cultivo, semeadura, plantio, adubação e controle fitossanitários, alcançando finalmente as operações de colheita. Essa última se destaca por ser a mais complexa e a mais importante, do ponto de vista do cafeicultor, pois é por meio dela que ele tira sua produção do campo e obtém o retorno dos pesados investimentos feitos.

Com o surgimento da industrialização em 1960 e com a escassez de mão-de-obra no meio rural a partir de 1970, a mecanização surge como alternativa para a execução das atividades rurais. No Quadro 1 é apresentada a evolução da mecanização agrícola no estado de Minas Gerais, conforme dados dos censos agropecuários do IBGE, citado por Gomes (1996) e do Anuário Estatístico do Brasil (1996).

Esses dados, além de refletir a evolução da mecanização agrícola no Estado de Minas Gerais, confirma o fato de a área plantada ter crescido em função da capacidade das máquinas, uma vez que a população rural decresceu discretamente de 1950 para 1980, atingindo 3,956 milhões em 1990, com decréscimo numericamente pequeno perante o relativo aumento da população urbana, que chegou a 11,786 milhões em 1990.

Quadro 1- Utilização de tratores no Estado de Minas Gerais nos períodos de 1950 a 1980.

Anos	1950	1960	1970	1975	1980	1985
Nº de tratores	563	4.793	10.187	22.685	49.428	60.421
Área plantada. (%)	8,02	9,39	8,43	8,92	10,30	11,65
Área plantada (ha/trator)	3.849,44	750,92	347,74	175,48	96,57	88,38
Popul. rural (milhões)	5,500	6,065	5,430	-	4,400	-
Popul. Urbana (milhões)	2,325	3,848	6,060	-	8,982	-

Fonte: Anuário Estatístico do Brasil (1996); Gomes (1996)

A mecanização é, sem dúvida, a grande ferramenta do agricultor contemporâneo, que têm a função de produzir alimentos e fibras para uma população urbana crescente, existindo em determinadas regiões do Brasil culturas totalmente mecanizadas, como a soja, milho, arroz, etc, que são cereais de ciclo anual. Alguns desafios residem na mecanização das culturas perenes, como a laranja, cana, café, dentre outras, sobretudo com relação às operações de plantio e colheita. Cruz Neto & Matiello (1981) fazem um relato histórico da década de 70, com as datas importantes para o desenvolvimento da mecanização da colheita do café no Brasil. Um dos fatos marcantes foi o programa de desenvolvimento de uma colhedora mecânica, na Divisão de Engenharia Agrícola do Instituto Agrônomo de Campinas, que resultou, em 1975, no protótipo da colhedora K-1, construída pela Jacto S/A, projeto que evoluiu em 1979 para as colhedoras K-3, sendo essas as primeiras colhedoras de café construídas no País.

2.1. Operações da Colheita do café

A colheita do café processa-se em curto período, levando em média 75 dias úteis ou 3 meses corridos, iniciando-se, de modo geral, em abril/maio na Zona da Mata e outras regiões de temperaturas mais elevadas, prolongando-se nas demais regiões até agosto/setembro. A quantidade de café existente na planta, a quantidade de café caído no chão e o tempo de duração da safra são os fatores a serem considerados para o início da colheita. É importante que todos os fatores de produção estejam adequados conforme a exigência da cultura, pois se trata de um produto em que o preço é pago

baseado em parâmetros qualitativos e, por isso, de nada adiantará proceder uma colheita eficiente e com qualidade, se os demais fatores não estiverem adequados. Portanto, torna-se de especial importância o conhecimento das diversas operações que constituem a colheita, tais como: arruação, derriça, “varrição”, recolhimento, abanação e transporte.

- **Arruação:** É a operação de limpeza da área ao redor e sob o cafeeiro. Esta limpeza consiste em remover a terra solta, plantas daninhas e detritos, amontoando-se esse material nas entrelinhas. Essa operação deve ser feita antes que os frutos comecem a cair no chão.
- **Derriça:** É a operação de retirada do fruto da planta. A derriça pode ser feita no chão limpo ou sobre panos colocados sob o cafeeiro.
- **“Varrição”:** É a operação de amontoa e recolhimento do café caído no chão. No caso da derriça feita no chão, a “varrição” é feita antes, para separar o café caído do café derriçado. Para derriça no pano, a “varrição” é feita posteriormente.
- **Recolhimento:** Operação também conhecida por levantamento do café, consiste no ajustamento do café varrido ou derriçado.
- **Abanação:** É o processo de limpeza do café varrido ou derriçado, separando-se folhas, gravetos, torrões, pedras, etc.
- **Transporte:** É a operação de retirada do café já recolhido da lavoura e sua condução para o terreiro, onde prosseguem as operações de pós-colheita.

2.2. Classificação dos Sistemas de Colheita

A colheita do café constitui-se em uma série de operações, como as anteriormente citadas, que podem ser realizadas de maneiras distintas dentro de uma seqüência flexível, a exemplo da “varrição”, que pode ser feita antes ou após a derriça, da derriça, que pode ser no chão ou no pano de abanação ser na lavoura ou no terreiro após o transporte, etc. Os mecanismos utilizados para se realizar as operações e a ordem das mesmas definem os sistemas de colheita, que podem ser classificados como segue:

- **Manual:** É o sistema que pode ser considerado convencional por ser o mais utilizado. Nele, as diversas operações da colheita, com exceção do transporte, são realizados a partir de serviços manuais, demandando grande mão-de-obra.
- **Semimecanizado:** Consiste na utilização intercalada do serviço manual e máquinas para a execução das operações de colheita. Este sistema varia

muito, podendo ter apenas uma ou quase todas as operações realizadas mecanicamente. É um sistema que tende a crescer muito, podendo atender a pequenos e grandes cafeicultores.

• **Mecanizado:** Neste sistema considera-se que todas as operações de colheita são realizadas mecanicamente, sendo um sistema mais difundido e empregado em propriedades grandes e tecnificadas, com topografia favorável. Apesar de esse sistema ser chamado de mecanizado, não dispensa totalmente o uso de serviço manual, pois as máquinas não conseguem colher todos os frutos da planta. Os frutos que permanecem após a derriça mecânica são, posteriormente, retirados por meio de uma operação manual denominada “repasso”.

Essa classificação dada aos sistemas de colheita tem um caráter de ordem prática, pois como se verifica no sistema manual, o transporte geralmente é feito utilizando outros meios, que não o homem, e no sistema mecanizado, é necessária a mão-de-obra para o repasse. Hoje, tecnicamente os sistemas de colheita variam de manual a mecanizado, em função do maior grau de utilização de mão-de-obra ou de máquinas, na execução das operações. A tendência que se verifica é uma expansão do sistema semimecanizado com o emprego equilibrado de mão-de-obra e máquinas, principalmente em regiões como o sul e oeste de Minas Gerais, onde a topografia, o tamanho ou espaçamento das lavouras são limitantes para a colheita mecanizada. Dentre as operações da colheita, a arruação e a abanação são as mais fáceis de serem mecanizadas.

3. MÁQUINAS UTILIZADAS NA COLHEITA DO CAFÉ

Atualmente, existem diversos modelos de máquinas destinadas à execução de operações específicas ou conjugadas. Para operações específicas, podemos citar os arruadores, derriçadoras e abanadoras, e para operações conjugadas, as colhedoras que derriçam, recolhem, abanam e ensacam o café colhido, tudo em uma única operação.

A seguir, são descritas algumas dessas máquinas, disponíveis no mercado nacional, que podem ser empregadas na colheita mecanizada do café, com características técnicas e de desempenho, conforme informações apresentadas pelos fabricantes. Para a análise da capacidade operacional,

consideraram-se lavouras com produção média de 25 a 35 sacas de 60Kg beneficiadas por ha.

3.1. Arruadores Sopradores

É um equipamento utilizado para executar a arruação em cafeeiros no período que antecede a colheita. Segundo o fabricante, utiliza uma lâmina para fazer o serviço de raspagem e nivelamento do terreno, preparando-o para a derriça, enquanto um vigoroso jato de ar produzido por um ventilador, acionado pela TDP (tomada de potência) do trator, retira debaixo dos pés de café as folhas, frutos e terra solta, deixando o terreno limpo.

O arruador-soprador também pode ser usado para executar a “varrição” na lavoura, utilizando-se o equipamento acessório do arruador chamado “Saída Duplo de Ar”. Esse equipamento, acoplado ao arruador, sopra os grãos contra o “Peneirão”, que é tracionado por outro trator na linha lateral, e segue operando paralelamente ao arruador, executando o ajuntamento dos grãos e promovendo a separação das folhas e impurezas dos frutos. As folhas são assopradas para o meio da rua e os frutos ficam enleirados ao longo da projeção da “saída do cafeeiro”. Terminada a “varrição”, o café enleirado está pronto para ser recolhido e abanado.

O arruador possui uma lâmina de 1,80 x 0,38 m, a qual opera em um ângulo com sentido de deslocamento, e um ventilador com vazão de ar de 39 m³/min., requerendo potência de 10 a 20 cv. Segundo o fabricante, o arruador apresenta um rendimento de 0,75 ha/h.

3.1.1. Operação de Arruação Mecanizada

A operação de arruação dentro do sistema tradicional vem sendo realizada manualmente, utilizando-se, para isso, a enxada, pela qual, em média, um homem arrua de 500 a 600 pés por dia. Essa capacidade de trabalho varia para menos ou mais, dependendo das condições da lavoura, como a quantidade de folhas e cisco acumulados debaixo da saia do cafeeiro, e ainda, a quantidade de plantas daninhas no meio das ruas. Outro fator que afeta o rendimento do trabalho de arruação é o espaçamento entre plantas. Em lavouras adensadas, um homem chega a arruar 800 ou mais pés de café por dia.

Com relação à operação mecanizada de arruação, atualmente é

comum o uso de arruadores sopradores, cujo princípio de funcionamento se baseia na raspagem superficial do solo e sopragem de ar, para retirar os detritos existentes sob o cafeeiro nas linhas de plantas, enleirando esses detritos no centro das ruas. A avaliação de desempenho da operação de arruação foi realizada na Fazenda Campo do Sobrado, localizada no município de Boa Esperança – MG. O solo predominante no local dos ensaios é Latossolo Vermelho-Amarelo, com declividade média de 3,7%. A lavoura utilizada é da variedade Mundo Novo, com idade de 25 anos, com espaçamento de 4 metros nas entrelinhas e 1 metro entre plantas, a qual sempre foi arruada manualmente. A altura e o diâmetro médio das plantas eram, respectivamente, de 3,0 e 1,7 metros.

Os ensaios foram realizados no início do mês de maio de 1997, em diferentes entrelinhas (“ruas”) da lavoura. Escolhidas aleatoriamente, nas quais observaram-se presença de grande quantidade de folhas e galhos secos sob a projeção das copas (“saías”) dos pés de café e pequena quantidade de plantas daninhas de porte baixo nas entrelinhas. Os arruadores sopradores utilizados nos ensaios apresentavam características semelhantes de projeto, sendo constituídos de lâmina de raspagem e ventilador. Os arruadores sopradores foram caracterizados em modelo “A” e “B”, e no modelo “A”, o dispositivo de raspagem do solo era constituído de uma lâmina de borracha e o fluxo de ar é gerado por um ventilador radial simples, e no modelo “B”, a raspagem é feita por uma lâmina de metal, tendo um ventilador radial duplo com dupla saída de ar. Para tracionar e acionar os arruadores sopradores, utilizou-se um trator marca “Massey Ferguson”, modelo 235 cafeeiro, com pneus motrizes 11.2-28R1. Os parâmetros avaliados foram velocidade efetiva, capacidade de campo efetiva, tempo efetivo do combustível, custo e qualidade do serviço executado.

A qualidade do trabalho realizado foi avaliada mediante notas de 0 a 5 considerando-se a maior nota para o melhor trabalho realizado. No quadro 2 são apresentados os resultados de desempenho da operação mecanizada da arruação. Observa-se pelos resultados que o equipamento “A” apresentou vantagens em relação ao “B”, no que se refere à velocidade, capacidade de campo, tempo e consumo de combustível, o que pode ser atribuído ao tipo de ventilador que requer menor potência de acionamento do trator. Com relação à qualidade de serviço executado, o equipamento “B” apresentou melhores resultados que o “A”, devido ao maior fluxo de ar do ventilador duplo.

Confrontando os resultados de desempenho da arruação, verifica-se que na operação mecanizada a capacidade de campo efetiva foi de 0,59 ha/ha, contra 0,032 ha/h na operação manual, com redução de custos da ordem de 37,89% a favor do sistema mecanizado. Na operação mecanizada, um homem operando o conjunto trator e arruador pode arruar, em média 4,5 ha por dia, contra 600 pés ou 0,3 ha por dia na operação manual com enxada.

Quadro 2- Desempenho das operações de arruação mecanizada e manual.

Parâmetros	Arruação Mecaniz.		Arruação
	Experimento A	Experimento B	Manual
Velocidade média de deslocamento (km/h)*	1,47	1,32	0,075
Capacidade de arruação (pés/h)	1470	1320	75
Capacidade de campo efetiva (ha/h)	0,59	0,53	0,03
Capacidade de campo (ha/dia)	4,70	4,22	0,24
Tempo operacional (h/ha)	1,70	1,89	33,33
Custo (R\$/ha)	28,71	31,73	41,67
Qualidade do serviço	4,00	4,50	4,00

Fonte: Dados de pesquisa

* Velocidade operacional efetiva já considerando manobras.

Segundo Bartholo & Guimarães (1997), o mínimo de terra deve ser raspada nessa operação, a fim de evitar danos às raízes dos cafeeiros. Os mesmos autores ainda recomendam a aplicação de herbicidas pré-emergentes, junto à “saia” do cafeeiro, quando a arruação for realizada com muita antecedência à colheita. Essa observação é importante de ser considerada, uma vez que, na operação mecanizada, se o arruador não estiver devidamente regulado, a lâmina pode raspar uma quantidade muito grande de solo, prejudicando as radículas e ainda dificultando a posterior operação de “esparramação do cisco”.

Com o arruador devidamente regulado, ocorre o ajuntamento somente das folhas e cisco, que ficam enleirados no centro das “ruas” e, eventualmente, pequena camada de solo é raspada, em virtude das irregularidades da superfície. Em lavouras que são arruadas mecanicamente pela primeira vez, a raspagem de maior quantidade de solo é comum.

3.2. Derrçadoras Portáteis

As derrçadoras portáteis são máquinas constituídas de hastes manejadas manualmente, possuindo “dedos vibratórios” que fazem a derrça do café, podendo ser acionadas pneumáticamente ou motorizadas.

3.2.1. Derrçadoras Pneumáticas

As derrçadoras pneumáticas são máquinas constituídas de um compressor de ar, um cilindro armazenador e hastes vibratórias. O compressor pode ser acionado pelo trator através da TDP ou por motor próprio de 7 a 25 cv. O ar comprimido, conduzido por mangueiras flexíveis, faz vibrar as hastes que derrçam os frutos de café. As hastes vibratórias são constituídas de um cabo com comprimento variando de 1 a 2 metros e um motor pneumático que gera a vibração. Essas hastes são de manejo manual. Um mesmo compressor pode acionar até quatro conjuntos de hastes.

Dependendo do seu desempenho, as derrçadoras pneumáticas podem se tornar uma boa opção para áreas onde não é possível ou conveniente a entrada de máquinas maiores, como nas áreas declivosas, em plantios adensados ou em pequenas propriedades.

3.2.2. Derrçadoras Motorizadas

As derrçadoras portáteis acionadas diretamente por motores de combustão interna têm princípio de funcionamento semelhante ao das derrçadoras pneumáticas. A diferença está no fato de que cada haste vibratória é dotada de um motor de combustão interna de dois tempos, a gasolina, que tem uma potência nominal em torno de 1,0 cv. O sistema é dotado de um tanque de combustível com capacidade aproximada de 0,50 litros. As hastes geralmente têm comprimento na faixa de 1,00 a 2,00 m. Na figura 1 é apresentada uma vista das derrçadoras portáteis comercializadas no Brasil.



Figura 1- Modelos de derriçadoras portáteis.

3.2.3. Operação de Derriça com Derriçadoras Portáteis

Dentre as operações mecanizadas da colheita, a derriça é a mais complexa, e o sistema usado fundamenta-se no emprego de hastes vibratórias. A operação de derriça é a que mais onera o custo de colheita, e no sistema manual, 75% do tempo gasto na colheita são destinados à derriça. Assim, a mecanização dessa operação pode refletir significativamente no custo final da saca de café colhido.

Para a região do sul de Minas Gerais, o sistema que mais tem sido utilizado na derriça mecanizada caracteriza-se pelo emprego das derriçadoras portáteis. Os maiores problemas são observados em lavouras que não foram plantadas e manejadas para o emprego da mecanização, em que as plantas de café apresentam muitos ramos entrelaçados e a frequência e o tempo de aplicação da vibração são aumentados para se obter uma derriça satisfatória, aumentando, assim, o desfolhamento.

Barros et al. (1995) realizaram testes com a derriçadora manual de café Agromática e verificaram que o equipamento apresentou rendimento 8 vezes maior que a derriça manual. A desfolha foi semelhante para ambas as modalidades, porém, quebrou 4 vezes mais ramos primários e secundários que a colheita manual, e o repasse necessário foi da ordem de 10% na derriça mecânica.

Em geral, as máquinas agrícolas são projetadas para realizarem

tarefas específicas, observando-se suas possibilidades de regulação e seus limites operacionais. Entretanto, esses requisitos não são respeitados, ora por falta de conhecimento técnico, ora por falta de investimentos do produtor em treinamento de sua mão-de-obra. Em face disso, muitas máquinas são sub-utilizadas ou utilizadas inadequadamente, o que proporciona baixos rendimentos e altos custos operacionais. De certa forma, isso vem ocorrendo com o emprego das derrçadoras portáteis que foram introduzidas recentemente na região do sul de Minas Gerais, sendo empregadas nas suas últimas safras.

A introdução da derrça mecânica do café, pelo princípio da vibração, em substituição à manual, poderá ser feita gradualmente e com sucesso, desde que se observem as recomendações técnicas operacionais, em função das condições e tipos de lavouras.

Vários trabalhos de avaliação de desempenho operacional da derrça mecanizada, utilizando derrçadoras portáteis, foram desenvolvidos em diferentes fazendas cafeeiras dos municípios de Santana da Vargem e Muzambinho, região sul de Minas Gerais, em lavouras da variedade Mundo Novo, as quais foram denominadas de “A”, “B” e “C”, com diferentes características, conforme Quadro 3.

Para a realização da avaliação, foram escolhidas aleatoriamente, “ruas” do mesmo talhão, onde a operação de derrça foi feita manualmente e mecanicamente.

Quadro 3- Caracterização das lavouras utilizadas nos ensaios.

PARÂMETROS ANALISADOS	Lavouras		
	A	B	C
Idade da lavoura (anos)	5	10	12
Declividade do terreno (%)	4	7	15
Espaçamento (m)	4,0 x 0,7	3,8 x 0,7	3,5 x 2,0*
Altura média das plantas (m)	2,40	3,60	1,50
Diâmetro da "saia" (m)	1,97	2,50	1,80
Estande calculado (plantas / ha)	3571	3759	2857
Carga pendente média (litros / planta)	3,79	1,73	4,18
Produção estimada (sacos / ha)	27	13	23
Frutos verdes (%)	33,5	12,5	32,0
Frutos-cereja (%)	24,5	12,5	18,0
Frutos secos(%)	42,0	75,0	50,0

Fonte: Dados de pesquisa.

* Duas plantas por cova

A derriça manual foi feita por dois trabalhadores, sobre pano, dentro de um ritmo normal de trabalho. A derriça mecanizada também foi feita sobre pano, utilizando duas hastes derriçadoras operadas por dois trabalhadores qualificados.

A derriçadora utilizada na operação mecanizada constou de um modelo portátil pneumático, com motor 7 cv, que acionava um compressor com capacidade de 600 l/min de ar comprimido com pressão de até 10 bar, podendo acionar 2 hastes derriçadoras. As hastes eram constituídas de um cabo com comprimento variando de 1 a 2 metros e um motor pneumático que fazia vibrar seis dados com comprimento de 220 mm e amplitude de 105 mm, na frequência que variava de 600 a 1200 ciclos por minuto, dependendo da pressão de serviço que, no caso dos ensaios, foi de 7 bar, correspondendo a 900 ciclos por minuto.

Nas avaliações, determinou-se a produção, medindo-se o volume do café derriçado, utilizando-se a medida-padrão de 60 litros. Na operação de derriça mecânica, o repasse foi feito manualmente e medido separadamente.

A desfolha foi quantificada em função do peso de folhas verdes caídas sobre o pano, durante a operação normal de derriça. Para a operação mecanizada, a medida da desfolha considerou as folhas caídas durante a derriça mais as folhas caídas durante o repasse. Em todas as fases da avaliação, o tempo das operações foi quantificado separadamente.

Os resultados da operação da derriça mecanizada das diferentes lavouras, comparados aos resultados da derriça manual, são apresentados no Quadro 4. Os resultados mostraram que, na derriça manual, um homem requer o tempo de 4,26 minutos para derriçar os frutos de uma planta da lavoura “A” e 3,53 minutos, para a lavoura “B”. Nesse caso, pode-se supor que o tempo de derriça foi mais influenciado pela carga pendente, que é maior na lavoura “A”, do que pelo tamanho das plantas, que é maior na lavoura “B”. Já o mesmo não aconteceu na lavoura “C”, que tendo uma carga pendente maior que as demais, demandou menor tempo de derriça, 3,30 minutos, o que contradiz a suposição inicialmente feita. Porém, dois outros fatores podem ser considerados: o menor tamanho das plantas da lavoura “C” e a porcentagem de frutos secos, conforme Quadro 3.

Quadro 4- Avaliação da derriça manual e mecanizada nas lavouras “A”, “B” e “C”.

Parâmetros avaliados	Lavouras					
	A		B		C	
	Manual	Mecânica	Manual	Mecânica	Manual	Mecânica
Nº- de plantas avaliadas	30	29	28	28	19	19
Nº de pessoas derriçando	2	2	2	2	2	2
Tempo efetivo de derriça (min)	64	17,26	49,50	21,00	31,40	11,43
Tempo efetivo de repasse (min)	0,00	10,00	0,00	15,00	-	9,90
Tempo efetivo total (min)	64,00	27,26	49,50	36,00	31,40	21,33
Produção na derriça (litros)	132	90	50	45	75	80
Produção no repasse (litros)	0	2	0	2	-	4
Produção total (litros)	132	92	50	47	75	84
Porcentagem de repasse (%)	0	2,17	0	4,25	0	4,76
Desfolha (g/planta)	198	277	121	457	397	800
Tempo de derriça (min/planta/H)	4,26	1,88	3,53	2,57	3,30	2,26
Tempo de derriça (h/ha)	254	112	221	161	157	107
Uso de mão-de-obra (%)	100	44	100	73	100	68
Produção média da lavoura (med./ha)	225	225	108	108	199	199
Mão-de-obra (H/ha)	32	14	28	20	20	13
Rendimento derriça (medidas/H/dia)	7,10	16,00	3,92	5,40	9,69	14,15

Fonte: Dados de pesquisa

Com relação ao tamanho das plantas, a lavoura “C”, com 1,50 m de altura, facilitou a derriça, dispensando o uso de escadas, mas exigiu um esforço extra do colhedor para alcançar os galhos mais altos. Com relação ao estágio de maturação dos frutos, a lavoura “C” apresentou 50% de secos, contra 42% na lavoura “A”, o que facilitou a derriça, conforme Quadro 3.

Para as condições avaliadas, um homem é capaz de derriçar 7,10 medidas por dia na lavoura “A”, 3,92 medidas na lavoura “B” e 9,69 medidas para a lavoura “C”, considerando medida de 60 litros e uma jornada de trabalho de 8 horas. Esses resultados coincidem com a opinião dos colhedores, que subjetivamente classificaram a lavoura “B” como “ruim” de ser derriçada manualmente e a lavoura “C” como “boa”.

Com relação à derriça mecânica, os resultados demonstram uma tendência diferente, com relação à lavoura “C”. Os tempos de derriça mecânica das lavouras “A”, “B” e “C”, foram respectivamente, 1,88, 2,57 e 2,26 minutos, sendo influenciados pelo tamanho da planta e também pela carga pendente. Na lavoura com plantas menores, o tempo médio de derriça foi menor que na lavoura “B”, que tinha plantas maiores. Esse

comportamento pode ser explicado pelo fato de se ter que passar as hastes derriçadas em toda a planta, independente de sua carga pendente. Diferentemente da derriça manual, que sob esse ponto de vista é seletiva, apanhando-se apenas os ramos que têm frutos. O mesmo não aconteceu na lavoura “C”, que tendo um menor tamanho que na lavoura “A”, demandou maior tempo de derriça; nesse caso, influenciado pela maior carga pendente.

Na operação mecânica, um homem pode derriçar, em média, 16,0 medidas por dia na lavoura “A”, 5,4 medidas na lavoura “B” e 14, 15 medidas na lavoura “C”. Nesse caso, a lavoura “A” caracterizou-se como boa de ser derriçada, apresentando inclusive maior redução do uso de mão-de-obra, 56% contra apenas 27% para a lavoura “B” e 32% para a lavoura “C”.

Com relação ao desfolhamento, observou-se que a operação manual perde menos folhas que a operação mecanizada. Para a lavoura “A”, a desfolha na operação mecanizada foi 1,4 vez maior que a operação manual; para a lavoura “B”, foi 3,8 vezes maior, e para a lavoura “C”, 2,0 vezes maior, o que se relaciona com o tempo de derriça, ou seja, tempo de exposição das folhas e vibração.

De forma geral, a derriça mecanizada, com o uso da derriçadora pneumática, foi mais eficiente, reduzindo-se o uso de mão-de-obra de 27 a 56%, para as três diferentes lavouras consideradas, observando-se, contudo, maior desfolhamento da planta. Fatores como altura das plantas, carga pendente e estágio de maturação dos frutos influenciaram o desempenho da derriça, tanto na operação manual quanto na mecânica.

Em ensaios realizados em propriedades de Ouro Fino e Manhumirim-MG, Barros et al. (1995) verificaram que, utilizando-se a derriçadora Agromática em lavouras com carga pendente de 7 a 12 litros por planta, um operador derriçou, em média, 2320 e 3627 litros de café por dia, respectivamente. Na operação manual, para as mesmas lavouras, derriçou-se de 540 a 334 litros de café por dia. Isso significa que um homem com a derriçadora produziu de 4 a 11 vezes mais que na operação manual. Os autores observaram que o desempenho da derriça depende muito do treinamento do operador e da produtividade da lavoura.

3.2.4. Desempenho Operacional e Econômico das Derriçadoras Portáteis

Trabalhos de avaliação do desempenho operacional e econômico da operação de derriça utilizando derriçadoras portáteis foram desenvolvidos por Silva & Salvador (1998), em que ensaios de campo foram realizados

em diferentes lavouras do sul de Minas Gerais, predominando lavouras com os espaçamentos de 4,0 x 1,5m e altura de plantas de 2,0 a 3,5m. Para cada lavoura avaliada, foram feitas 3 repetições, determinando-se o volume derriçado, a porcentagem de repasse e os tempos de derriça, repasse, “varrição” e abanação; igualmente, avaliou-se a colheita feita no sistema manual. Para o sistema denominado semimecanizado, utilizou-se a derriçadora portátil pneumática de 4 hastes, acionada pela TDP de um trator cafeeiro com potência de 50 a 60 cv. A pressão de serviço da derriçadora foi mantida em 7 bar, correspondendo a 900 ciclos/minuto de vibração.

O custo horário do trator foi calculado em R\$ 8,60, considerando o custo inicial do trator de R\$ 22.500,00, com tempo de depreciação de 10 anos e média de 1000 horas de trabalho por ano e não considerando a remuneração do operador, pois o trator, nesse caso, trabalha estático, servindo apenas como fonte de acionamento da derriçadora. O custo horário calculado da derriçadora de 4 hastes foi de R\$ 5,10, com custo inicial de R\$ 10.500,00, com tempo de depreciação de 5 anos e média de 650 horas de trabalho por ano. Dentre os valores calculados, o custo horário do conjunto mecanizado foi de R\$ 13,70/hora, equivalendo ao custo horário parcial de R\$ 3,43 por haste.

Os resultados das avaliações da derriça mecanizada nas distintas lavouras foram agrupados em três diferentes níveis de carga pendente, a saber: 4, 7 e 12 litros/planta, conforme valores médios apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Resultados médios da operação de derriça mecanizada e manual.

	Prod. L/pl	Derriç. Med/H	Der+Rep Med/H	D+R+A med/H	Custo R\$/med	Acres.* R\$/med	C. final R\$/med	Reduç. cust.%	Média Med/H
Mecanizada	4	21	15	9	3,05	2,00	5,05	11,7	10,0
	7	27	18	10	2,74	1,70	4,44	11,2	
	12	32	20	11	2,49	1,50	3,99	7,0	
Manual	4	7	-	4	4,00	1,72	5,72	0,0	5,0
	7	9	-	5	3,50	1,50	5,00	0,0	
	12	11	-	6	3,00	1,29	4,29	0,0	

Fonte: Dados de pesquisa.

D+R+A = Derriça + Repasse + Abanação

*Acréscimo devido aos encargos sociais e preços pagos por medida para remunerar a mão-de-obra no processo mecanizado.

Os resultados mostram que, com a máquina, um homem derriçou de 21 a 32 medidas/dia, ao passo que na operação manual, seu rendimento foi de 7 a 11 medidas/dia, representando um aumento de eficiência de 196%. Considerando a operação de derriça mecânica, mais o repasse da ordem de 20% feito manualmente, um homem fez de 15 a 20 medidas/dia, correspondendo a um aumento de eficiência de 96%. Considerando a operação de derriça mecânica mais o repasse e a abanação manual, um homem fez de 9 a 11 medidas/dia, comparativamente com 4 a 6 medidas/dia na operação manual.

O acréscimo de custo da medida colhida para a derriça mecanizada refere-se ao valor pago ao operador, já incluído os encargos sociais, variando de R\$ 1,50 a R\$ 2,00. Para a derriça manual, o acréscimo refere-se somente aos encargos sociais sobre o preço da medida.

Em média, um homem colhe 10 medidas/dia utilizando a derriçadora, contra 5 medidas/dia no sistema manual, correspondendo, para o sistema semimecanizado, ao aumento de eficiência de 100%, o que equivale à redução média teórica do uso de mão-de-obra de 50%. Favarin et al. (1998), em seu trabalho de avaliação da derriçadora pneumática, apresenta resultados em que o rendimento operacional médio de um homem foi de 11,6 medidas/dia e a redução do uso de mão-de-obra chegou a 27,7% em lavouras com produção média de 30 sacas benefic./ha.

A redução de custo foi da ordem de 7,0 a 11,7%, observando-se os melhores resultados justamente nas lavouras com menor produção. Favarin et al. (1998) também observaram esse comportamento, afirmando que no processo manual o rendimento operacional é bem menor em relação às áreas com maiores produções.

Com relação ao custo horário trator-derriçadora de R\$ 13,70, observa-se que o valor referente ao trator de R\$ 8,60/hora é o que mais pesa no custo final, contra R\$ 5,10/hora da derriçadora. Considerando a potência disponível do trator, que é bem maior que a potência requerida pela derriçadora, a solução simples e econômica que se pode recomendar é o acionamento de duas derriçadoras pneumáticas por trator ou a utilização de derriçadora com maior número de hastes.

Com duas derriçadoras de 4 hastes cada uma, acionadas pelo mesmo trator, o custo horário do conjunto passa a ser de R\$ 18,80, correspondendo ao custo horário parcial de R\$ 2,35/haste, contra R\$ 3,43/haste do conjunto com apenas uma derriçadora, representando uma redução de 31,5%, o que

leva a redução de custo da colheita com a derriçadora a variar de 25,2 a 32,4%. Outra observação importante a se fazer, para reduzir o custo da operação mecanizada, é a utilização de tratores de menor potência e de menor preço de aquisição e horário operacional, para acionar as derriçadoras, ou finalmente o uso de derriçadoras com motor próprio.

A redução de custo da colheita com a derriçadora pneumática variou de 7 a 11,7% em relação ao sistema manual, e a maior redução se verificou em lavouras com menor carga pendente de 4 litros por planta. A utilização de duas derriçadoras pneumáticas de 4 hastes acionadas pelo mesmo trator elevou a redução de custo de 25,2 a 32,4%.

3.3. Recolhedoras

São máquinas que fazem o recolhimento do café derriçado no chão, sendo normalmente utilizadas após a derriça mecanizada com derriçadoras portáteis ou tradicionais, ou, ainda, após a operação de repasse e “varrição manual”.

3.3.1. Recolhedora MAQ 6000

É uma máquina pneumática desenvolvida para recolher os frutos de café que se encontram enleirados no chão, executando na mesma operação, a abanação e o ensaque. A MAQ 6000 recolhe o café por aspiração, por meio de um bocal que se desloca rente ao chão, transportando o café recolhido por tubo flexível até o sistema de limpeza, onde as impurezas que foram aspiradas são separadas dos frutos e eliminadas, enquanto os frutos de café são ensacados. Esta máquina requer trator cafeeiro com redutor de velocidade, sendo acionada pela TDP, operando segundo o fabricante em velocidades de 0,5 a 2,5 metros por hora e podendo recolher até 5000 litros de café em coco, com desempenho de 1 a 4ha por 10 horas de serviço.

A Figura 2 mostra a recolhedora em operação de campo.



Figura 2- Recolhedora MAQ 6000 em operação de campo .

3.3.2. *Recolhedora SELECTA*

Promove o recolhimento dos grãos de café derriçados no chão, não necessitando da operação de arruação. O recolhimento é feito por meio de um recolhedor lateral de aspiração, articulando de forma a acompanhar as irregularidades do terreno, sendo auxiliado por dois rastelos rotativos de acionamento hidráulico. Os grãos recolhidos são abanados para a separação de folhas e impurezas. É acionada pela TDP e tracionada pela barra de tração, requerendo um trator cafeeiro com potência acima de 45 cv, sendo operada por dois homens, incluindo o tratorista. Tem capacidade de abanar e recolher de 25 a 40 medidas por hora.

3.4. *Abanadoras*

As abanadoras fazem a abanação do café recém-colhido, eliminando, pelo sistema de peneiras e ar, as impurezas leves (folhas e gravetos) e pesadas (torrões e pedras) maiores e menores que são recolhidas juntamente com os frutos de café. Podem operar na lavoura ou no terreiro, requerendo potência de acionamento de 1,5 a 2,0 cv. No terreiro, podem ser acionadas por motor

elétrico e na lavoura por trator através da TDP.

A capacidade de abanação varia de 10.000 a 12.000 litros por hora, respectivamente para os modelos PINHALENSE e VN-70. Dependendo da quantidade de impurezas misturadas com os grãos, pode ocorrer alguma dificuldade para as abanadoras separarem torrões do mesmo tamanho do grão do café.

Silva & Salvador (1998) realizaram a avaliação da operação de abanação mecanizada com café colhido em pano e no chão. A abanadora utilizada foi a modelo VN 70, conforme mostra a Figura 3, gastando de 1 a 1,5 minuto para abanar uma medida de 60 litros, dependendo da quantidade de folhas e impurezas misturadas com os grãos. Em média, em ritmo permanente de trabalho, pode-se considerar o desempenho operacional de uma medida abanada por minuto, necessitando de 2 homens um para alimentar a máquina e outro para ensacar e tirar o café abanado. Normalmente, na operação manual, um homem gasta em torno de 15 a 21 minutos para abanar uma medida de 60 litros, podendo-se considerar o tempo médio de 18 minutos por medida, o que representa de 25 a 30% do tempo necessário para a operação de derriça no pano. Esses valores estão de acordo com as citações de Cruz Neto & Matiello (1981), que correlacionam o tempo de abanação de 23 a 28% do tempo de derriça.



Figura 3- Abanadora VN 70.

Segundo o desempenho operacional apresentado, dois homens mais o conjunto trator abanadora fazem a abanação equivalente a 12 homens, o que representa uma redução do uso de mão-de-obra de 83%.

Em 1991, na Fazenda Jamayca, situada no município de Arandu – SP, realizou-se um trabalho bastante abrangente de avaliação de desempenho comparativo das máquinas utilizadas em diferentes sistemas de colheita do café. Os testes mostraram que o sistema de colheita empregando a abanação mecanizada do café pode ser uma boa opção para pequenos agricultores, sobretudo pelo baixo investimento inicial. Com a utilização da abanadora modelo Coan, 9 homens fazem o serviço de 12 na abanação manual, ou seja, conseguiu-se uma redução no uso de mão-de-obra de 25%, refletindo em redução do custo de colheita da saca de café em 14%. Além disso, essa abanadora apresentou desempenho operacional de 174 sacas de 100 litros de café abanado para um dia de 8 horas (GUIA RURAL, 1991).

3.5. Derrçadoras e Recolhedoras Tratorizadas

3.5.1. Derrçadora Koplex

Possui dois cilindros derrçadores laterais com hastes vibratórias, operando a cavaleiro em torno das linhas das plantas, derrçando os dois lados da planta. Dessa forma, os grãos se soltam e caem no chão ou no pano. Esta máquina é acoplada e tracionada por um trator tipo cafeeiro, utilizando-se os três pontos do sistema hidráulico e a TDP, necessitando-se de dois operadores, sendo um para o trator e outro para a derrçadora. O operador comanda toda a ação da derrçadora, regulando a altura de colheita, alinhando e nivelando o equipamento nos cafeeiros e controlando a rotação do conjunto vibratório visando a maior eficiência de derriça. As hastes vibratórias são de fibra de vidro, o que tem resultado em baixo nível de reposição. A derrçadora opera em terrenos com declividade de até 10% em velocidades que variam de 600 a 2000 m/h e apresenta capacidade operacional que pode chegar a 0,7 ha/h, necessitando de trator com potência mínima de 40 cv. Essa derrçadora não está mais sendo fabricada e seu projeto foi remodelado, incluindo-se os recolhedores, dando origem à colhedora tradicional modelo KTR.

3.5.2. *Derriçadora Kokinha*

Esta derriçadora é do tipo lateral, (Figura 4), sendo composta por um cilindro derriçador de hastes vibratórias e pesa 1920 Kgf. Ela promove a derriça dos frutos, passando lateralmente ao pé de café. Possui mecanismo para se ajustar à inclinação lateral, conseguindo obter uma maior eficiência, mesmo em terrenos inclinados. Por possuir apenas um cilindro, apresenta preço inferior aos outros modelos tratorizados, o que possibilita sua utilização em propriedades menores. Apresenta capacidade operacional de até 0,40 ha/h e requer um trator cafeeiro para a sua tração e acionamento. Esta máquina vem tendo boa aceitação no sul de Minas, existindo um sistema de recolhimento que pode ser adaptado à mesma.



Figura 4- Derriçadora Kokinha.

3.5.3. *Colhedora KTR*

É uma colhedora tradicional pelo trator do modelo cafeeiro com potência em torno de 70 cv, sendo acoplada pelo sistema hidráulico de três pontos e acionada pela TDP. Possui dois cilindros derriçadores laterais com hastes vibratórias e sistema de recolhimento, abanação e ensacamento dos grãos. Trabalha com velocidade de 500 a 2000 m/h a cavaleiro nas linhas das plantas, podendo operar em terrenos com declividade de até 10%, com

desempenho operacional que pode alcançar 0,7 ha/h. Esta colhedora é fabricada com duas opções, uma com sistema de ensaque do café colhido e outra em que a colhedora pode trabalhar tanto com ensaque como a granel.

3.5.4. Operação com Derrçadoras Tracionadas por Trator

Nos sistemas de derrçadoras tracionadas por trator, tem-se como principal fator limitante a inclinação máxima do terreno, que não deve ser superior a 10%, além de ser necessário uma lavoura com espaçamento adequado entre as linhas de no mínimo 3,5 metros, com plantas bem alinhadas.

Ensaio foram realizados com as derrçadoras tradicionais Kokinha e Koplex, na Fazenda Beleza, município de Santana da Vargem – MG, em lavoura já mencionada e caracterizada conforme coluna “A” do Quadro 3. A avaliação foi feita com as máquinas operando em vários trechos, em diferentes ruas do mesmo talhão, onde se verificam basicamente o tempo e a distância percorrida para a determinação da velocidade de deslocamento, o volume de grãos derrçados e o volume e tempo de repasse. Os resultados da avaliação podem ser observados no Quadro 6, lembrando que a derrçadora Kokinha percorre a mesma linha da lavoura duas vezes na operação de ida e volta.

Quadro 6- Resultados médios da operação de derriça manual e derriçadoras tradicionais.

Parâmetros avaliados	Kokinha	Koplex	manual
Tempo de derriça (minutos)	1,98 ida; 1,93 volta	1,78	50
Distância percorrida (metros)	20	20	20
Velocidade operacional (m/h)	615	674	-
Volume derriçado (litros)	80	92	103
Desempenho operacional (medidas/hora)	20,5	57,7	2,0
Repasse (litros)	16	9	0
Repasse (%)	20	10	0
Tempo de repasse (minutos/H)	33	30	-
Número médio de plantas por trecho	28	28	28
Operador/colhedor	1	2	2
Número de homens para o repasse (H/h)	8,6	18,8	0
Derriça + repasse (medidas/h)	24,6	63,5	-
Rendimento com repasse (medidas/H/h)	2,56	3,05	1,00

Pelos resultados, verifica-se que a derriçadora Kokinha, operando em velocidade de 615 m/h em duas passadas na linha das plantas, no movimento de ida e volta, derriçou, em média, 20,5 medidas por hora, e a Koplex, operando com velocidade de 674 m/h, derriçou 57,7 medidas por hora. Considerando o tempo operacional de 1 hora, seriam necessários 9 homens para fazer o repasse dos pés derriçados pela Kokinha, o que equivale dizer que com a derriçadora mais 10 homens, incluindo o operador, se faz o trabalho equivalente a 24 homens na derriça manual, representando uma redução no uso de mão-de-obra da ordem de 58%.

Para o tempo de operação de uma hora com a derriçadora Koplex, seriam necessários 19 homens para fazer o repasse no mesmo intervalo de tempo, o que equivale dizer que com a Koplex mais 21 homens, incluindo os 2 operadores, se faz o trabalho equivalente a 63 homens na operação manual, representando uma redução no uso de mão-de-obra de 66%.

Bastitella & Matiello (1984), em trabalho realizado com a derriçadora Kokinha, concluíram que a eficiência de derriça foi de 91 a 98%. Os autores observaram também maior queda de folhas e quebras de ramos, quando comparada à operação manual, e o repasse foi praticamente de grãos maduros e verdes. Kashima (1985) recomenda a derriçadora Kokinha para lavouras de 60 a 80 ha.

As derriçadoras que operam com cilindros constituídos de hastes vibratórias chegaram a derriçar de 16 a 40 mil litros por dia, com eficiência de derriça de 97%. O teste realizado na fazenda Jamayca com a derriçadora “COCCO” revelou redução na mão-de-obra de 50% e no custo final do saco colhido de 37%. Em 8 horas de trabalho a máquina derriçou 310 sacas de 100 litros (GUIA RURAL, 1991).

3.6. Colhedoras Automotrizes

3.6.1. Colhedora K-3

A colhedora de café K-3 opera a cavaleiro nas linhas das plantas, com as hastes vibratórias atuando em torno de cada planta. Assim, os grãos se soltam e são coletados por um conjunto de lâminas retráteis que fecham o espaço sob a saia do cafeeiro. Os frutos colhidos são levados até o sistema de limpeza, por transportadores internos nos sentidos horizontais e verticais, onde as impurezas são separadas por um processo de ventilação. Depois de

limpos, os grãos são ensacados e retirados por operadores auxiliares.

Os comandos da K-3 são de fácil manejo, possibilitando ao operador perfeito domínio sobre o equipamento, além da extrema leveza proporcionada pela direção hidráulica.

Por meio de sistema hidráulico especial, o operador pode levantar ou abaixar a K-3, de acordo com a altura do cafeeiro, e incliná-la para um lado e para outro, acompanhando a disposição das plantas e a característica do terreno.

A eficiência de colheita da K-3 vai de 85 a 97%, com velocidade de trabalho variando de 500 a 1500 metros/hora, chegando a colher até 200 sacas por hora, alcançando declividade de até 10%.

A colhedora K-3 é comercializada em duas versões: a versão com sistema de ensaque e a versão com sistema duplo de ensaque e a granel. Na Figura 5 é apresentada uma vista da colhedora K-3 em operação.



Figura 5- Colhedora K-3.

3.6.2. Colhedora KORVAN

Originária dos Estados Unidos, a colhedora KORVAN foi desenvolvida para a colheita de café no Havaí, sendo fácil operação pois possui controles elétricos e hidráulicos. É acionada por um motor de 70 cv.

Os nivelamentos são automáticos e permitem um alinhamento constante durante toda operação. Por possuir 3 rodas, pode realizar curvas e manobras fáceis em carregadores de pouca largura e em locais onde a declividade do terreno dificulta a operação.

A derriça é feita por cilindros compostos por hastes vibratórias que podem ser ajustadas, permitindo uma boa colheita. O café derriçado, após passar pelo processo de abanação e limpeza, é conduzido através de esteiras até uma caixa de armazenamento ou depósito que realiza o processo de descarga diretamente na correia. Segundo o fabricante, a colhedora Korvan opera em velocidades de até 5000 m/h, proporcionando desempenho operacional estimado de 0,7 ha/h.

3.6.3. Colhedora BRASTOFT

A colhedora BRASTOFT é originária da Austrália, sendo amplamente utilizada no Havaí. Apresenta sistema de 3 rodas, facilitando o processo de manobra. Nesse sistema, o café também é derriçado por cilindros compostos de hastes vibratórias, sendo transportado por esteiras até o sistema de separação onde ocorre a retirada das impurezas. Após separados, os frutos são transportados até um depósito, para o ensacamento, e os casos são deixados ao longo das ruas. Pode-se optar pela descarga na carreta que se desloca na rua paralela à da colhedora; assim, o café é transportado do sistema de abanação diretamente para a carreta. Por meio desse sistema, tem-se conseguido aumentar a eficiência da máquina e reduzir os custos, uma vez que não ocorre parada para descarga e nem são necessários homens para ensacar e recolher os sacos ao longo da rua. Operando em velocidade de 1500 m/h, a colhedora apresenta desempenho operacional de aproximadamente 0,7 ha/h. No Quadro 7 são apresentadas as características técnicas das três colhedoras automotrizes citadas.

3.6.4. Características Operacionais das Colhedoras Automotrizes

O teste de avaliação da colhedora automotriz de café foi realizado na Fazenda Beleza, município de Santana de Vargem – MG, na lavoura denominada “A”, cujas características são apresentadas no Quadro 3, do Item 3.2.3. A avaliação foi feita com a colhedora KORVAN, operando em diferentes ruas do mesmo talhão, onde se determinam o tempo de colheita,

a distância percorrida, o volume colhido no repasse e a varrição.

Os resultados da avaliação da colhedora automotriz mostram que com velocidade operacional de 549 m/h foi possível colher 36,6 medidas por hora. Nessa condição, o repasse foi de 4,3% e o café derrubado no chão de 14,4%. É preciso observar que o volume colhido médio de 36,6 med/h é baixo para qualquer colhedora automotriz, que, em condições mais favoráveis, chega a colher 120 med/h. Neste caso, o fator limitante foi a baixa carga pendente das plantas de 3,9 litros/planta. Kashima (1985) cita que, para a colhedora K-3, o rendimento desejável é acima de 32 med/h. Considerando o tempo operacional de 1 hora, são necessários 10 homens para fazer o repasse e 2 homens para a “varrição”. Nessa condição, 13 homens, incluindo o operador, colheram, em média, 43,5 medidas por hora, incluindo o repasse e a “varrição”, ou seja, o equivalente a 58 homens no processo manual, representando uma redução de 75% no uso de mão-de-obra.

Quadro 7- Características das colhedoras automotrizes.

Especificações	K-3	BRASTOFT	KORVAN
consumo (l/h)	6,0	4,5	5,0
Peso total (kg)	7.000	4.100 ^{4,5}	5.670
Comprimento total (m)	5,80	5,22	5,40
Largura total (m)	3,1	3,0	3,3
Bitola (m)	2,7	-	3,0
Altura total (m)	3,4	3,27	4,60
Velocidade de transporte (km/h)	15	9	15
Velocidade de operação (km/h)	0,5 a 1,5	0,8 a 1,5	Até 5,0
Altura de colheita (m)	2,6	3,0	2,5 a 3,0
Espaçamento de linhas (m)	3,00	3,00	3,20
Rendimento colheita (med./h)*	120	120	120
Capacidade de grão (kg)	-	910	1.400
Declividade de operação (%)	10	-	-

* medidas de 60 litros

A colheita mecanizada do café já é uma realidade e está bem difundida na região do Triângulo Mineiro, onde as lavouras são novas, planejadas e plantadas em topografia mais favorável à mecanização. Já em relação à região do sul de Minas, a mecanização da colheita do café ainda é modesta mediante fatores adversos, como a idade e a arquitetura das plantas e a topografia.

Segundo Kashima (1990), a possibilidade de mecanização da colheita é a grande saída para o País continuar com a liderança mundial de café, através da competitividade nos custos e na qualidade do produto. O Diagnóstico da Cafeicultura de Minas Gerais, conforme dados da FAEMG (1996), registra que do montante de mão-de-obra empregada na lavoura cafeeira, 57% são ocupados pelas operações de colheita e preparo. Por outro lado, em citações apresentadas no Anuário Estatístico do Brasil (1996), percebe-se que a cada ano a mão-de-obra rural torna-se menor, quando comparada à mão-de-obra urbana, o que já é um fator agravante, tendendo a crescer, frente à expansão das áreas plantadas com café.

Segundo Silva & Salvador (1998), a utilização de máquinas na lavoura cafeeira busca aumentar a capacidade produtiva da mão-de-obra rural. Nesse sentido, com este trabalho objetivou-se avaliar o desempenho operacional das colhedoras automotrizes em lavouras típicas da região do sul de Minas, buscando dar subsídios aos produtores, com relação à capacidade efetiva de colheita. Este trabalho foi realizado conjuntamente pelos pesquisadores e técnicos da UFLA e COCATREL.

As avaliações foram feitas em 112 diferentes lavouras, abrangendo 13 municípios, como, por exemplo, Três Pontas, Santana da Vargem, Campos Gerais, Boa Esperança, Três Corações, Varginha, Nepomuceno, dentro outros. A colheita mecanizada foi realizada com as colhedoras automotrizes K-3, KORVAN e BRASTOFT, totalizando 6574 horas de máquinas operando em campo, distribuídas da seguinte forma: K-3, 4633 horas; KORVAN, 1691 horas e BRASTOFT, 250 horas.

O desempenho operacional das colhedoras foi determinado pela capacidade média de colheita, em função das diferentes características das lavouras, por meio dos seguintes parâmetros avaliados:

- Espaçamento da lavoura (metro);
- Altura média dos cafeeiros (metro);
- Diâmetro médio dos cafeeiros (metro);
- Declividade média da lavoura (%);

- produção média (medidas/hora);
- Jornada de trabalho (horas);
- Velocidade média de colheita (metros/hora)
- Frequência de vibração (ciclos/segundos);
- Consumo de combustível (litros/hora);
- Repasse da lavoura (%).

A produção média de colheita foi quantificada pelo número de medidas de 60 litros por hora trabalhada da colhedora.

Em média, prevaleceram lavouras da variedade Mundo Novo, com espaçamento de 4,0x2,0; 4,0x1,5; 4,0x1,0; 4,0x0,7; 3,8x0,7; 3,5x2,0; 3,5x1,0 e 3,5x0,7, com população calculada de 1666 a 4081 plantas/ha, predominando lavouras de 4,0x1,5 com 1666 plantas/ha.

A altura das plantas variou de 1,80 a 4,30 m, prevalecendo, em média, lavouras com 2,90 m. O diâmetro da saia dos cafeeiros variou de 1,90 a 3,10 m, prevalecendo, em média, o diâmetro de 2,30 m. A declividade das lavouras colhidas mecanicamente foi da ordem de 12%, chegando a colher talhões com 18 e 22% de declividade. A produção estimada variou de 14 a 72 sacas beneficiadas/ha, com média de 32 sacas/ha.

O Quadro 8 apresenta os resultados médios do desempenho operacional das colhedoras, para as lavouras típicas de 1666 plantas/ha, espaçamento de 4,0 x 1,5 m, 2,90 m de altura e diâmetro de saia de 2,30 m, plantadas em terrenos com declividade em torno de 12% e com produção da ordem de 32 sacas/ha.

Pelos resultados, verifica-se que a produção média das colhedoras foi de 55 medidas/h, para a velocidade de deslocamento de 550 metros/h e para vibração de 850 ciclos/min., deixando o repasse de 15% do café colhido. Esses resultados médios foram verificados mediante as semelhantes características técnicas das máquinas. Pode-se observar ainda que, devido às condições desfavoráveis de algumas lavouras colhidas mecanicamente, o diâmetro e o volume da saia dos cafeeiros foram fatores mais limitantes que a altura do mesmo. Sob esse aspecto, a colhedora K-3 apresentou menor ocorrência de avarias (quebra de varetas e recolhedoras). A KORVAN e a BRASTOFT apresentaram maior facilidade de manobras.

A colhedora K-3 requer o apoio de dois homens para o ensaque do café colhido e a KORVAN e BRASTOFT possuem a esteira transportadora lateral para a descarga do café colhido diretamente na carreta graneleira,

dispensando mão-de-obra adicional. A colhedora KORVAN ainda apresenta a caixa de coleta de café, não necessitando do acompanhamento constante da carreta graneleira.

Quadro 8- Resultados máximos, mínimos e médios obtidos nas avaliações de desempenho das colhedoras automotrizes.

Desempenho Operacional Colhedora Automotriz	
Velocidade máx. (m/h)	900
Velocidade mín. (m/h)	300
Velocidade média (m/h)	550
Vibração máx. (ciclos/min)	970
Vibração mín. (ciclos/min)	650
Vibração média (ciclos/min)	850
Produção máx. (med/h)	120
Produção mín. (med/h)	30
Produção média (med/h)	55
Repasse (%) *	15
Consumo médio (l/h)	6
Pessoal de apoio **	2 a 3
Maquinário de apoio (trator/carreta)	1 a 2
Custo aluguel colhedora (R\$/h)	82 a 90
Jornada trabalho máx. (horas)	23
Jornada trabalho média (horas)	15
Altura média das plantas (m)	2,9
Diâmetro de saia máx. (m)	3,1
Diâmetro de saia médio (m)	2,3

* Repasse, incluindo o café derrubado no chão

** Jornada de trabalho de 8 horas

A jornada média de trabalho foi de 15 horas, limitada na maioria das vezes por paradas para manutenção por causa das avarias, seguido do

tempo de deslocamento e manutenção periódica. Em média, o desempenho operacional de colheita foi de 4,5 horas/ha.

Com relação às condições das lavouras, o desalinhamento de plantio e dos brotos mal conduzidos após o decote ou recepa, junto à presença de ramos laterais de grande diâmetro (esporão), foi o fator preponderante para a quebra de vareta e recolhedores.

A produção horária de uma colhedora, em número de plantas e volume de colheita, varia em função do espaçamento entre plantas e velocidade de trabalho. Esta, por sua vez, depende do estágio de manutenção dos frutos. No início da colheita, quando o café se encontra no estágio de “cereja”, a velocidade é da ordem de 600 m/h, e no final da safra, com grãos “secos”, pode atingir até 2.500 m/h.

A produção da máquina, em volume por hora, varia em função da produtividade da lavoura. De um modo geral, 20 a 50 med/h (medidas de 60 l) são colhidas em lavouras de produtividade razoável. Em lavouras com alta produção, pode-se colher acima de 120 med/h.

No Quadro 9 é apresentado o rendimento de café colhido efetivamente pela máquina, considerando-se lavouras instaladas com espaçamento de 4,0 x 1,5 m, com 2 plantas por cova. Em média, do total de grãos, 72% são colhidos mecanicamente e 28% correspondem ao volume obtido manualmente pelo “repasso” mais “varrição”. São números levantados numa safra em fazendas.

Quadro 9- Rendimento da colhedora de café modelo JACTOK-3, em número de sacas de 60 L de café.

Velocidade (m/h)	Produtividade (saca de 60 Kg de café beneficiado/ha)				
	8	16	33	50	66
600	9	19	39	57	76
900	14	28	58	85	114
1200	19	38	78	114	152

Fonte: Kashima et al., 1986.

A eficiência global da máquina depende da adaptação da lavoura ao trabalho, número e dificuldades das manobras e distâncias de deslocamento aos locais de trabalho. Segundo Kashima et al. (1996), o rendimento global da colhedora K-3, analisando-se 1940 horas de trabalho

em condições normais de campo, foi de 1483 horas efetivas de colheita, perfazendo a eficiência de 76,4%.

A derriça dos grãos é o objetivo do trabalho da máquina e deve ser avaliada em diferentes estádios de maturação dos frutos, cultivares e cafeeiros e condições locais da cultura. A maior ou menor facilidade de derriça dos grãos está associada ao estágio de maturação dos frutos. Na fase inicial de colheita, quando grande parte dos grãos se encontra no estágio “verde” e “cereja”, a máquina terá menor eficiência de derriça, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10- Efeito do estágio de maturação na eficiência de derriça dos grãos de café, cultivar Mundo Novo (Kashima et al. 1986).

Época	Números de grãos na planta (%)	Classe de frutos			
		Verde	Cereja	Passa	Seco
Início	Antes da colheita	8	57	35	0
	Após a colheita	23	61	16	0
	Eficiência de derriça	84%			
Meio	Antes da colheita	6	33	29	32
	Após a colheita	20	44	19	17
	Eficiên. de derriça	91%			
Fim	Antes da colheita	0	0	8	92
	Após a colheita	0	0	18	82
	Eficiên. de derriça	97%			

Os grãos derriçados devem ser recolhidos e transportados até o sistema de limpeza, onde as impurezas serão separadas por ventilação. Os frutos derriçados e não coletados pelo sistema recolhedor caem no chão e, juntamente com os grãos do repasse manual, são recolhidos na varrição.

A eficiência de recolhimento depende do sistema recolhedor de grãos da máquina e da adaptação da planta para a colheita mecânica. A presença dos ramos com inserção no tronco em altura inferior a 35 centímetros prejudica o recolhimento de grãos (Quadro 11). Plantios com covas fora de alinhamento, covas com plantas desalinhadas e plantas com múltiplos troncos também prejudicam o trabalho do sistema recolhedor do modelo K-3.

Quadro 11- Eficiência de derriça e recolhimento de grãos pela colhedora de café modelo JACTO K-3.

Local	Cultivar	Derriça (%)	Recolhimento (%)
Franca	Mundo Novo	94	86
Franca	Catuai	87	88
Pirajuí	Mundo Novo	96	87
Monte Alegre	Catuai	86	79*
Patrocínio	Mundo Novo	82	91

Fonte: Kashima et al., 1986.

* Lavoura não preparada para colheita mecânica

Pode-se observar que, em média, a derriça foi de 89% e 86,2% do café derriçado pela automotriz foi recolhido, ou seja, 13,8% da produção permanecem na lavoura 11% por não terem sido derriçados e o restante por ter caído no chão. Silva & Salvador (1998) citam valor médio de 15% entre os frutos que não são derriçados e os que caem no chão.

A ação das hastes vibratórias da colhedora sobre o cafeeiro, da mesma forma que a derriça manual, é uma operação relativamente estressante à planta. A colheita, portanto, sempre causa alguns danos, e, no caso da colheita mecânica, eles são basicamente de quatro tipos: quebra de ramos, queda de folhas, descorticamento dos troncos e queda de botões florais.

Tanto a derriça manual, como a mecânica, causam quedas de ramos e folhas. No Quadro 12 são apresentados os dados relativos a esses tipos de danos causados às plantas. Verifica-se que praticamente não ocorrem diferenças significativas do ponto de vista estatístico entre esses parâmetros. Apenas a porcentagem de queda de folhas danificadas foi significativamente maior da derriça manual, na localidade de Monte Alegre de Minas Gerais.

Quadro 12- Efeito da derriça manual e mecânica na queda de folhas e ramos de cafeeiro.

Local	Tipo derriça	Folha (%)		Ramo (%)	
		Danific.	Sadias	Sem. Ramif.	Com ramif.
Franca	Manual	8,5	0,8	7,1	0,8
	Mecânica	5,6	1,2	6,7	1,1
Pirajuí	Manual	8,4	2,5	5,5	0,5
	Mecânica	10,2	4,0	8,3	0,8
Monte Alegre	Manual	11,3	3,9	15,0	1,7
	Mecânica	6,7	4,4	14,1	1,4

Fonte: Kasima et al., 1986.

Quando, por causa de imprevistos, a colheita tiver que ser prolongada até o período de floração do cafeeiro, poderá ocorrer queda de botões florais, flores ou mesmo frutos. Nessas condições, tanto a colheita manual como a mecânica causarão sérios problemas.

Durante a colheita, o contato das hastes vibratórias com os troncos das plantas poderá provocar o amassamento ou arrancamento de pequenas porções do líber. A observação mostrou que esses danos não se apresentam em todas as plantas; também não foram notados efeitos prejudiciais associados a esse tipo de dano. As lesões recuperam-se como tecido cicatricial e são quase imperceptíveis na safra seguinte.

3.6.5. Custo Operacional das Colhedoras Automotrizes

A utilização das colhedoras autopropelidas é indicada para médias e grandes propriedades com relevo suaves. Nesse sistema, conforme resultados do teste realizado na Fazenda Jamayca – SP, necessita-se de apenas 32% da mão-de-obra empregada na colheita manual, resultando na redução de 20% no custo final da saca colhida.

Resultados semelhantes foram obtidos por Grossi (1996) em ensaio realizado na região de Patrocínio – MG, onde foram avaliados os sistemas de colheita com colhedora própria e alugada, comparativamente com o sistema manual. Com colhedora própria e alugada, obteve-se uma redução no custo da operação de colheita de 30 e 26%, respectivamente, em relação

ao custo da colheita manual.

O Diagnóstico da cafeicultura de Minas Gerais, conforme dados da FAEMG (1996), registra que do montante de mão-de-obra empregada na lavoura cafeeira, 57% são ocupados pelas operações de colheita e preparo. Por sua vez, Cruz Neto & Matiello (1981) citam que a colheita demanda 40% da mão-de-obra empregada, o que representa 30% do custo de produção.

Segundo Silva et al. (1998), a colheita mecanizada é um importante fator para reduzir o custo de produção do café, tendo em vista que essa redução é diretamente proporcional ao grau de mecanização das operações. Buscando mostrar a viabilidade econômica da operação mecanizada de colheita, esses autores desenvolveram trabalho com o objetivo avaliar o custo operacional das colhedoras automotrizes em lavouras típicas da região do sul de Minas, possibilitando aos produtores um melhor planejamento da colheita. Assim, observaram que o custo por volume colhido mecanicamente é diretamente dependente do desempenho operacional da colhedora. O custo médio da medida de 60 litros de café colhido mecanicamente foi de R\$ 2,35 na lavoura e R\$ 2,62 colocado no terreiro, com respectiva redução de 45 e 41% em relação à colheita manual.

A redução de custos operacionais com o emprego da mecanização ocorre sobretudo pelo aumento da eficiência da mão-de-obra empregada. Segundo Silva & Salvador (1998), a utilização de máquinas na lavoura cafeeira busca aumentar a capacidade produtiva da mão-de-obra rural.

Para o levantamento dos custos operacionais das colhedoras automotrizes, tomou-se por base o custo de aluguel das colhedoras praticado na região do sul de Minas Gerais no ano de 1998, considerando o desempenho médio operacional publicado por Silva & Salvador (1998) no Quadro 8, Item 3.6.4, em que os autores fizeram na safra de 1998 o acompanhamento da colheita mecanizada de 112 diferentes lavouras cafeeiras.

O Quadro 13 apresenta os resultados médios do desempenho operacional das colhedoras, para a lavoura típica da região. Utilizou-se como unidade do café colhido, a medida volumétrica de 60 litros, por se tratar de uma medida comum e referencial na lavoura cafeeira.

Quadro 13 - Detalhamento dos custos da colheita mecanizada (R\$).

Custos da Colheita Mecânica	Colhedoras Automotrizes			
	K-3	Korvan	Brastoft	Média
Custo do aluguel da colhedora (R\$/h)	82,0	90,00	90,00	-
Custo de combustível (R\$/h)	2,58	2,58	2,58	-
Custo do pessoal de apoio (R\$/h)	3,00	0,00	0,00	-
Encargos sociais (43% do salário líquido)	1,29	0,00	0,00	-
Subtotal (R\$/3300 litros café colhido)	88,87	92,58	92,58	-
Custo parcial do café colhido na lavoura* (R%/60 l)	1,62	1,68	1,68	1,65
Custo do repasse ** (R\$/495 litros)	40,00	40,00	40,00	-
Encargos sociais (43% do valor pago)	17,20	17,20	17,20	-
Subtotal (R\$/3795 litros café colhido)	146,07	149,78	149,78	-
Custo parcial do café colhido + repasse (R\$/60l)	2,31	2,37	2,37	2,35
Custo pessoal de apoio p/ transporte terreiro (R\$/h)	4,50	3,00	3,00	-
Encargos sociais (43% do salário líquido)	1,93	1,29	1,29	-
Custo trator e carreta para transporte (R\$/h)	8,00	16,00	16,00	-
Subtotal (R\$/3795 litros café colhido)	160,50	70,07	70,07	-
Custo final do café no terreiro (R\$/60 l)	2,55	2,70	2,70	2,62

Fonte: Dados de pesquisa.

· Para a capacidade de colheita média de 3300 litros/h ou 55 medidas/h

· ** Repasse da ordem de 15% do volume colhido de 3300 litros/hora

Para unidade de tempo, adotou-se a “hora”. A jornada média de trabalho foi de 15 horas, limitada na maioria das vezes por paradas para manutenção por causa de avarias (quebra de varetas e recolhedores), seguido do tempo de deslocamento e manutenção periódica. O tempo gasto com deslocamento da colhedora é um fator que deve ser devidamente considerado na região do sul de Minas, pois, mesmo nas grandes propriedades produtoras, as lavouras possíveis de serem mecanizadas nem sempre são próximas uma das outras ou mesmo do terreiro. As estradas e carreadores são estreitos e, muitas vezes, a colhedora tem que parar de colher determinada lavoura por limitações da infra-estrutura do terreiro, que não suporta o recebimento do grande volume de café colhido pela automotriz, indo colher outra lavoura de outra propriedade e voltando posteriormente. Em média, o desempenho operacional de colheita foi de 4,5 horas/ha.

Os custos da operação mecanizada são apresentadas em função do desempenho operacional médio das colhedoras para a lavoura típica da região, destacando distintamente o custo para cada modelo de máquina, uma vez que necessitam de pessoal e conjunto trator/carreta de apoio

diferentes.

A composição dos custos foi feita para o volume médio colhido em uma hora de serviço da colhedora, devendo-se observar que o preço horário de aluguel das colhedoras foram os praticados na região do sul de Minas na safra 97/98, em que já se incluem a remuneração do operador e os custos com manutenção. Para o custo horário do pessoal de apoio, considerou-se a diária líquida de R\$ 12,00 e para o custo horário do trator com carreta, R\$ 8,00, não incluindo o operador, que foi contado junto com o pessoal de apoio.

Para a lavoura típica da região, como já foi caracterizada, a produção média considerada das colhedoras automotrizes é da ordem de 3300 litros/h ou 55 medidas/hora, com custo operacional variando de R\$ 88,87 a R\$ 92,58, resultando no custo médio de R\$ 1,65 por medida de 60 litros colhida.

O custo do repasse também foi calculado em função do número de plantas colhidas pela colhedora em uma hora de serviço, totalizando, em média, 15% do café colhido pela colhedora, e, como café de repasse, consideram-se os frutos que ficaram nas plantas, da ordem de 5 a 10%, mais os frutos caídos no chão, também da ordem de 5 a 10%. Assim, para 3300 litros colhidos pela colhedora, o volume do repasse foi da ordem de 495 litros, aproximadamente 8 medidas de 60 litros, pagos a R\$ 5,00 por medida, conforme valores praticados na região, totalizando R\$ 40,00 que, acrescidos dos encargos sociais de 43% sobre os valores líquidos de remuneração, elevaram o preço da medida colhida de 60 litros para R\$ 2,35.

O custo de transporte do café colhido para o terreiro é outro fator importante a ser considerado. No caso da colhedora K-3, para se transportar o café colhido para o terreiro, é necessário um conjunto trator/carreta e três homens, sendo um operador e dois ajudantes para carregar a carreta.

Para as colhedoras KORVAN e BRASTOFT, o carregamento é feito diretamente da colhedora para a carreta, necessitando-se de dois conjuntos trator/carreta com dois operadores, que acompanham a colhedora e transportam o café colhido para o terreiro alternadamente. Para o custo horário do conjunto trator/carreta de R\$ 8,00, mais a diária líquida de R\$ 12,00, acrescido dos encargos sociais, chegou-se ao custo médio da medida colhida de 60 litros posta no terreiro de R\$ 2,62.

Na colheita manual, considerou-se o custo da medida de 60 litros de café colhido na lavoura de R\$ 3,00, conforme preço praticado na região,

que acrescido dos encargos sociais, chegou a R\$ 4,29. Acrescendo o custo para transportar para o terreiro, esse valor totalizou R\$ 4,45/medida de 60 litros.

Pelos resultados, verifica-se que o custo médio da medida de 60 litros de café colhido no sistema mecanizado, com a colhedora automotriz, já incluindo o repasse, foi de R\$ 2,35. O mesmo volume colhido manualmente custou R\$ 4,29, o que representa para o sistema mecanizado uma redução média de custo da ordem de 45%. Incluindo o custo de transporte do café colhido mecanicamente para o terreiro, o valor médio da medida de 60 litros atinge R\$ 2,62, contra R\$ 4,45 da colheita manual, refletindo, nesse caso, uma redução média da ordem de 41%.

Para lavouras típicas da região do sul de Minas com produção média de 32 sacas/ha, o custo médio da colheita mecânica foi de R\$ 670,00/ha, considerando colhedora alugada e o café colocado no terreiro.

4. GERENCIAMENTO DA COLHEITA MECANIZADA

O gerenciamento da colheita mecanizada é fundamental para o sucesso da operação, pois como se observou nos resultados das avaliações das operações mecanizadas, a redução do uso de mão-de-obra foi da ordem de 20 a 75%, dependendo do sistema adotado. Mesmo para determinado sistema, observaram-se variações de 27 a 56% dependendo das condições da lavoura. Com relação à redução de custos, os valores oscilam entre 10 e 40%. Assim, é de grande importância o levantamento detalhado dos parâmetros que permitem avaliar o sistema de colheita adotado, como o tempo de trabalho, a produção e o custo.

Como exemplo, podemos citar 4 diferentes sistemas que poderiam ser adotados:

- Abanação mecânica;
- Derriça pneumática e abanação mecânica;
- Derriça tratorizada e abanação mecânica;
- Colhedora tracionada;
- Colhedora automotriz.

Esses sistemas são suficientes para atender aos pequenos, médios e grandes produtores, dependendo, contudo, de algumas condições que devem

ser observadas, como:

- Tamanho da área plantada;
- Topografia;
- Espaçamento da lavoura;
- Alinhamento das plantas;
- Altura das plantas.

A abanação mecanizada constitui um sistema de colheita de baixo custo de implantação, que pode atender a qualquer produtor, mesmo que ele não disponha de trator, ou que sua lavoura não permita a entrada do mesmo por causa da topografia inclinada, ou ainda por se adensada, pois a abanadora pode ser instalada perto do terreiro. O sistema de colheita com abanação mecânica reduz o uso de mão-de-obra em torno de 15%, com diminuição no custo de colheita da ordem de 10%.

O sistema de derriça pneumática e abanação mecânica é um sistema bastante versátil, que pode ser empregado na maioria das lavouras. Esse sistema é o que mais tem sido adotado nas propriedades do sul de Minas, sendo de custo acessível, e que proporciona redução do uso de mão-de-obra da ordem de 30 a 40% e redução do custo de colheita de 15 a 20%. Nesse sistema, tem-se usado as derriçadoras pneumáticas de 4 hastes, com a abanadora operando na lavoura.

O sistema que utiliza derriçadoras tradicionais e abanação mecânica já é indicado para lavouras de médio porte, ficando limitado pela topografia, com inclinação máxima de 10%. Nesse sistema, a redução no uso de mão-de-obra é de 40 a 50% e de 30%, no custo da colheita.

Os sistemas com colhedora tracionada ou automotriz destinam-se a produtores de médio a grande porte, podendo reduzir o uso de mão-de-obra em 60%, com redução de custo da ordem de 40%. Os fatores importantes a serem observados são topografia, espaçamento entrelinhas, alinhamento e altura de plantas. É importante salientar que neste sistema o investimento inicial é elevado, e a máquina deve trabalhar o máximo possível no período da colheita, para retorno imediato do investimento feito.

4.1. Parâmetros Comparativos das Operações Mecanizadas e Manuais

Alguns parâmetros relativos às operações mecanizadas da colheita podem ser comparados para nortear a tomada de decisão quanto ao sistema a ser adotado, ou ainda, para caracterizar qualitativamente cada sistema

mecanizado em relação ao convencional, ou seja, a colheita manual. O Quadro 14 mostra as diferentes características dos sistemas de colheita.

O gerenciamento do sistema de colheita começa com o dimensionamento correto da relação máquina/homem, em função do tempo em que se quer realizar a colheita. Em média, considera-se que a colheita deve ser realizada nos meses de junho, julho e agosto, no decorrer de 75 dias úteis.

Quadro 14- Parâmetros comparativos dos sistemas de colheita.

Parâmetros	Manual	Derrçadoras	Derrçadoras	Colhedoras
		Portáteis	Tradicionais	Automotrizes
Uso de mão-de-obra (%)	100	70 a 60	60 a 50	40 a 30
Eficiência de panha	100	80 a 90	60 a 70	80 a 90
Repasse (%)	0	10 a 20	30 a 40	10 a 20
Produção média (med./H/dia)*	4 a 6	8 a 10	15	25

Fonte: Dados de pesquisa e folhetos informativos.

* medidas de 60 litros de café abanado

4.2. Colheita Mecanizada e a Qualidade da Bebida

Devido à escassez de mão-de-obra, ocorre uma tendência de se antecipar a colheita, com porcentagens de grãos verdes acima da recomendada, o que prejudica a qualidade (Chalfoun & Carvalho, 1997). Ao decorrer do amadurecimento, ocorrem modificações significativas nas características físicas e químicas dos grãos, destacando a coloração que passa de verde-amarelado para vermelho ou amarelo. Simultaneamente, ocorrem modificações na composição química que conduzem o grão à condição ideal de colheita, café-cereja; em seguida, os frutos entram em fase de senescência, com oxidação e escurecimento da casca, decrescendo a qualidade do café acentuadamente. Isso pode ocorrer com os frutos na planta ou caídos no chão, constituindo a parcela de pior qualidade, que é o café de varrição. O início da colheita deve ocorrer com o mínimo de frutos verdes e sem que uma grande quantidade de grãos secos tenham caído no chão.

Ferroni et al. (1990) realizaram estudos para a determinação da época de colheita do café na região de Três Pontas, observando que é possível

obter um café tipo 6, bica corrida, realizando-se a colheita com uma porcentagem de 15% de verdes, o que deve ocorrer para a região na primeira quinzena de junho. Observaram ainda que, em média, a cada 30 dias, a porcentagem de verdes caiu aproximadamente pela metade, o que pode ajudar o cafeicultor a planejar o início da colheita, em função de amostragens feitas com antecedência.

O tipo do café e a qualidade da bebida estão relacionados com a quantidade de defeitos da amostra de grãos. A tabela dos defeitos para a classificação do tipo apresenta a seguinte relação de equivalência:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| - Um grão preto | → 1 defeito |
| - Um grão verde | → 1 defeito |
| - Uma pedra, pau ou torrão | → 1, 2 ou 5 defeitos |
| - Dois ardidos | → 1 defeito |

A natureza dos grãos com defeitos relacionam-se com as seguintes causas:

- Verde: colheita antecipada, com porcentagem elevada de verdes.
- Preto: colheita atrasada, com contato do fruto com o solo.
- Ardido: colheita de verdes ou atrasada, com contato dos grãos no chão.
- Pedras, paus e torrões: derriça feita no chão, com abanação mal feita.

Observa-se que a natureza dos defeitos apresentados acima estão todas relacionadas com a época e forma de se realizar as operações, ou seja, com o sistema de colheita e o gerenciamento.

O ideal para se obter melhor tipo de café e bebida seria colher somente o café-cereja. Esse método de colheita denomina-se “colheita a dedo”, não sendo comum no Brasil. Na colheita manual, por questões de eficiência operacional e custos, a colheita é feita retirando-se todos os frutos, verdes, cereja e secos da planta. Assim, é necessário esperar o momento correto para iniciar a colheita de forma que a porcentagem de verdes não venha a prejudicar a qualidade do produto colhido. É importante salientar

que, sob esse ponto de vista, a colheita mecânica pode melhorar a qualidade do café colhido, uma vez que no processo de derriça com hastes vibratórias não é possível colher todos os grãos, ficando determinada quantidade para o repasse. Esse processo, de certa forma, consiste em uma colheita seletiva a favor dos grãos secos e cerejas. Os grãos verdes são mais difíceis de serem derriçados pelo processo de vibração e isso pode ser observado no Quadro 15, nos resultados de diferentes ensaios de avaliação de colheita mecanizada.

Quadro 15 - Distribuição percentual de grãos na colheita e no repasse.

Processo Colheita	Manual	Derriçadoras Pneumáticas		Kokinha		Korvan	
		Colh.	Repas.	Colh.	Repas.	Colh.	Repas.
Grãos	Manual	Colh.	Repas.	Colh.	Repas.	Colh.	Repas.
Verdes (%)	35,09	22,69	46,59	23,14	61,11	31,88	41,76
Cereja (%)	24,77	18,11	24,57	33,96	24,69	24,02	34,06
Seco (%)	40,14	59,23	28,84	42,90	24,20	44,10	24,18

Fonte: Dados de pesquisa.

Como se pode observar, para uma mesma lavoura com 35% de grãos verdes em média, no volume de grãos derriçados mecanicamente por hastes vibratórias, a percentagem de verdes diminuiu de 22,69 a 31,88% e os grãos que ficaram na planta, constituindo o repasse, apresentaram porcentagem de verdes de 41,76 a 61,11 %, refletindo o caráter seletivo da derriça mecânica.

5. PREPARO E ADEQUAÇÃO DA LAVOURA PARA A MECANIZAÇÃO

Se a lavoura de café for instalada adequadamente, visando à mecanização, a máquina trabalha mais rápido e com menor custo, resultando em melhor desempenho operacional. Basicamente são feitas as seguintes recomendações, quando se deseja mecanizar a colheita da lavoura de café:

- O terreno deve apresentar declividade máxima de 15% para a utilização

- da colhedora;
- O plantio deve ser feito em nível, adotando-se o sistema de renques;
 - O espaçamento entre linhas da lavoura deve ser no mínimo de 3 metros, e tem-se utilizado colhedora em espaçamentos de apenas 2,8 metros;
 - Nas linhas ou nos carregadores, não deve existir nada que impeça a passagem de máquinas;
 - As linhas dos cafeeiros devem ter um maior comprimento possível, diminuindo o número de manobras;
 - Os carregadores de trânsito e manobras devem ter largura livre mínima de 6 metros e não apresentar irregularidades que impeçam o trânsito das máquinas;
 - A altura máxima do cafeeiro deve ser de 3 metros. Quando ultrapassar a altura recomendada, o cafeeiro necessitará de repasse manual nos “ponteiros” ou, então, ser conduzido por meio de sistemas de podas;
 - Os ramos inferiores da planta devem ficar a uma altura mínima de 40 cm do solo; Obs: Essas recomendações variam em função do tipo de máquina a ser utilizada.

6. VANTAGENS E DESVANTAGENS DA COLHEITA MECANIZADA

6.1. Vantagens

- Menor custo operacional;
- Libera a planta o mais cedo possível, dando-lhe condições de recuperação para uma nova safra;
- Obtenção de regularidade do fluxo de café da roça para secagem, sem quebrar a continuidade de volume da produção para as operações de pós-colheita;
- Permite trabalhar mais horas por dia, inclusive à noite;
- Maior eficiência do uso da mão-de-obra. Com menor número de trabalhadores, colhe-se maior quantidade de café;
- Menor fluxo de mão-de-obra na colheita;
- Uso da máquina facilita a administração da colheita;
- Pode-se obter um produto final de melhor qualidade.

6.2. Desvantagens

- Necessita de adequação da lavoura. Devem-se observar espaçamento, declividade, carreadores, etc.;
- Algumas operações necessitam de repasse manual;
- Capital inicial alto, dependendo do sistema a ser utilizado;
- Exige gastos com manutenção das máquinas;
- Exige mudança do sistema de gerenciamento da colheita.

6.3. Perfil da Colheita Mecanizada no sul de Minas Gerais

Procurando conhecer melhor a atual realidade do processo de colheita mecanizada, segundo Tavares, citado por Silva & Salvador (1998), desenvolveu-se uma pesquisa junto aos produtores do sul de Minas que utilizam esse processo em suas lavouras.

A região pesquisada engloba os municípios de Três Pontas, Coqueiral, Campos Gerais, Boa Esperança, Carmo da Cachoeira, São Sebastião do Paraíso, Elói Mendes, Nepomuceno, Oliveira, Ilícinea e Carmo do Rio Claro, abrangendo propriedades de pequeno, médio e grande porte. Dentro dessas propriedades pesquisadas, o percentual de mecanização foi da ordem de 20 a 100% do total da área cultivada com café, e 45% dos produtores possuem entre 60 e 80% de suas áreas mecanizadas.

Com relação ao tempo em que os produtores vêm utilizando a mecanização da colheita, constatou-se o período de 1 a mais de 9 anos, e 35% já fazem a colheita mecanizada entre 6 a 8 anos, havendo também uma parcela significativa que iniciaria na safra de 1998 a colheita mecanizada.

Dentre as máquinas mais utilizadas na colheita, as derriçadoras portáteis apresentaram-se em maior número, caracterizando o sistema semi-mecanizado, seguidas das colhedoras automotrizes e da derriçadora Kokinha.

Ao se comparar a produção das lavouras onde se utilizou a colheita mecanizada, com a última safra colhida manualmente no processo convencional, 20% dos produtores acreditam que continua igual, e 80% afirmam que houve um aumento de 20% da produção. As perdas ou quebras de safra antes da mecanização giravam em torno de 5 a 30% da produção total, e após a mecanização, 55% dos entrevistados observaram um aproveitamento maior de sua colheita, em alguns casos chegando a 100% e outros com a redução de até 30% das perdas; 45% dos entrevistados não

observaram quebra de safra, permanecendo em torno de 5 a 30% da produção.

Os resultados da pesquisa mostram que 100% dos entrevistados observaram redução no tempo de colheita, sendo esta de pelo menos 30 dias, e com relação ao uso de mão-de-obra, os números variam bastante, dependendo da área mecanizada, e para 80% dos entrevistados, houve uma redução da mão-de-obra para a colheita de 20 a 50%, e 20% dos entrevistados consideraram a redução de 50 a 70%. Na questão referente à mão-de-obra envolvendo salários, encargos sociais e transporte, foi observada a mesma redução obtida no uso de mão-de-obra.

Quanto aos custos com maquinário (trator, implementos, manutenção, desgaste, etc), foi observado, pela maioria dos entrevistados, um aumento de 40 a 70%, incluindo a aquisição das máquinas. Apenas os produtores com pequenas áreas automatizadas consideraram o custo igual.

Pelo gráfico 1 verifica-se o perfil geral sobre a opinião dos produtores que fazem a colheita mecanizada. Como se pode observar, 80% afirmaram que obtiveram redução de custo da colheita com melhoria de qualidade do café colhido. Esses resultados de opinião dos produtores são confirmados pelos resultados de desempenho das máquinas e pelos trabalhos de pesquisa realizados.

Quanto à qualidade do café colhido mecanicamente, 65% dos produtores responderam que houve melhora, e 35% responderam que permaneceu a mesma.

O gráfico 1 mostra esses resultados.

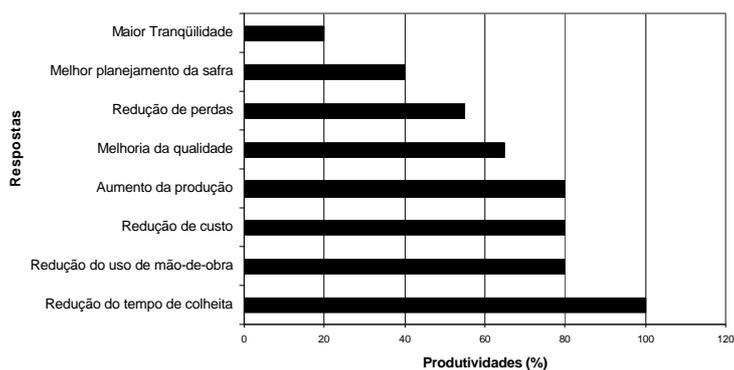


Gráfico 1- Opinião geral dos produtores com relação à colheita mecanizada.

É necessário observar ainda que, com o uso da mecanização, verifica-se um menor uso de mão-de-obra; porém, é preciso considerar que nenhum dos sistemas empregados dispensa totalmente o emprego desta; mesmo utilizando a colhedora automotriz, é necessário o emprego de no mínimo 30 a 40% de serviços manuais.

Se por um lado a mecanização da colheita do café representa um menor emprego de mão-de-obra na lavoura, por outro, exige uma mão-de-obra mais qualificada e, portanto, mais bem remunerada para operar as máquinas, executar o serviço de apoio, assistência técnica e manutenção, o que reflete em melhorias sociais para os trabalhadores. Do ponto de vista do produtor, a mecanização da colheita reduz o custo de produção, aumentando a viabilidade da cultura e possibilitando, assim, a fixação de um número maior de trabalhadores na propriedade no decorrer do ano, ao contrário do que ocorre atualmente, em que um grande número de trabalhadores é empregado por um curto período de aproximadamente 3 meses (safra).

Finalmente, é importante salientar que a mão-de-obra disponível nas regiões cafeeiras, no período da safra, não tem atendido à demanda, sendo comum a necessidade de se buscar trabalhadores em outras regiões, o que reflete diretamente no custo de produção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, v. 56, 1996.
- BARROS, U. V.; BARBOSA, C. M.; MATIELLO, J. B. Teste com derriçadora manual agromática, na colheita de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 21. , 1995, Caxambu. Resumos... Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 1995. p. 124-125.
- BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita do café. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 18, n. 187. 1997. p. 55-63, 1997.
- BATISTELLA, S.; MATIELLO, J. B. Colheita mecânica em café Conilon (C Canephora). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 11., 1984, Londrina. Anais... Rio de Janeiro: SERPRO/

- IBC/GERCH, 1984. p. 303-305.
- CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, P. T. G. Colheita e preparo do café. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 73 p.
- CRUZ NETO, F.; MATIELLO, J. B. Estudo comparativo de rendimento de colheita entre cultivares Mundo Novo e Catuaí, em lavouras com diferentes níveis de produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9., 1981, São Lourenço. Anais... Rio de Janeiro: MA/PROCAFE, 1981. p. 329-333.
- FAVARIN, J. L.; LOYOLA, L. M. F; ROMERO, J. C. P. Avaliação dos aspectos econômicos e rendimento operacional da colheita pneumática em relação a colheita manual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 24., 1998, Poços de Caldas. Anais... Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1998. p. 175-177.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais. Belo Horizonte, 1996. 50 p. (Relatório de Pesquisa).
- FERRONI, J. B.; BONISSON, F. Dal'Orto; MACHADO, J. Determinação da colheita do café na região de Três Pontas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 16., 1990, Espírito Santo do Pinhal. Anais... Rio de Janeiro: MA/PROCAFE, 1990.
- GOMES, M. P. Levantamento do estado atual da mecanização agrícola na micro-região de Viçosa (MG). In: CONGRESO LATINO AMERICANO DE INGENHARIA AGRÍCOLA. 1., 1996, Baurú. Trabalhos apresentados... Baurú: UNESP, 1996. p. 73-77.
- GROSSI, J. C. Avaliação do custo da colheita mecanizada em relação à manual, na região de Patrocínio-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia. Resumos ... Rio de Janeiro: MA/PROCAFE, 1996. p. 115-116.
- GUIA RURAL. Teste - Todos os sistemas de colheita de café. São Paulo: Ed. Abril, 1991. 22 p. Número especial.
- KASHIMA, T. Colheita mecanizada do café: equipamentos, desempenho e custos a nível de propriedade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxameré. Anais... Rio de Janeiro: SERPRO/DEPET/DIPRO/IBC, 1985. p. 58-61.
- KASHIMA, T. A colheita mecanizada do café: produtos, desempenho e custos. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4., 1990, Campinas. Palestra... Campinas: Ed. UNICAMP.

- 1990, p. 234-246.
- KASHIMA, T.; HONDA, A. I.; FAVA, J. F. M.; BASTOS, M. V.; SARTORI, S. Colheita mecânica do café. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p. 409-418.
- MATIELLO, J. B.; PINTO, J. F. Comparativo de rendimento em diversos processos de colheita manual de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. Anais... Rio de Janeiro: MA/PROCAFE, 1998. p.13-14.
- MENDES, A.N.G. Economia cafeeira: o agribusiness. Lavras, FAEPE/UFLA, 1996. p. 59.
- SILVA, F. M.; CARVALHO, G. R.; SALVADOR, N. Mecanização da colheita do café. Informe Agropecuário, EPAMIG, v. 18, n. 187, p. 43-54, 1997.
- SILVA, F. M.; SALVADOR, N. Mecanização da lavoura cafeeira. Lavras: UFLA, 1998. 55 p.
- SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; BARBOSA, R. R.; ABREU, E. M. Desempenho da operação mecanizada de derriça do café. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 74-80, 1998.
- SILVEIRA, G. M. Condução mecanizada da lavoura do café. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4., 1990, Campinas. Campinas: Ed. UNICAMP, 1990.
- WIEZEL, J. B. C. Qualidade da bebida de café. Piracicaba: ESALQ, 1981. 24 p. Curso de Pós-Graduação - Fitotecnia.