

FELIPE SANTINATO

**COLHEITA MECANIZADA DO CAFÉ UTILIZANDO REPETIDAS
OPERAÇÕES DA COLHEDORA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

RIO PARANAÍBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca UFV - Campus de Rio Paranaíba**

S235c Santinato, Felipe, 1990-
Colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações
da colhedora. / Felipe Santinato – Rio Paranaíba, MG, 2014.
72 p.: il.; 29cm.

Orientador: Dr. Renato Adriane Alves Ruas.

Co-orientador: Dr. Alberto Carvalho Filho; Dr. Pedro Ivo
Good God.

Dissertação(Mestrado em Agronomia) – Universidade
Federal de Viçosa.

1. Cafeicultura. 2. Eficiência de colheita. 3. Mecanização. I.
Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 633.73

FELIPE SANTINATO

**COLHEITA MECANIZADA DO CAFÉ UTILIZANDO REPETIDAS
OPERAÇÕES DA COLHEDORA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17/07/2014

Professor Alberto Carvalho Filho
(Co-orientador)

Professor Cleyton Batista de Alvarenga

Professor Renato Adriane Alves Ruas
(Orientador)

DEDICO

Dedico este trabalho ao cafeicultor brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e oportunidades na vida, dentre elas, a satisfação de poder trabalhar com a agricultura, tão importante para todos nós.

À minha mãe, Leonor, por ter me ensinado a amar a vida e lutar por ela.

Ao meu pai, “Santinato”, por ter me ensinado a amar minha profissão.

Ao Professor Renato Adriane Alves Ruas, por ter me orientado durante o mestrado, pelos ensinamentos, apoio e enorme determinação para a realização deste trabalho e das demais atividades acadêmicas, sempre estando à disposição.

Ao Professor Rouverson Pereira da Silva, pela parceria nas minhas pesquisas e pelo auxílio na realização do trabalho.

Aos Professores Alberto Carvalho Filho, Pedro Ivo Good God e Vinícius Ribeiro Faria pela colaboração, sugestões e correções que engradeceram este trabalho.

Aos amigos das Fazendas Dona Neném e São João Grande, Alino Pereira Duarte, Lazaro Seixas e Delmo Motta, pelo apoio, esforço, disponibilidade e sugestões. Ao proprietário das fazendas Sr. Eduardo Pinheiro Campos, pelo apoio na realização neste e em outros trabalhos.

Aos amigos que fiz durante o mestrado em Rio Paranaíba, Erick Alberto Eiguez e Aislann de Oliveira Roza, pelo companheirismo na realização das disciplinas e nos trabalhos de campo.

Aos “amigos do café” Tiago Oliveira Tavares, Enivaldo Piolho Marinho Pereira, Reginaldo Oliveira Silva, André Luiz Teixeira Fernandes e Carlão, pelos ensinamentos e apoio nos demais trabalhos de pesquisa que realizamos no Cerrado.

Aos estagiários que me ajudaram muito ao longo desse ano Victor, Lucas e Larice.

À Nara, secretária da pós-graduação, pelas informações e ajuda para a conclusão de todas as etapas do mestrado dentro dos prazos.

Agradecimento especial para a Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba, por ter me dado a oportunidade de estudar e desenvolver este trabalho.

BIOGRAFIA

FELIPE SANTINATO, filho de Leonor Franco Santinato e Roberto Santinato, nasceu na cidade de Campinas, São Paulo, em 09 de agosto de 1990.

No dia 05 de agosto de 2013, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

No dia 06 de agosto do mesmo ano, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba, submetendo-se à defesa de dissertação em 17 de julho de 2014.

Atualmente, desenvolve trabalhos de pesquisa na área da cafeicultura.

RESUMO

SANTINATO, Felipe, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba, julho de 2014. **Colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora.** Orientador: Renato Adriane Alves Ruas. Coorientadores: Alberto Carvalho Filho e Pedro Ivo Good God.

A realização de mais de uma operação da colhedora de café pode aumentar a eficiência de colheita dos frutos, minimizando a quantidade de café pendente nas plantas e a necessidade de repasse manual, o que, comumente, encarece o processo de produção e promove maiores danos às plantas em relação à colheita mecanizada. Entretanto, deve-se conhecer qual o número de operações da colhedora é necessário para derriçar completamente os frutos das plantas de café, em lavouras que apresentem diferentes cargas produtivas, notadamente as de cargas mais elevadas, por apresentarem maior dificuldade em serem totalmente colhidas. Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar o número de operações da colhedora em duas lavouras de café. Foram comparadas duas situações: lavoura com carga intermediária (50,78 sacas de café ben. ha⁻¹) e lavoura com carga alta (121,54 sacas de café ben. ha⁻¹), na região do Cerrado Mineiro, utilizando de uma a seis operações de uma colhedora KTR. Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso e quatro repetições. Avaliou-se a quantidade de café caído, remanescente, colhido, eficiência de colheita, custos operacionais, danos às plantas e variação da produtividade entre uma safra e outra. Observou-se que, para que a quantidade de café remanescente nas plantas seja suficiente para dispensar o repasse manual, são necessárias três operações da colhedora de café em cargas elevadas e duas em intermediárias. A colheita mecanizada do café utilizando até duas operações da colhedora danifica menos as plantas que a colheita manual, independentemente da produtividade.

ABSTRACT

SANTINATO, Felipe, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa – *Campus* de Rio Paranaíba, July de 2014. **Mechanized harvesting coffee repeated operations using the harvester.** Advisor: Renato Adriane Alves Ruas. Coadvisor: Alberto Carvalho Filho and Pedro Ivo Good God.

Performing more than one pass the coffee harvester can increase the efficiency of harvest, minimizing the amount of outstanding coffee plants and the need for manual stripping. The manual stripping often more expensive production process and promote more damage to the plants in relation to mechanized harvest. However, one should know that the number of passes of the harvester is needed to fully harvest the fruits of coffee plants in crops that have different productive loads, notably the higher loads, because they are more difficult to be completely harvested. Therefore, the aim of this work was to evaluate types of mechanized harvesting, varying on the number of passes of the harvester in two coffee plantations. Two situations were compared: farming with intermediate load (50.78 coffee bags ben ha^{-1}) and farming with high load (121,54 bags of coffee ben ha^{-1}) in the Cerrado Mineiro region, using a passed from one to six KTR harvester. We evaluated the amount of falling coffee, remaining coffee, harvest coffee, harvesting efficiency, operation costs, damage in the plants and the productivity variability between two crops. Obtained so that the remaining amount of coffee plants is sufficient to dispense the manual stripping of is necessary passes two times the harvester in the intermediate load farming and three times in the high load farming. You can replace manual harvesting by mechanical harvesting using two operations until the harvester, regardless of the load of coffee, with no increase in the amount of damage to plants promoted and reduced productivity for the next harvest.

ÍNDICE

1. 1º ARTIGO: NÚMERO DE OPERAÇÕES MECANIZADAS NA COLHEITA DO CAFÉ.....	1
1.1. RESUMO	1
1.2. ABSTRACT	2
1.3. INTRODUÇÃO	3
1.4. MATERIAL E MÉTODOS	4
1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
1.6. CONCLUSÕES.....	14
1.7. REFERÊNCIAS	14
2. 2º ARTIGO: ANÁLISE ECONÔMICA DA COLHEITA MECANIZADA DO CAFÉ UTILIZANDO REPETIDAS OPERAÇÕES DA COLHEDORA	16
2.1. RESUMO	16
2.2. ABSTRACT	17
2.3. INTRODUÇÃO	17
2.4. MATERIAL E MÉTODOS	20
2.4.1. Determinação dos custos fixos.....	22
2.4.2. Determinação dos custos variáveis	24
2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
2.6. CONCLUSÕES.....	36
2.7. REFERÊNCIAS	36
3. 3º ARTIGO: INFLUÊNCIA MORFOLÓGICA E PRODUTIVA DA COLHEITA EM PLANTAS DE CAFÉ.....	39
3.1. RESUMO	39
3.2. ABSTRACT.....	40
3.3. INTRODUÇÃO	41
3.4. MATERIAL E MÉTODOS	42
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
3.6. CONCLUSÕES.....	58
3.7. REFERÊNCIAS	58
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62

1. Número de operações mecanizadas na colheita do café

Felipe Santinato^{1*}, Renato Adriane Alves Ruas², Rouverson Pereira da Silva³,
Alberto Carvalho Filho² e Roberto Santinato⁴

1.1. RESUMO

A realização de mais de uma operação da colhedora de café pode aumentar a eficiência de colheita dos frutos, minimizando a quantidade de café pendente nas plantas e a necessidade de repasse manual, o que, comumente, encarece o processo de produção e promove maiores danos às plantas em relação à colheita mecanizada. Entretanto, deve-se conhecer qual o número de operações da colhedora é necessário para derriçar completamente os frutos das plantas de café, em lavouras que apresentem diferentes cargas produtivas, notadamente as de cargas mais elevadas, por apresentarem maior dificuldade em serem totalmente colhidas. Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar o número de operações da colhedora em duas lavouras de café. Foram comparadas duas situações: lavoura com carga intermediária (50,78 sacas de café ben. ha⁻¹) e lavoura com carga alta (121,54 sacas de café ben. ha⁻¹), na região do Cerrado Mineiro, utilizando de uma a seis operações de uma colhedora KTR. Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso e quatro repetições. Avaliou-se a quantidade de café caído, remanescente, colhido e eficiência de colheita. Observou-se que, para que a quantidade de café remanescente nas plantas seja suficiente para dispensar o repasse manual, são necessárias três operações da colhedora de café em cargas elevadas e duas em intermediárias.

¹Programa de Pós-graduação em Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Campus Rio Paranaíba, Rodovia MG 230, km 7, caixa postal 22, Rio Paranaíba, MG, Brasil. E-mail: fpsantinato@hotmail.com. *Autor para correspondência.

²Instituto de Ciências Agrárias – UFRV – Campus Rio Paranaíba, MG.

³Departamento Engenharia Rural, FCAV, UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.

⁴Fundação Procafé, Campinas, SP, Brasil.

1 Independente da carga de café, é mais eficiente realizar três operações da
2 colhedora.

3 **Palavras-chave:** cafeicultura, eficiência de colheita, mecanização.

4

5 **1.2. ABSTRACT Number of mechanized operations in the coffee harvest**

6

7 Performing more than one pass the coffee harvester can increase the efficiency
8 of harvest, minimizing the amount of outstanding coffee plants and the need for manual
9 stripping. The manual stripping often more expensive production process and promote
10 more damage to the plants in relation to mechanized harvest. However, one should
11 know that the number of passes of the harvester is needed to fully harvest the fruits of
12 coffee plants in crops that have different productive loads, notably the higher loads,
13 because they are more difficult to be completely harvested. Therefore, the aim of this
14 work was to evaluate types of mechanized harvesting, varying on the number of passes
15 of the harvester in two coffee plantations. Two situations were compared: farming with
16 intermediate load (50.78 coffee bags ben ha^{-1}) and farming with high load (121,54 bags
17 of coffee ben ha^{-1}) in the Cerrado Mineiro region, using a passed from one to six KTR
18 harvester. We evaluated the amount of falling coffee, remaining coffee, harvest coffee
19 and the harvesting efficiency. Obtained so that the remaining amount of coffee plants is
20 sufficient to dispense the manual stripping of is necessary passes two times the
21 harvester in the intermediate load farming and three times in the high load farming.
22 Regardless of the load of coffee, it is more efficient to perform three passes of the
23 harvester.

24 **Key words:** coffee growing, harvesting efficiency, mechanization.

25

1 **1.3. INTRODUÇÃO**

2

3 Tendo em vista a redução do preço de aquisição, maior disponibilidade na
4 locação de colhedoras e, principalmente, o crescente aumento do custo e escassez de
5 mão-de-obra para realização da colheita manual, a mecanização tem se tornado uma boa
6 opção de colheita para os cafeicultores brasileiros. Diversos estudos serviram para
7 elevar a eficiência das colhedoras, tais como: o aperfeiçoamento das regulagens de
8 velocidade operacional e vibração das hastes (OLIVEIRA et al., 2007a; CASSIA et al.,
9 2013). No entanto, normalmente há a necessidade de realizar o repasse manual, pois
10 dependendo da carga, a colhedora dificilmente consegue derriçar todos os frutos das
11 plantas com apenas uma passada. Isso ocorre devido ao fato dos frutos apresentarem
12 estágio de maturação desuniforme, demandando assim, força de desprendimento
13 diferente entre eles (SILVA et al., 2010).

14 Quanto maior a carga de café maior será a exigência de energia da máquina para
15 derriçar os frutos (SANTINATO et al., 2014). Em função da carga pendente deve-se
16 ajustar a colhedora quanto a vibração das hastes e a velocidade operacional, além de
17 levar em consideração outros fatores como, o estágio de amadurecimento dos frutos. No
18 entanto, deve-se limitar essa energia, pois, vibrações das hastes muito elevadas e
19 velocidades operacionais reduzidas podem promover severos danos às plantas
20 (OLIVEIRA et al., 2007b), o que sugere um “parcelamento” dessa energia, utilizando
21 mais de uma operação (“passada”) da colhedora.

22 A realização de mais de uma operação pode aumentar a eficiência de colheita
23 dos frutos, minimizando a quantidade de café pendente nas plantas e a necessidade de
24 repasse manual. O repasse manual comumente encarece o processo de produção

1 (LANNA & REIS, 2012) e promove maiores danos às plantas em relação à colheita
2 mecanizada (OLIVEIRA et al., 2007b).

3 Outro ponto positivo do emprego da colhedora em repetidas operações, é que a
4 colheita pode ser realizada em momentos diferentes, o que possibilita a máquina colher
5 maior porcentagem de frutos no estágio de maturação cereja, agregando valor à
6 produção. Isso ocorre no intervalo entre uma e outra operação, onde os frutos verdes
7 passam para o estágio cereja, ficando disponíveis para serem colhidos. Aliada a essa
8 prática pode-se remover as hastes e ajustar a velocidade operacional e a vibração das
9 hastes em cada uma das operações, sendo esta prática denominada colheita seletiva do
10 café (SILVA et al., 2013).

11 Entretanto, deve-se conhecer qual o número de operações da colhedora é
12 necessário para derriçar completamente os frutos das plantas de café, em lavouras que
13 apresentem diferentes cargas produtivas, notadamente as de carga mais elevada que
14 apresentam maior dificuldade de colheita. Portanto, objetivou-se com este trabalho,
15 determinar o número de operações da colhedora a fim de avaliar a viabilidade técnica da
16 colheita mecanizada em lavouras de café com diferentes cargas.

17

18 **1.4. MATERIAL E MÉTODOS**

19

20 O trabalho foi realizado nas Fazendas São João Grande e Dona Neném, no
21 município de Patos de Minas, MG, localizadas nas coordenadas geodésicas 18°33'18"
22 latitude Sul e 46°20'01" longitude Oeste, na região do Cerrado mineiro, com altitude
23 média de 1100 m e clima Cwa de acordo com a classificação de Köppen (1948).

24 A lavoura da Fazenda São João Grande possui plantio comercial de cafeeiros
25 irrigados sob pivô central, com linhas de 250 m de comprimento. A área possui 54,0 ha

1 com declividade média de 3,8%. A cultivar plantada na área, no ano de 2003, no
2 espaçamento de 4,0 metros entre linhas e 0,5 m entre plantas, com densidade
3 populacional de 5.000 plantas ha⁻¹, foi a Catuaí Vermelho IAC 144.

4 Na Fazenda Dona Neném, a lavoura de café é irrigada por gotejamento e
5 plantada em renque mecanizado, com linhas de 200 m de comprimento. Possui
6 aproximadamente 30,0 ha e o talhão apresenta em média 2% de declividade onde estão
7 transplantados desde 2007, em espaçamento de 4,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas
8 (5.000 plantas ha⁻¹), cafeeiros da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144. As colheitas foram
9 realizadas entre os dias 12/6/2013 e 12/8/2013.

10 Foram comparadas duas situações: lavoura com carga intermediária (Fazenda
11 São João Grande) e lavoura com carga alta (Fazenda Dona Neném), (Tabela 1). Vale
12 ressaltar que para o Brasil ambas produtividades são consideradas elevadas
13 (FERNANDES et al., 2012; CONAB, 2014).

14

15 **Tabela 1.** Produtividade do café (sacas de café ben. ha⁻¹) e porcentagem de maturação
16 dos frutos no momento da colheita nas Fazendas São João Grande e Dona Neném,
17 localizadas no município de Patos de Minas-MG, em 12/06/2013.

Fazendas	Produtividade	Estádio de maturação (%)		
		Verde	Cereja	Seco
São João Grande	50,78	26,4	47,2	26,4
Dona Neném	121,54	30,2	54,5	15,1

18

19 A colheita mecanizada nas duas fazendas foi realizada utilizando uma colhedora
20 tracionada da marca Jacto, modelo KTR, fabricada em 2003, tendo aproximadamente
21 5.800 horas trabalhadas. Em todas as operações, utilizou-se vibração das hastes de 850
22 rpm e velocidade operacional de 1,05 km h⁻¹. A colhedora foi tracionada por trator da
23 marca New Holland, modelo TT 3880F, 4 x 2 TDA, com tração dianteira auxiliar

1 acionada, e potência nominal de 65 cv, cujo acionamento se dá por meio da TDP,
2 operando sempre no mesmo sentido de deslocamento pelas linhas de plantio. O café
3 colhido foi depositado em uma carreta modelo Cargo 5.000, dotada de dois eixos, com
4 capacidade de armazenamento de 5,18 m³, tracionada por um trator idêntico ao que
5 tracionou a colhedora.

6 O trabalho consistiu de seis tratamentos, correspondentes ao número de
7 operações da colhedora, ou seja: T1 = uma operação, T2 = duas operações, T3 = três
8 operações, T4 = quatro operações, T5 = cinco operações, T6 = seis operações. Os
9 tratamentos foram delineados em blocos casualizados e executados com intervalo de
10 doze dias entre eles. Realizaram-se quatro repetições totalizando 24 unidades
11 experimentais, em cada uma das fazendas. Cada unidade experimental foi composta por
12 10 plantas, dispostas em duas linhas de café paralelas. Em cinco plantas, de uma das
13 linhas, realizou-se a avaliação de produtividade, por meio da colheita manual. Na outra
14 linha, deslocou-se a colhedora de café de acordo com o número de vezes
15 correspondentes ao tratamento para proceder as demais avaliações (cinco plantas).

16 A determinação da produtividade da cultura, também denominada de carga
17 inicial, foi estimada pela derriça manual de toda a carga pendente de cinco plantas, em
18 cada uma das quatro repetições de cada tratamento, previamente à passagem da
19 colhedora. Isto, utilizando panos de “derriça” de aproximadamente 3,0 m x 2,0 m sob a
20 copa das cinco plantas, dos dois lados da linha de café de forma que um sobrepusesse o
21 outro. Após isso, os frutos foram derriçados dos pés. O volume de café colhido foi
22 quantificado individualmente através de recipiente graduado, para o cálculo da
23 produtividade média (L planta⁻¹) e em seguida, o volume foi convertido para sacas de
24 café ben. ha⁻¹, conforme descrição de Reis et al., (2008). Para a caracterização do
25 estágio de maturação dos frutos de café, em cada parcela, retirou-se uma amostra de 1,0

1 L dos frutos, separando-os nos estádios verde, cereja e seco quantificando-os
2 posteriormente.

3 Para a determinação da eficiência de colheita, foram colocados panos de derraça
4 sob a copa de cinco plantas. Em seguida, operou-se a colhedora e após sua passagem, o
5 café caído que se despreendeu dos ramos e caiu nos panos foi coletado e teve seu volume
6 determinado (Café caído). Após a limpeza e abanação dos panos, eles foram novamente
7 posicionados sob as plantas e os frutos remanescentes foram derraçados e medidos
8 conforme descrito anteriormente (Café remanescente). De posse dos dados, determinou-
9 se a quantidade de café colhido (Equação 01 e 02).

$$10 \quad CC = C_{Ini} - C_{Caído} - C_{Rem}$$

11 Equação 01

$$12 \quad Ef = \frac{CC}{C_{Ini}} \times 100 \quad \text{Equação 02}$$

13 Em que;

14 CC = café colhido (Sacas de café ben. ha^{-1});

15 C_{ini} = quantidade de café inicial (Sacas de café ben. ha^{-1});

16 $C_{Caído}$ = quantidade de café caído (Sacas de café ben. ha^{-1});

17 C_{Rem} = quantidade de café remanescente (Sacas de café ben. ha^{-1});

18 EF = eficiência de colheita (%).

19 Para todos os dados obtidos realizou-se a análise de variância comparando em
20 todas as variáveis, cada tratamento dentro de cada lavoura e cada lavoura dentro de cada
21 tratamento. Quando procedente, empregou-se o teste de Tukey e teste t, ambos à 5% de
22 probabilidade, para as comparações entre tratamentos e comparações entre lavouras,
23 respectivamente. Em todas as análises utilizou-se o programa estatístico SISVAR®
24 (FERREIRA, 2011).

1

2 1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3

4 Os resultados da ANOVA indicaram que na lavoura de carga alta houve
5 diferença entre os tratamentos estudados para as variáveis quantidade de café caído,
6 remanescente, colhido e eficiência de colheita. A quantidade de café caído no chão foi
7 inferior quando realizou-se apenas uma operação da colhedora (Tabela 2). Isso, ocorreu
8 devido ao menor tempo de exposição das plantas com a máquina, pois, diminuindo o
9 contato entre as hastes de derricha da colhedora e os ramos e frutos, se reduz a
10 possibilidade dos frutos se desprenderem dos ramos e caírem no chão.

11

12 **Tabela 2.** Quantidade de café caído, remanescente, colhido (sacas de café ben. ha⁻¹) e
13 eficiência de colheita em lavoura de café com carga alta localizada na Fazenda Dona
14 Neném no município de Patos de Minas, MG, safra 2013.

NOC*	Quantidade de café			Eficiência de colheita %
	Caído	Remanescente	Colhido	
1	10,51 a	42,01 c	69,12 c	56,64 c
2	17,46 b	6,38 b	96,09 b	78,98 b
3	17,46 b	1,14 a	101,06 a	83,09 ab
4	17,46 b	0,53 a	102,80 a	84,67 a
5	17,46 b	0,00 a	103,20 a	85,01 a
6	17,46 b	0,00 a	103,20 a	85,01 a
CV (%)	4,26	22,74	11,99	12,88

15 *NOC = Número de operações da colhedora.

16 **Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de
17 Tukey à 5% de probabilidade.

18

19 As colheitas com duas ou mais operações da colhedora proporcionaram as
20 mesmas quantidades de café caído, ou seja, não houve aumento da queda de frutos no
21 chão, já que 60% (10,51 sacas de café ben. ha⁻¹) caíram com a primeira operação e 40%

1 (6,95 sacas de café ben. ha⁻¹) na segunda. Em geral, a quantidade de café caído no chão
2 ficou entre 10 e 20%, valor considerado aceitável nesse tipo de operação, para
3 condições similares à esta (OLIVEIRA et al., 2007a; SANTINATO et al., 2014). Dessa
4 forma sugere-se que caso adotado o sistema de recolhimento mecanizado do café do
5 chão, o mesmo pode ser realizado logo após a segunda operação da colhedora, não
6 tendo que esperar o término da colheita da planta caso opte-se pela colheita com mais
7 de duas passadas.

8 A quantidade de café remanescente nas plantas foi superior na colheita com
9 apenas uma operação, 34,56% da carga inicial, o que refletiu nas menores quantidades
10 de café colhido e eficiência de colheita (Tabela 2). Este valor encontra-se abaixo do
11 desempenho de colheita satisfatório, como relatado em trabalhos de Cassia et al., (2013)
12 e Silva et al., (2013). Com duas operações, ocorreu redução de 84,8% na quantidade de
13 café remanescente e elevação de 39,4% na eficiência de colheita em relação à colheita
14 com uma operação. As colheitas mecanizadas do café com três ou mais operações da
15 colhedora foram suficientes para remover toda a carga inicial das plantas, dispensando a
16 necessidade de repasse manual. Fato não ocorrido na colheita com duas operações da
17 colhedora que apresentou 6,38 sacas de café ben. ha⁻¹ remanescentes nas plantas.
18 Apesar de apresentar eficiência de colheita semelhante às colheitas com três ou mais
19 operações da colhedora, a colheita com duas operações colheu aproximadamente 5,0
20 sacas de café ben. ha⁻¹ a menos.

21 Na lavoura de carga intermediária, a análise de variância indicou que houve
22 diferença entre os tratamentos apenas para as variáveis: quantidade de café
23 remanescente, colhido e eficiência de colheita. A quantidade de café caído foi a mesma
24 em todos os tratamentos, cerca de 10% da carga inicial. Dessa forma, as colheitas com
25 repetidas operações da colhedora não elevaram a quantidade de café caído (Tabela 3).

1 Tal fato sugere que, no caso de se adotar o sistema de recolhimento mecanizado
 2 (dispensando a varrição manual), o momento recomendado é logo após a primeira
 3 operação da colhedora.

4

5 **Tabela 3.** Quantidade de café caído, remanescente, colhido (sacas de café ben. ha⁻¹) e
 6 eficiência de colheita em lavoura de café com carga intermediária localizada na Fazenda
 7 São João Grande no município de Patos de Minas, MG, safra 2013.

NOC*	Quantidade de café			Eficiência de colheita %
	Caído	Remanescente	Colhido	
1	5,12 a	11,39 c	34,30 c	67,20 c
2	5,80 a	4,47 b	40,12 b	79,10 b
3	5,96 a	0,96 ab	43,44 a	85,70 a
4	5,96 a	0,00 a	43,97 a	86,80 a
5	5,96 a	0,00 a	43,97 a	86,80 a
6	5,96 a	0,00 a	43,97 a	86,80 a
CV (%)	3,06	37,15	10,74	11,89

8 *NOC = Número de operações da colhedora.

9 **Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de
 10 Tukey à 5% de probabilidade.

11

12 Na colheita com apenas uma operação da colhedora, a quantidade de café
 13 remanescente foi a maior: 22,43% da carga inicial, diminuindo conforme se aumentou o
 14 número de operações (Tabela 3). Nesta lavoura, foram necessárias somente duas
 15 operações da colhedora para a derriça dos frutos dos pés. Entretanto, a maior quantidade
 16 de café colhido foi obtida com três operações, colhendo 3,32 sacas de café ben. ha⁻¹ a
 17 mais que a colheita com duas operações. Essa diferença de produção colhida sugere que
 18 a forma mais indicada de colher o café nesta lavoura também é utilizando três operações
 19 da colhedora. Além disso, a colheita com três operações pode aumentar a possibilidade
 20 de colher maior quantidade de café cereja, já que durante o intervalo entre uma
 21 operação e outra parte dos frutos verdes amadurecem, se tornando cereja, notadamente
 22 quando se adota regulagens para a colheita seletiva do café (SILVA et al., 2013).

1 A colheita com uma só operação da colhedora apresentou as menores
2 quantidades de café colhido (34,3 sacas de café ben. ha⁻¹) e de eficiência de colheita
3 (67,2%) (Tabela 3). No entanto, o valor obtido é considerado satisfatório nesse tipo de
4 operação (OLIVEIRA et al., 2007 a; SANTINATO et al., 2014). A colheita com duas
5 operações elevou em 17,7% a eficiência de colheita (79,1%), enquanto que as colheitas
6 com três ou mais operações obtiveram os maiores valores, em torno de 86%.

7 Através da análise realizada comparando as duas lavouras, verifica-se diferença
8 em todos os tratamentos estudados, pelo teste F, somente para a quantidade de café
9 caído. Houve diferença entre as duas lavouras quando utilizou-se uma operação da
10 colhedora para as variáveis quantidade de café remanescente e eficiência de colheita
11 (Tabela 4 e Figura 1). Para as demais comparações não houve diferenças significativas.
12 Nota-se que a colheita mecanizada do café utilizando várias operações da colhedora
13 comportou-se de maneira diferenciada, provavelmente devido a grande diferença entre
14 as cargas iniciais das plantas (70,76 sacas de café ben. ha⁻¹).

15
16
17
18
19
20
21
22
23
24

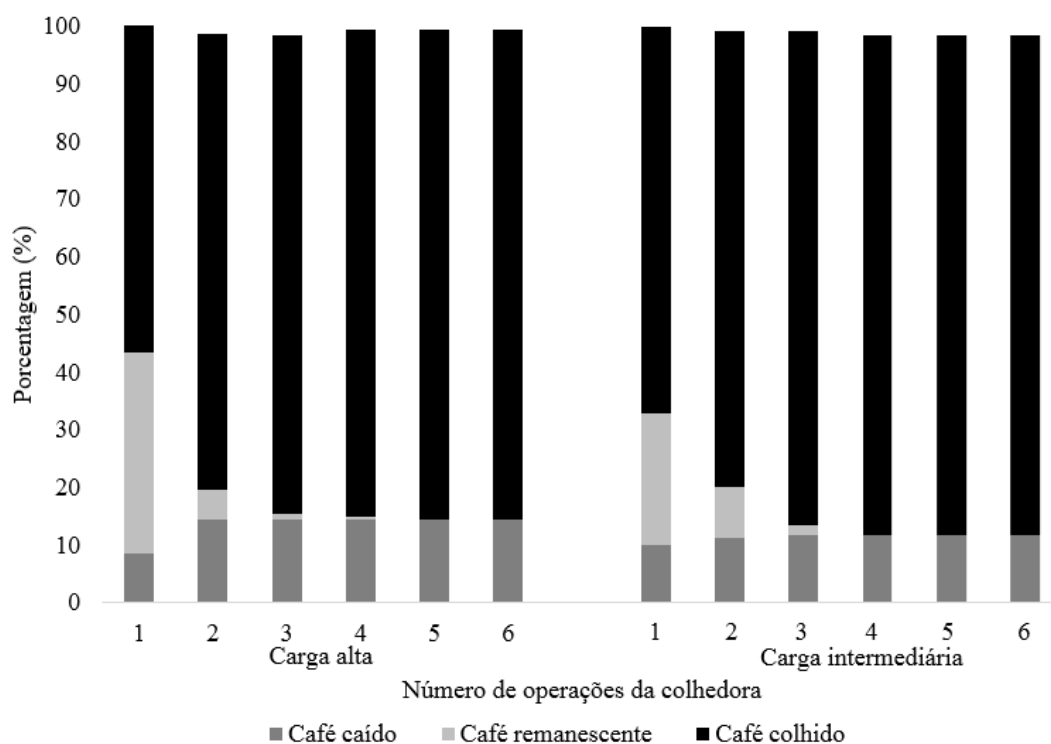
1 **Tabela 4.** Comparação entre lavoura de café com carga alta e intermediária com relação
 2 à porcentagem de café caído, remanescente e eficiência de colheita em função do
 3 número de operações da colhedora, em lavouras localizadas no município de Patos de
 4 Minas-MG, safra 2013.

NOC*	Quantidade de café (%)				Eficiência de colheita (%)	
	Caído		Remanescente		CA	CI
	CA*	CI**	CA	CI		
1	8,66 a	10,04 b	34,83 b	22,72 a	56,64 b	67,23 a
2	14,41 b	11,33 a	5,28 a	8,76 a	78,98 a	79,14 a
3	14,41 b	11,46 a	0,93 a	1,88 a	83,09 a	85,7 a
4	14,43 b	11,64 a	0,44 a	0,0 a	84,67 a	86,81 a
5	14,43 b	11,64 a	0,0 a	0,0 a	85,01 a	86,81 a
6	14,43 b	11,64 a	0,0 a	0,0 a	85,01 a	86,81 a
CV (%)	7,24		39,55		6,03	

5 *NOC = Número de operações da colhedora; **CA = Carga alta; ***CI= Carga
 6 intermediária.

7 ****Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste t à 5%
 8 de probabilidade.

9
 10
 11
 12
 13



1

2 **Figura 1.** Porcentagem de café caído, remanescente e colhido proporcionado por
 3 diferentes números de operações da colhedora de café em lavouras com carga alta e
 4 intermediária no município de Patos de Minas-MG, safra 2013.

5

6 A quantidade de café caído na colheita com uma operação da colhedora foi
 7 maior na área de produtividade intermediária. Isto ocorre devido ao fato de todo o café
 8 caído nesta lavoura se deu após a primeira operação. Além disso, nessa área, havia
 9 maior porcentagem de frutos no estágio de maturação seco (74,8% a mais), que se
 10 desprendem mais facilmente dos ramos e, por serem leves, caem para fora da colhedora,
 11 indo para o chão (SILVA et al., 2010) (Tabela 1). Nas colheitas com duas ou mais
 12 operações, os maiores valores foram obtidos na lavoura de carga alta, provavelmente
 13 por que a carga elevada dificultou o sistema de recolhimento da colhedora, permitindo a
 14 queda dos frutos no chão. Grandes quantidades de café, juntamente com o material
 15 vegetal desprendido, comumente entopem o orifício de entrada dos elevadores.

1 A quantidade de café remanescente obtido na colheita com apenas uma operação
2 da colhedora, foi superior na lavoura de carga alta, refletindo em menores quantidades
3 de café colhido e de eficiência de colheita. Quanto maior a carga de café nas plantas,
4 maior é a exigência de energia para sua remoção (CASSIA et al., 2013). Em ambas as
5 áreas foram utilizadas as mesmas velocidades operacionais (mesmo tempo de exposição
6 das plantas às hastes vibratórias) e vibração das hastes, de forma que a energia
7 empregada na lavoura de carga alta não foi suficiente para se obter elevada eficiência de
8 colheita, utilizando a colhedora apenas uma vez. Com duas operações em diante os
9 valores de café remanescente e café colhido foram iguais nas duas áreas. Em ambas os
10 valores de eficiência de colheita corroboram os encontrados por Silva et al., (2003), na
11 região Sul de Minas Gerais, que obtiveram eficiência de colheita de 41,7%, 80,6% e
12 86,1%, respectivamente para as colheitas com uma, duas e três operações da colhedora.

13

14 **1.6. CONCLUSÕES**

15

16 A colheita mecanizada com três operações da colhedora colhe mais café e
17 apresenta maior eficiência de colheita.

18 Para que a quantidade de café remanescente nas plantas seja suficiente para
19 dispensar o repasse manual são necessárias três operações da colhedora de café em
20 cargas elevadas e duas em cargas intermediárias.

21 A colheita mecanizada do café utilizando três ou mais operações da colhedora
22 não eleva a quantidade de café caído no chão.

23

24

25

1 **1.7. REFERÊNCIAS**

2

3 CASSIA, M. T.; SILVA, R. P.; CHIODEROLLI, R. H. F. N.; SANTOS, E. P. Quality
4 of mechanized coffee harvesting in circular planting system. **Ciência Rural**, Santa
5 Maria, v. 43, n. 1, p. 28-34, 2013.

6 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores agropecuários.**

7 Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2014.

8 FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A
9 moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**,
10 Goiânia, v. 42, n. 2, p. 231-40, 2012.

11 FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e**
12 **Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

13 KÖEPPEN, W. **Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra.** México:
14 Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

15 LANNA, G. B. M.; REIS, P. R. Influência da mecanização da colheita na viabilidade
16 econômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras,
17 v. 7, n. 2, p. 110-121, 2012.

18 OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; FIGUEIREDO, C. A. P. Influência da
19 vibração das hastes e da velocidade de deslocamento da colhedora no processo de
20 colheita mecanizada do café. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 714-21,
21 2007a.

22 OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; ZIGOMAR, M. S. Influência da colheita mecanizada na
23 produção cafeeira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p.1466-1470, 2007b.

- 1 REIS, T. H. P.; SOARES, T. L.; GUIMARÃES, G. P. T. Informações úteis no
2 planejamento e no gerenciamento da atividade cafeeira. **Informe Agropecuário**, Belo
3 Horizonte, v. 29, n. 247, p. 112-27, 2008.
- 4 SANTINATO, F.; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T.; SANTINATO, R. Análise quali-
5 quantitativa da operação de colheita mecanizada de café em duas safras. **Coffee**
6 **Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 495-505, 2014.
- 7 SILVA, C. F.; SILVA, F. M.; ALVES, M. C.; BARROS, M. M.; SALES, R. S.
8 Comportamento da força de desprendimento dos frutos de cafeeiros ao longo do período
9 de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 468-474, 2010.
- 10 SILVA, F. C.; SILVA, F. M.; SILVA, A. C.; BARROS, M. M.; PALMA, M. A. Z.
11 Desempenho operacional da colheita mecanizada e seletiva do café em função da força
12 de desprendimento dos frutos. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 53-60, 2013.
- 13 SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R. F.; TOURINO, E. S. Avaliação da
14 colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2,
15 p. 309-15, 2003.

1 **Economic analysis of mechanical harvesting coffee using repeated operation of the**
2 **harvester**

3
4 **2.2. ABSTRACT:** Despite the mechanized harvest of coffee is more economical than
5 manual harvesting in general, it is not able to fully replace the workforce, especially in
6 high crop load. One of the ways to reduce the cost of production of coffee is to find
7 ways of enabling the full mechanization of the harvest. Therefore, the aim with this
8 study was to perform economic analysis of mechanized harvest of coffee using repeated
9 operation of the harvester itself being rented or, in the Cerrado Mineiro region. We
10 analyzed the cost of mechanized harvesting with a combine six operations and manual
11 harvesting, using own and rented harvester farming in high-load and intermediate in the
12 Cerrado Mineiro, Minas Gerais, Brazil. We used a randomized block design with four
13 replications. It was found that in high load crops, the use of three operations of the
14 harvester itself being rented or is the most suitable choice of harvest. In farming
15 intermediate load, the use of three operations of the combine when it is proper and two
16 pass when it is rented is recommended.

17 **Index terms:** *Cofee arábica* L.; operating cost; mechanization.

18

19 **2.3. INTRODUÇÃO**

20 Apesar dos avanços da mecanização na cafeicultura, ainda verifica-se
21 considerável dependência da mão-de-obra, sobretudo, durante a colheita. Isso ocorre
22 pelo fato da colheita mecanizada com apenas uma operação da colhedora, de modo
23 geral, não ser capaz de derriçar toda a carga presente nos pés, acarretando na
24 necessidade de repasse manual. Além disso, o café presente no solo, comumente é
25 recolhido de forma manual, sendo esta operação denominada varrição manual. Esta

1 dependência de mão-de-obra na colheita manual, que, de modo geral, é escassa e
2 onerosa, eleva o custo de produção final da cafeicultura, comprometendo os lucros da
3 atividade (LANNA & REIS, 2012).

4 Uma das maneiras para reduzir o custo é encontrar meios de viabilizar a
5 mecanização total da colheita. Dentre outras vantagens, isso, elevaria o rendimento da
6 operação, pois, uma colhedora de café colhe em média, 60 sacas de café por hora e,
7 dependendo do número de horas trabalhadas no dia, é capaz de substituir um
8 contingente de até 100 trabalhadores (ORTEGA et al., 2009). Com isso, a colheita seria
9 finalizada mais cedo e atenderia a demanda de colheita de cada talhão no tempo
10 adequado, possibilitando um melhor gerenciamento da operação (SILVA et al., 2013).

11 O repasse manual pode ser substituído com a utilização da repetição de
12 operações da colhedora. Dessa forma, irá depender da carga de café nas plantas
13 (SANTINATO et al., 2014), do estágio de maturação dos frutos (SILVA et al., 2010), e
14 da disponibilidade de maquinário na propriedade. A disponibilidade de maquinário pode
15 limitar o escalonamento das operações da colhedora, no entanto, a possibilidade de
16 utilização de terceirização na colheita pode suprir essa limitação (ORTEGA et al.,
17 2009).

18 O escalonamento das operações possibilita iniciar a colheita antes do período
19 padrão, que corresponde ao momento em que a planta apresenta a maior quantidade de
20 frutos cereja possíveis de serem colhidos. Dessa forma, evita-se parte das perdas
21 naturais que se dão pelo café que passa para o estágio seco rapidamente, principalmente,
22 aqueles localizados no terço superior das plantas e os presentes em ramos desfolhados
23 que apresentam exposição direta ao sol. Estes frutos se desprendem dos ramos com
24 maior facilidade que os demais e elevam a quantidade de café caído precocemente
25 (SILVA et al., 2010; MATIELLO et al., 2010). Colher o café com repetidas operações

1 da colhedora possibilita que em cada uma das operações se faça ajustes na colhedora
2 quanto à sua regulação (velocidade operacional e vibração das hastes) e ao número e
3 posicionamento de varetas. Essa operação denomina-se colheita seletiva e possibilita
4 maior obtenção de frutos no estágio cereja, agregando valor à produção (SILVA et al.,
5 2013).

6 A mecanização da colheita é uma alternativa que reduz o custo do processo
7 produtivo sem promover gastos excessivos, sendo entorno de 50% mais econômica que
8 a colheita manual (SILVA, et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2007). As reduções nos
9 custos do sistema de colheita mecanizado frente ao manual podem ser de 41 a 50% para
10 lavouras com produtividade aproximada de 30 a 35 sacas de café beneficiado ha⁻¹,
11 utilizando duas operações da colhedora (SILVA et al., 2000 e SILVA, 2004). Realizar a
12 colheita com repetidas operações da colhedora pode substituir o repasse manual,
13 dispensando-o, e conseqüentemente reduzir o custo da operação. A redução de custo
14 pode ser ainda maior em lavouras de carga alta, que por apresentarem maior quantidade
15 de frutos nos pés, demandam maior contingente de mão de obra para a realização do
16 repasse manual.

17 Portanto, objetivou-se com este trabalho, realizar uma análise econômica da
18 colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora, sendo ela
19 própria ou alugada, na região do Cerrado Mineiro.

20

21 **2.4. MATERIAL E MÉTODOS**

22

23 O trabalho foi realizado nas Fazendas São João Grande e Dona Neném, no
24 município de Patos de Minas, MG, localizadas nas coordenadas geodésicas 18°33'18"

1 latitude Sul e 46°20'01" longitude Oeste, na região do Cerrado mineiro, com altitude
2 média de 1.100 m e clima Cwa de acordo com a classificação de Köppen, (1948).

3 A lavoura da Fazenda São João Grande possui plantio comercial de cafeeiros
4 irrigados sob pivô central, com linhas de 250 m de comprimento. A área possui
5 aproximadamente 54,0 ha com declividade média de 3,8%. A cultivar transplantada na
6 área foi a Catuaí Vermelho IAC 144, no ano de 2003 no espaçamento de 4,0 metros
7 entre linhas e 0,5 m entre plantas, com densidade populacional de 5.000 plantas ha⁻¹.

8 Na Fazenda Dona Neném, a lavoura de café é irrigada por gotejamento e
9 plantada em renque mecanizado, com linhas de 200 m de comprimento. Possui
10 aproximadamente 30,0 ha e o talhão apresenta em média 2% de declividade onde estão
11 transplantados desde 2007, em espaçamento de 4,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas
12 (5.000 plantas ha⁻¹), cafeeiros da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144.

13 As colheitas foram realizadas entre os dias 12/6/2013 e 12/8/2013. Comparou-se
14 duas situações: lavoura com carga intermediária (Fazenda São João Grande) e lavoura
15 com carga alta (Fazenda Dona Neném), com aproximadamente 50,78 e 121,54 sacas de
16 café ben. ha⁻¹, respectivamente. Vale ressaltar que para o Brasil, para cafeeiro *Coffea*
17 *arábica* L., ambas produtividades são consideradas elevadas (FERNANDES et al.,
18 2012; CONAB, 2014).

19 A colheita mecanizada nas duas fazendas foi realizada utilizando a mesma
20 colhedora tracionada da marca Jacto, modelo KTR, fabricada em 2003, tendo
21 aproximadamente 5.800 horas trabalhadas. Em todas as operações, utilizou-se vibração
22 das hastes de 850 rpm e velocidade operacional de 1,05 km h⁻¹. A colhedora foi
23 tracionada por trator da marca New Holland, modelo TT 3880F, 4 x 2 TDA, com tração
24 dianteira auxiliar acionada, e potência nominal de 65 cv, cujo acionamento se dá por
25 meio da TDP, operando sempre no mesmo sentido de deslocamento pelas linhas de

1 plantio. O café colhido foi depositado em uma carreta modelo Cargo 5.000, dotada de
2 dois eixos, com capacidade de armazenamento de 5,18 m³, tracionada por trator idêntico
3 ao que tracionou a colhedora.

4 O trabalho consistiu de sete tratamentos, cada um deles correspondente a um
5 número de operações da colhedora, ou seja: T1 = uma operação, T2 = duas operações,
6 T3 = três operações, T4 = quatro operações, T5 = cinco operações, T6 = seis operações,
7 além de um tratamento colhido manualmente. Os tratamentos foram delineados em
8 blocos casualizados e executados com intervalo de doze dias entre eles. Realizaram-se
9 quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais, em cada uma das fazendas.

10 Cada unidade experimental foi composta por 10 plantas, dispostas em duas
11 linhas de café paralelas. Em cinco plantas, de uma das linhas, realizou-se a avaliação de
12 produtividade, por meio da colheita manual. Na outra linha, deslocou-se a colhedora de
13 café de acordo com o número de vezes correspondentes ao tratamento para proceder as
14 demais avaliações (cinco plantas).

15 A determinação da produtividade, também denominada de carga inicial, foi
16 estimada pela derriça manual de toda a carga pendente das cinco plantas em cada
17 unidade experimental, previamente à passagem da colhedora. Para isso, colocaram-se
18 panos de “derriça” de aproximadamente 3,0 m x 2,0 m sob a copa das plantas dos dois
19 lados da linha de café de forma que um sobrepusesse o outro. Após isso, os frutos foram
20 derriçados. O volume de café produzido foi quantificado individualmente através de
21 recipiente graduado, para o cálculo da produtividade média (L planta⁻¹) e, em seguida, o
22 volume foi convertido para sacas de café ben. ha⁻¹ (REIS et al., 2008).

23 Nas outras cinco plantas foram colocados panos de derriça sob a copa das
24 plantas. Em seguida, operou-se a colhedora e após sua passagem, o café que se
25 despreendeu dos ramos e caiu nos panos foi coletado e teve seu volume determinado.

1 Este café foi denominado Café caído. Após a limpeza e abanação dos panos, eles foram
2 novamente posicionados sob os pés das plantas e os frutos que ainda estavam nos ramos
3 foram derriçados e também medidos conforme descrito anteriormente. Este café foi
4 denominado Café remanescente. De posse dos dados, determinou-se a quantidade de
5 café colhido (Equação 01).

$$6 \quad CC = C_{Ini} - C_{Caído} - C_{Rem} \quad \text{Equação 01}$$

7 Em que;

8 CC = café colhido (Sacac de café ben. ha^{-1})

9 C_{ini} = quantidade de café inicial (Sacac de café ben. ha^{-1})

10 $C_{Caído}$ = quantidade de café caído (Sacac de café ben. ha^{-1})

11 C_{Rem} = quantidade de café remanescente (Sacac de café ben. ha^{-1})

12 O custo operacional total da colheita mecanizada foi analisado separadamente
13 para cada máquina envolvida no processo de colheita, ou seja: colhedora tracionada,
14 carreta que transporta os frutos colhidos e dois tratores que as tracionam. Os valores
15 foram expressos em reais por hora efetiva de trabalho ($R\$ h^{-1}$). O custo hora/máquina
16 foi obtido pela soma dos custos fixos e variáveis, detalhados a seguir:

17

18 **2.4.1. Determinação dos Custos Fixos:**

- 19 • Custo de depreciação (Dp)

20 O custo de depreciação foi calculado utilizando-se o método da depreciação
21 linear (Equação 02).

$$Dp = \frac{Vi - Vr}{Vu} \quad \text{Equação 02}$$

22 Em que,

23 Dp = depreciação linear da máquina ($R\$ h^{-1}$)

1 V_i = valor inicial da máquina (R\$)

2 V_r = valor residual (R\$)

3 V_u = vida útil (h)

4 Com base nos valores médios das vendas da região utilizou-se para a
5 colhedora o valor de aquisição de R\$ 400.000,00 e valor residual, após 10.000 h de uso,
6 igual a R\$ 150.000,00. Para os dois tratores, utilizou-se R\$ 90.000,00 cada um, e para a
7 carreta, R\$ 12.000,00. Ambos com valor residual de 10% do valor inicial.

8 • Custo dos juros sobre o capital empatado (J).

9 O custo dos juros sobre o capital empatado corresponde ao custo de oportunidade e
10 representa o valor que o produtor deixa de ganhar por investir na cafeicultura ao invés
11 de investir em outra fonte de renda. Foi calculado com base na taxa de juros de 5%
12 fornecida pelas fazendas (Equação 03).

13

$$J = \left(\frac{V_i + V_r}{2} \right) \frac{i}{T} xi$$

Equação 03

14

15 Em que,

16 J = custo com juros (R\$⁻¹)

17 V_i = valor inicial da máquina (R\$)

18 V_r = valor residual (R\$)

19 T = vida útil (h)

20 i = taxa de juros (%)

21 • Custo de taxa de seguros e abrigo (SA)

22 O custo de taxa de seguro e abrigo é importante, pois, representa uma segurança
23 que o proprietário das máquinas possui caso ocorra algum acidente. Ademais, leva em
24 conta também o custo com abrigo da máquina. Neste trabalho, utilizou-se taxa de

1 seguros e abrigo de 3% empregada pelo Banco Rural e pelas principais seguradoras do
2 estado de Minas Gerais (Equação 04).

3

$$4 \quad SA = \frac{Vi}{T} \times Tsa \quad \text{Equação 04}$$

5 Em que,

6 SA = custo do seguro e abrigo (R\$⁻¹)

7 Vi = valor inicial (R\$)

8 T = tempo de vida útil (h)

9 Tsa = taxa sobre abrigo (%)

10

11 **2.4.2. Determinação dos custos variáveis:**

- 12 • Custo com combustível (CC)

13 O custo com combustível, em geral, é o mais empregado no cômputo de custos
14 operacionais. Foi calculado de acordo com a tomada de potência do trator (ASAE,
15 1998) (Equação 05).

$$CC = 0,151 \times Ptdp \times Vc \quad \text{Equação 05}$$

16 Em que;

17 CC = custo de combustível (R\$ h⁻¹)

18 $Ptdp$ = potência máxima disponível na tomada de potência (cv)

19 Vc = valor do combustível (R\$ L⁻¹)

20 O valor de combustível Diesel, utilizado foi o praticado nos postos de combustível
21 da região, à época de realização do trabalho, ou seja, R\$ 2,55 L⁻¹.

- 22 • Custo de lubrificantes e graxas (CLG)

23 O custo referente ao consumo de óleo lubrificante foi determinado de acordo
24 com indicação da ASAE, (1998) (Equação 06).

$$Ci = (4,3 \times 10^{-4})(P + 0,02169)$$

Equação 06

1 Em que,

2 Ci = custo com lubrificantes (R\$ h⁻¹)

3 P = Potência nominal do motor, (cv)

4 O custo da graxa foi estimado considerando-se consumo de 0,5 kg de graxa a
5 cada dez horas de trabalho para cada máquina, ou seja, 0,05 kg de graxa h⁻¹, para o valor
6 de R\$ 12,50 kg⁻¹.

7 • Custo do óleo hidráulico (COH)

8 O custo com o óleo hidráulico foi determinado de acordo com o consumo e
9 valor do filtro (ASAE, 1998) (Equação 07).

$$COH = V_x \frac{CT}{Tto} + \frac{Cf}{Ttf}$$

Equação 07

10 Em que,

11 COH = custo com óleo hidráulico (R\$ h⁻¹)

12 V = valor do óleo hidráulico (R\$ L⁻¹)

13 CT = capacidade do depósito (L)

14 Tto = tempo de troca do óleo (h)

15 Cf = valor do filtro (R\$)

16 Ttf = tempo de troca do filtro (h)

17 Segundo pesquisa de mercado os valores do óleo hidráulico, filtro da colhedora e
18 filtro do trator foram de R\$ 9,00 L⁻¹, R\$ 150,00 e R\$ 70,00, respectivamente. As
19 capacidades de depósito da colhedora e do trator são respectivamente de 250,0 L e 40,0
20 L. O tempo necessário para efetuar as trocas de óleo e de filtro de ambas as máquinas é
21 de 1.200 h.

22 • Custo com manutenção (CM)

1 O custo de manutenção inclui manutenção preventiva e corretiva, além da mão
2 de obra necessária para realizá-la (ASAE, 1998) (Equação 08).

3

$$CM = \frac{TM}{T} \times Vi$$

4 Equação 08

5 Em que,

6 CM = custo de manutenção (R\$ h⁻¹)

7 TM = taxa de manutenção (%)

8 T = tempo de vida útil (h)

9 Vi = valor inicial (R\$)

10 A taxa de manutenção varia de 10 a 30% para implementos e de 70 a 100% para
11 máquinas (MIALHE, 1974).

12 • Custo de pessoal operacional (COM)

13 Para a determinação dos custos de pessoal operacional, analisaram-se gastos
14 com salários diretos mais os custos de benefícios e encargos sociais. Esses valores
15 foram obtidos nas fazendas onde se realizou o trabalho. O salário do operador foi de R\$
16 1.427,76 somado a 53,93% de encargos e demais gastos (DIEESE, 2014) totalizando R\$
17 2.197,75. Foram considerados 25 dias trabalhados e 8 h de trabalho para cada dia,
18 portanto, o custo por hora trabalhada foi de R\$ 10,98 h⁻¹.

19 Além do custo hora/máquina calcularam-se os custos de varrição e repasses
20 manuais de cada tratamento colhido mecanicamente. O custo da varrição foi obtido
21 multiplicando-se o número de medidas, correspondentes ao café caído, pelo valor pago
22 nessa operação (R\$ 10,00 medida⁻¹, mais 53,93% de encargos sociais). O custo do
23 repasse manual foi obtido multiplicando-se o número de medidas, correspondentes ao
24 café remanescente, pelo valor de R\$ 7,00, mais 53,93% de encargos sociais. Dessa

1 demandando 2,5 h ha⁻¹, acrescido em 20%, referente ao tempo gasto com manobras nos
 2 carregadores e interrupções (SILVA et al., 2003). O tempo de colheita por hectare em
 3 cada operação foi de 3,0 h, totalizando custo de R\$ 575,82 ha⁻¹. No caso da opção de
 4 aluguel da colhedora, o custo hora/máquina foi de R\$ 110,73 h⁻¹ somado ao valor de
 5 aluguel de R\$ 170,00 h⁻¹, totalizou R\$ 280,73 h⁻¹, ou seja, R\$ 842,19 ha⁻¹, valor 46,2%
 6 superior que a opção de colhedora própria (Tabela 01).

7
 8 **Tabela 1.** Composição do custo operacional da colheita mecanizada do café, utilizando
 9 colhedora própria, realizado com colhedora tracionada modelo KRT, dois tratores New
 10 Holland utilizados para tracionar a colhedora e a carreta Cargo 5.000.

Item	Custo operacional (R\$ h ⁻¹)				Custo total
	Colhedora	Trator (colhedora)	Trator (carreta)	Carreta	
Depreciação (Dp)	25,00	8,10	8,10	1,08	42,28
Jurus sobre o capital (J)	1,37	0,25	0,25	0,03	1,90
Taxa de seguros e abrigo (SA)	1,20	0,27	0,27	0,04	1,77
Total (CF)	27,57	8,62	8,62	1,12	45,93
Custo de combustível (CC)	-	25,03	25,03	-	50,05
Custo de lubrificantes e graxas (CLG)	0,65	0,65	0,65	-	1,96
Custo do óleo hidráulico (COH)	2,00	0,35	0,35	-	2,70
Custo com manutenção (CM)	40,00	9,00	9,00	0,36	58,36
Custo de pessoal operacional (COM)	10,98	10,98	10,98	-	32,94
Total (CV)	53,63	46,01	46,01	0,36	146,01
Custo total (R\$ h ⁻¹)	81,20	54,63	54,63	1,48	191,94

1

2 A análise de variância indicou diferença entre os tratamentos nas variáveis:
3 quantidade de café colhido, caído e remanescente e custo de varrição manual e repasse
4 manual. A colheita com três operações da colhedora proporcionou maior quantidade de
5 café colhido, obtendo 4,9 sacas de café ben. ha⁻¹ a mais que a colheita com duas
6 operações. Além disso, foi capaz de dispensar a utilização de repasse manual (Tabela 2).

7

8 **Tabela 2.** Quantidade de café colhido (CCo), caído (CCa) e remanescente (CRe) (sacas
9 de café ben. ha⁻¹) e custos do repasse (CRM), varrição manuais (CVM) e custo
10 hora/máquina referente à colhedora própria (CCP) e alugada (CCA), com repetidas
11 operações, em safra de carga alta, na região de Patos de Minas, MG.

NOC*	CCo	CCa	CVM	CRe	(CRM)	CCP	CCA
	R\$ ha ⁻¹				-----R\$ ha ⁻¹ -----		
1	69,12 c	10,51 a	1.293,99 a	42,01 c	3.619,58 c	575,82	842,19
2	96,09 b	17,46 b	2.149,67 b	6,38 b	549,70 b	1.151,64	1.684,38
3	101,06 a	17,46 b	2.149,67 b	1,14 a	98,22 a	1.727,46	2.527,14
4	102,80 a	17,46 b	2.149,67 b	0,53 a	45,55 a	2.303,28	3.368,76
5	103,20 a	17,46 b	2.149,67 b	0,00 a	0,00 a	2.879,10	4.210,95
6	103,20 a	17,46 b	2.149,67 b	0,00 a	0,00 a	3.454,92	5.053,14
CV (%)	11,99	4,26	4,25	22,75	22,74	-	-

12 *NOC = Número de operações da colhedora.

13 **M = Colheita manual.

14 ***Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de
15 Tukey à 5% de probabilidade.

16

17 Analisando a composição do custo da colheita mecanizada, verificou-se que a
18 colheita com uma operação proporcionou menor custo de varrição manual, sendo 23,6%
19 do custo total (Tabela 2). Isso ocorreu devido a quantidade de café caído ser menor em
20 relação aos demais tratamentos, que apresentaram o mesmo valor entre si. O custo da
21 varrição manual compôs grande parte do custo total da colheita, notadamente nos

1 tratamentos com repetidas operações da colhedora, variando de 38,3 a 55,8%, vide seu
2 baixo rendimento e elevado valor pago para sua realização (Tabela 2). Ao substituir a
3 varrição manual pela mecanizada pode ocorrer redução do custo. Fato este, observado
4 por Silva et al., (2003) que, trabalhando com colheita mecanizada somente na planta e
5 colheita mecanizada na planta e no chão (varrição mecanizada), obtiveram reduções de
6 custos de 46 e 67% em relação a colheita manual, respectivamente.

7 O custo do repasse manual foi maior quando se colheu com apenas uma
8 operação da colhedora, devido à maior quantidade de café remanescente,
9 correspondendo a 65,9% do custo total desse tipo de colheita. A medida que se
10 aumentou o número de operações da colhedora, reduziu-se a quantidade de café
11 remanescente. A partir de três operações da colhedora não a pequena quantidade de café
12 remanescente nas plantas não diferiu de zero, podendo ser desprezada. Fato este,
13 contribuiu para a redução do custo total das colheitas com repetidas operações da
14 colhedora (Tabela 2).

15 Da mesma forma, a medida que aumentou-se o número de operações da
16 colhedora, aumentou-se o valor gasto com o custo operacional referente a própria
17 colhedora, elevando a participação nos custos totais, que variaram de 10,5%, para a
18 colheita com uma operação, e até 61,6% para a colheita com seis operações. Essa
19 proporção é maior quando se opta pela colheita mecanizada utilizando colhedora
20 alugada, pois o custo hora/máquina é mais elevado (Tabela 2).

21 A ANOVA constatou diferença entre os tratamentos com relação aos custos
22 operacionais totais das opções de colheita mecanizada com colhedora própria e alugada.
23 Quando se comparou em cada tratamento, a diferença entre o custo total utilizando
24 colhedora própria e alugada, houve diferença em todos os tratamentos, exceto na
25 colheita com uma operação da colhedora e colheita manual (Tabela 3).

1

2 **Tabela 3.** Custo de produção da colheita mecanizada, utilizando colhedora de café
3 própria e alugada com repetidas operações, em comparação com a colheita manual, em
4 lavoura de carga alta, na Região de Patos de Minas-MG.

NOC*	Custo de produção total da colhedora (R\$ ha ⁻¹)	
	Própria	Alugada
1	5.489,39 Ad	5.755,76 Ab
2	3.851,02 Aa	4.383,75 Ba
3	3.975,36 Aa	4.775,03 Ba
4	4.498,62 Ab	5.563,98 Bb
5	5.028,77 Ac	6.360,62 Bc
6	5.604,59 Ad	7.202,81 Bd
M**	9.032,85 Ae	9.032,85 Ae
CV (%)	4,07	4,56

5 *NOC = Número de operações da colhedora.

6 **M = Colheita manual

7 ***Médias seguidas por mesmas letras minúsculas e maiúsculas, comparadas nas colunas
8 e nas linhas, não diferem entre si, pelos teste de Tukey e t à 5% de probabilidade,
9 respectivamente.

10

11 Na soma total dos custos, nota-se que todos os tratamentos mecanizados
12 apresentaram menor valor que a colheita manual, com reduções de custo de até 57,3%
13 (Tabela 3). A colheita mecanizada com uma operação da colhedora apresentou valor
14 igual à colheita com seis operações, sendo esses os tratamentos mecanizados mais
15 onerosos. Isso mostra que a elevada quantidade de café remanescente, decorrente da
16 baixa eficiência de colheita, que acarretou em elevada demanda de repasse manual, foi
17 fator preponderante para a elevação do custo.

18 As colheitas com duas operações da colhedora, onde o repasse manual foi menos
19 intenso e com três operações, onde não houve repasse manual, foram os tratamentos que
20 proporcionaram os menores custos para serem realizados. As colheitas com quatro e
21 cinco operações, embora não demandaram repasse manual, promoveram custo elevado
22 devido à elevação na demanda de horas/máquina, no entanto podem ser dispensadas, já

1 que três operações da colhedora foram suficientes para colher todo o café pendente
2 (Tabela 3).

3 Para a opção de aluguel da colhedora, todos os tratamentos mecanizados
4 também foram menos onerosos que a colheita manual, com reduções de custo de até
5 51,5%. As colheitas com duas e três operações foram os tratamentos mais viáveis
6 economicamente, pois proporcionaram os menores custos. A colheita com quatro
7 operações equiparou-se a colheita com apenas uma passada da colhedora e a colheita
8 com seis operações foi o tratamento mais oneroso. Essas alterações em relação à
9 colheita utilizando colhedora própria são decorrentes do maior custo hora/máquina
10 desse tipo de colheita, aumentando o custo operacional a medida que se aumenta o
11 número de operações.

12 O custo da colheita utilizando colhedora alugada foi de 13,8 a 28,5% maior que
13 a colhedora própria, a partir de duas passadas da colhedora. Com uma operação da
14 colhedora os custos foram semelhantes (Tabela 3).

15 Para a lavoura de carga intermediária, verificou-se pela ANOVA que houve
16 diferença entre os tratamentos estudados para as variáveis quantidade de café colhido,
17 caído e remanescente, bem como os custos da varrição manual e repasse manual. A
18 colheita mecanizada com uma operação da colhedora demandou o menor custo de
19 varrição e o maior de repasse manual, correspondendo a 28,81 e 44,86% de seu custo
20 total, respectivamente (Tabela 4).

21

22

23

24

1 **Tabela 4.** Quantidade de café colhido (CCo), caído (CCa) e remanescente (CRe) (sacas
 2 de café ben. ha⁻¹) e custos do repasse (CRM), varrição manuais (CVM) e custo
 3 hora/máquina referente à colhedora própria (CCP) e alugada (CCA), com repetidas
 4 operações, em safra de carga intermediária, na região de Patos de Minas, MG.

NOC*	CCo	CCa	CVM	CRe	(CRM)	CCP	CCA
	R\$ ha ⁻¹				-----R\$ ha ⁻¹ -----		
1	34,30 c	5,12 a	630,37 a	11,39 c	981,36 c	575,82	842,19
2	40,12 b	5,80 b	714,09 b	4,47 b	385,13 b	1.151,64	1.684,38
3	43,44 a	5,96 b	733,79 b	0,96 ab	82,71 ab	1.727,46	2.527,14
4	43,97 a	5,96 b	733,79 b	0,00 a	0,00 a	2.303,28	3.368,76
5	43,97 a	5,96 b	733,79 b	0,00 a	0,00 a	2.879,10	4.210,95
6	43,97 a	5,96 b	733,79 b	0,00 a	0,00 a	3.454,92	5.053,14
CV (%)	10,74	3,06	3,07	37,15	37,15	-	-

5 *NOC = Número de operações da colhedora

6 **Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de
 7 Tukey à 5% de probabilidade.

8

9 Diferentemente da lavoura de carga alta, a partir de duas operações da colhedora,
 10 o fator de custo que mais influenciou o custo total das operações foi o custo
 11 hora/máquina, pois as quantidades de café caído e remanescente foram inferiores,
 12 acarretando em menores gastos com varrição e repasse manual. O custo hora/máquina
 13 compôs 51,16 a 82,46% dos custos totais das colheitas com duas a seis operações. No
 14 entanto, a partir de três operações da colhedora a quantidade de café remanescente foi
 15 próxima à zero saca ben. ha⁻¹, de forma que as colheitas com quatro a seis operações
 16 foram desnecessárias (Tabela 4).

17 De maneira similar à lavoura de carga alta, a colheita com três operações foi a
 18 que obteve maior quantidade de café colhido, colhendo: 9,14 e 3,32 sacas de café ben
 19 ha⁻¹ a mais que as colheitas com uma e duas operações (Tabela 4).

20

1

2 A ANOVA indicou que houve diferença entre os tratamentos estudados para o
3 custo operacional total utilizando colhedora própria e alugada. Também verificou-se
4 diferença quando comparou-se as opções de colhedora própria e alugada, em cada
5 tratamento (Tabela 5).

6

7 **Tabela 5.** Custo de produção da colheita mecanizada, utilizando colhedora de café
8 própria e alugada com repetidas operações, em comparação com a colheita manual, em
9 lavoura de carga intermediária, na Região de Patos de Minas-MG.

NOC*	Custo de produção total da colhedora (R\$ ha ⁻¹)	
	Própria	Alugada
1	2.187,56 Aa	2.453,92 Ba
2	2.250,87 Aa	2.783,60 Ba
3	2.543,97 Aa	3.343,64 Bb
4	3.037,07 Ab	4.102,55 Bc
5	3.612,89 Ac	4.944,74 Bd
6	4.188,70 Ad	5.786,93 Be
M**	4.375,20 Ad	4.375,20 Ac
CV (%)	5,18	4,14

10 *NOC = Número de operações da colhedora.

11 **M = Colheita manual.

12 ***Médias seguidas por mesmas letras minúsculas e maiúsculas, comparadas nas colunas
13 e nas linhas, não diferem entre si, pelos teste de Tukey e t à 5% de probabilidade,
14 respectivamente.

15

16 Na soma total dos custos, com exceção da colheita com seis operações, com
17 colhedora própria, todos os tipos de colheita foram menos onerosos que a colheita
18 manual, apresentando redução de custo de até 50%. Valor semelhante foi encontrado
19 por Lanna & Reis, (2012), avaliando o custo da colheita mecanizada do café no Sul de
20 Minas Gerais. Verifica-se que as colheitas com uma, duas e três operações foram as
21 mais viáveis economicamente, apresentando os menores valores (Tabela 5).

22

1 AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERIG. **ASABE Standards**.
2 St. Joseph, Agricultural management data ASAE D497.4. 1998, p. 360-367.

3 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores agropecuários**.
4 Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2014.

5 DIEESE. Encargos sociais no Brasil. **Pesquisa Dieese**, n. 12, p. 36, 2014.

6 FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A
7 moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42,
8 n. 2, p. 231-40, 2012.

9 FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e**
10 **Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

11 KÖEPPEN, W. **Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra**. México:
12 Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

13 LANNA, G. B. M.; REIS, P. R. Influência da mecanização da colheita na viabilidade
14 econonômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, v. 7, n.
15 2, p. 110-121, 2012.

16 MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. A.;
17 FERNANDES, D. R. **Cultura do Café no Brasil, Manual de Recomendações**. Rio de
18 Janeiro e Varginha: Fundação Prócafé, 2010. 542p.

19 MIALHE, L. G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres,
20 1974. 297 p.

21 OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; SOUZA, Z. M; CHALFOUN, S. M.;
22 FIGUEIREDO, C. A. P. Custos operacionais da colheita mecanizada do cafeeiro.
23 **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 827-31, 2007.

24 ORTEGA, A. C.; JESUS, C. M.; MOURO, M. C. Mecanização e emprego na
25 cafeicultura do cerrado mineiro. **Revista ABET**, v. 8, n. 2, p. 58-82, 2009.

1 REIS, T. H. P.; SOARES, T. L.; GUIMARÃES, G. P. T. Informações úteis no
2 planejamento e no gerenciamento da atividade cafeeira. **Informe Agropecuário**, v. 29,
3 n. 247, p. 112-27, 2008.

4 SANTINATO, F.; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T.; SANTINATO, R. Análise quali-
5 quantitativa da operação de colheita mecanizada de café em duas safras. **Coffee**
6 **Science**, v. 9, n. 4, p. 495-505, 2014.

7 SILVA, C. F.; SILVA, F. M.; ALVES, M. C.; BARROS, M. M.; SALES, R. S.
8 Comportamento da força de desprendimento dos frutos de cafeeiros ao longo do período
9 de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 468-474, 2010.

10 SILVA, F. M.; RODRIGUES, R. F.; SALVADOR, N.; TOURINO, E. S.; SILVA, S. S.
11 S. Custo da colheita mecanizada de café com colhedoras automotrizes no Sul de Minas.
12 **Engenharia na Agricultura**, v. 8, n.1, p. 54-60, 2000.

13 SILVA, F. C.; SILVA, F. M.; SILVA, A. C.; BARROS, M. M.; PALMA, M. A. Z.
14 Desempenho operacional da colheita mecanizada e seletiva do café em função da força
15 de desprendimento dos frutos. **Coffee Science**, v. 8, n. 1, p. 53-60, 2013.

16 SILVA, F. M.; **Colheita mecanizada e seletiva do café: cafeicultura empresarial:**
17 **produtividade e qualidade.** Lavras: Ufla/Faepe, 2004. 75p.

18 SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R. F.; TOURINO, E. S. Avaliação da
19 colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 2, p.309-15,
20 2003.

21
22
23
24
25

1 repetições. Avaliaram-se os danos provocados às plantas, variação da produtividade
2 entre a 2^a e a 1^a safra, enfolhamento ao longo de 270 dias e a composição morfológica
3 dos ramos dos cafeeiros. Pode-se substituir a colheita manual pela colheita mecanizada
4 utilizando até duas operações da colhedora, independentemente da carga de café, sem
5 que haja aumento na quantidade de danos promovidos às plantas e redução de
6 produtividade na safra seguinte.

7 Termos para indexação: colheita mecanizada; morfologia do cafeeiro; bienalidade de
8 produção.

9

10 **Influence of harvest in the morphological and productive coffee plants**

11

12 3.2. Abstract – The coffee harvest, either manual or mechanized, causes damage to
13 plants in several ways. Such damage reflect negatively in the following harvest,
14 increasing the effect of the coffee biannuality. Mechanical harvesting can be performed
15 using repeated operation of the combine and increase the time of exposure of plants to
16 vibrating rods may increase damage to plants compared to manual harvesting.
17 Therefore, the aim of this work was to evaluate the morphological and productive
18 influence that the use of repeated operation of the harvester and manual harvesting
19 promote the coffee. Compared the mechanized crops with a six operations of the
20 harvester, harvester using KTR and manual harvest in crop load initially high and
21 initially intermediate. The experimental design of randomized blocks with four
22 replications. We assessed the damage to plants, variation in productivity between the 2nd
23 and the 1st harvest, leafiness over 270 days and the morphological composition of the
24 branches of the trees. You can replace manual harvesting by mechanical harvesting
25 using two operations until the harvester, regardless of the load of coffee, with no

1 increase in the amount of damage to plants promoted and reduced productivity for the
2 next harvest.

3 Index terms: mechanical harvester; morphology of coffee; biannuality production.

4

5

3.3. Introdução

6

7 A colheita do café, seja manual ou mecanizada, devido ao grande contato com a
8 parte vegetativa das plantas, promove danos às plantas de diversas formas. O processo
9 de retirada de frutos promove desfolhamento, queda dos botões florais, além da quebra
10 e remoção de ramos plagiotrópicos. Assim, a planta poderá produzir menos na safra
11 seguinte, uma vez que utilizará parte de suas reservas para a recomposição de suas
12 partes vegetativas em detrimento da produção de novos frutos (BARTHOLO &
13 GUIMARÃES, 1997). Ademais, a desfolha também causa redução da radiação
14 fotossinteticamente ativa interceptada pelo dossel das plantas e até mesmo algumas
15 alterações fisiológicas em seu metabolismo (SILVA et al., 2010), também contribuindo
16 para reduzir a produtividade. Os cafeeiros frutificam e enchem os grãos, cerca de 80 a
17 100 dias após a floração (CAMARGO & CAMARGO, 2001). Caso não haja reservas,
18 as plantas acabam por abortar parte de sua produção. Tal fato, evidencia a importância
19 da manutenção da área foliar no período de pós colheita. Cannell (1976) afirma que são
20 necessários 20 cm² de área foliar para que se produza um fruto de café.

21 Os danos provocados às plantas decorrentes da colheita manual são em torno de
22 0,753 kg planta⁻¹ (SILVA et al., 2010) e os da colheita mecanizada são variáveis, à
23 depender do número de operações da colhedora, vibração das hastes (SANTINATO et
24 al., 2014) e velocidade operacional (OLIVEIRA et al., 2007a). Geralmente, a colheita

1 com uma passada da colhedora apresenta danos inferiores à colheita manual (SILVA et
2 al., 2000).

3 Além de se mensurar os danos provocados às plantas, deve-se quantificar a
4 diferença de produtividade entre uma safra e outra, para a verificação da influência dos
5 danos na produtividade da safra seguinte, correlacionando os valores. Trabalhos
6 pioneiros como os de Paulini et al., (1977) e Miguel et al., (1977) apontam essa
7 correlação, mas não a associação com os tipos de colheita.

8 Aliado a isto, torna-se necessária a verificação da taxa de enfolhamento, já que o
9 cafeeiro pode apresentar rápida recomposição vegetal, minimizando os efeitos negativos
10 dos danos. Essas análises devem ser realizadas em lavouras que se encontram em anos
11 de bienalidade negativa e positiva, pois o comportamento produtivo é diferenciado
12 (PEREIRA et al., 2011; VALADARES et al., 2013).

13 Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da colheita manual e
14 mecanizada, na morfologia e na produtividade do cafeeiro, em lavouras nos anos de
15 bienalidade positivo e negativo.

16

17 **3.4. Material e métodos**

18

19 O trabalho foi realizado nas Fazendas São João Grande e Dona Neném, no
20 município de Patos de Minas, MG, localizadas nas coordenadas geodésicas 18°33'18"
21 latitude Sul e 46°20'01" longitude Oeste, na região do Cerrado mineiro, com altitude
22 média de 1100 m, e clima Cwa de acordo com a classificação de Köppen, (1948).

23 A lavoura da Fazenda São João Grande possui plantio comercial de cafeeiros
24 irrigados sob pivô central, com linhas de 250 m de comprimento. A área possui 54,0 ha
25 com declividade média de 3,8%. O transplântio foi realizado em 2003 no espaçamento

1 de 4,0 metros entre linhas e 0,5 m entre plantas, com densidade populacional de 5.000
2 plantas ha⁻¹. Na Fazenda Dona Neném, a lavoura de café foi transplantada no ano de
3 2007 em renque mecanizado, no espaçamento de 4,0 m entre linhas e 0,5 m entre
4 plantas (5.000 plantas ha⁻¹). As linhas de plantio possuem 200 m de comprimento,
5 sendo irrigadas por gotejamento. A lavoura possui cerca de 30,0 ha e o talhão apresenta
6 em média 2% de declividade. Nas duas fazendas a cultivar era a Catuai Vermelho IAC
7 144.

8 As colheitas foram realizadas entre os dias 12/6/2013 e 12/8/2013. Naquela
9 safra, foram comparadas duas situações: lavoura com carga inicial intermediária no ano
10 de bienalidade negativa (Fazenda São João Grande) e lavoura com carga inicial alta, ano
11 de bienalidade positiva (Fazenda Dona Neném) onde a produtividade foi de 50,78 e
12 121,54 sacas de café ben. ha⁻¹, respectivamente. Devido ao efeito da bienalidade do
13 cafeeiro, na safra seguinte (2014) as lavouras apresentaram comportamento produtivo
14 oposto, de forma que na Fazenda São João Grande ocorreu carga alta e na Fazenda
15 Dona Neném, carga intermediária.

16 A colheita mecanizada nas duas fazendas foi realizada com colhedora da marca
17 Jacto, modelo KTR, fabricada em 2003, tendo aproximadamente 5.800 horas de uso.
18 Em todas as operações utilizou-se vibração das hastes de 850 rpm e velocidade
19 operacional de 1,05 km h⁻¹. Tais regulagens foram adotadas segundo indicação de
20 Oliveira et al., 2007a; Santinato et al., 2014. A colhedora foi tracionada por trator da
21 marca New Holland, modelo TT 3880F, 4 x 2 TDA, com tração dianteira auxiliar
22 acionada, e potência nominal 65 cv, cujo acionamento se dá por meio da TDP, operando
23 sempre no mesmo sentido de deslocamento pelas linhas de plantio.

24 O trabalho consistiu de sete tratamentos, cada um deles correspondente a um
25 número de passadas da colhedora, ou seja: T1 = uma operação, T2 = duas operações, T3

1 = três operações, T4 = quatro operações, T5 = cinco operações, T6 = seis operações,
2 além de um tratamento colhido manualmente (T7). Os tratamentos foram delineados em
3 blocos casualizados e executados com intervalo de doze dias entre eles. Realizaram-se
4 quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais em cada uma das fazendas.

5 Cada unidade experimental foi composta por 10 plantas, dispostas em duas
6 linhas de café paralelas. Em cinco plantas, de uma das linhas, realizou-se a avaliação de
7 produtividade na safra de 2013, por meio da colheita manual. Na outra linha, deslocou-
8 se a colhedora de café de acordo com o número de vezes correspondentes ao tratamento
9 para proceder as demais avaliações (cinco plantas).

10 A determinação da produtividade da cultura, também denominada de carga
11 inicial, foi estimada pela derriça manual de cinco plantas em cada uma das quatro
12 repetições de cada tratamento, previamente à passagem da colhedora. Para isso,
13 colocaram-se panos de “derriça” de aproximadamente 3,0 m x 2,0 m sob a copa das
14 cinco plantas, dos dois lados da linha de café de forma que um sobrepusesse o outro.
15 Após isso, os frutos foram derriçados dos pés e o volume de café colhido foi
16 quantificado individualmente através de recipiente graduado, para o cálculo da
17 produtividade média ($L \text{ planta}^{-1}$). Em seguida, o volume foi convertido para sacas de
18 café ben. ha^{-1} , conforme descrição de Reis et al., (2008). Realizou-se a determinação da
19 produtividade nas safras de 2013 e 2014.

20 A influência morfológica das colheitas nas plantas foi mensurada através dos
21 danos causados às plantas, enfolhamento ao longo do tempo (taxa de enfolhamento) e
22 composição dos ramos do café, sendo os dois últimos calculados a partir de avaliações
23 biométricas. Para a determinação dos danos às plantas (quantidade de material vegetal
24 perdida, incluindo folhas, ramos e botões florais), foram colocados panos de derriça sob
25 a copa das plantas. Em seguida, operou-se a colhedora e após sua passagem, todo o

1 material vegetal, exceto os frutos, que se desprendera das plantas e caíra nos panos
2 foram coletados e tiveram seu peso determinado (kg planta⁻¹).

3 Após o término da colheita no ano de 2013, iniciaram as avaliações biométricas
4 que se repetiram quatro vezes, em períodos espaçados de três meses, (0; 90; 180 e 270
5 dias após a colheita). Essas avaliações tiveram por objetivo quantificar o enfolhamento
6 das plantas e a taxa de enfolhamento, que se dá pelo enfolhamento em função do tempo.
7 Para isso, gerou-se uma equação de regressão da taxa de enfolhamento em função do
8 tempo. Para tanto, marcaram-se oito ramos em cada parcela, sendo quatro de cada lado
9 da linha de café e mensurou-se o número de nós e o número de folhas. De posse dos
10 dados calculou-se o enfolhamento (Equação 01). Multiplicou-se o número de nós por
11 dois para se obter o número de folhas máximas que cada ramo pode conter, já que, de
12 cada nó se originam apenas duas folhas.

$$13 \quad \text{Enf} = \left[\frac{NF}{(Nn \times 2)} \right] \times 100 \quad \text{Equação 01}$$

14 Em que;

15 *Enf* = enfolhamento (%);

16 *NF* = número de folhas em cada ramo;

17 *Nn* = número de nós.

18

19 Na última avaliação, realizada em maio de 2014 (270 dias após a colheita),
20 subdividiu-se os ramos avaliados em nós velhos (ramos lignificados), nós de produção
21 (nós correspondentes ao crescimento do ano anterior, que podem ou não apresentar
22 frutos na safra de 2014) e nós de crescimento (que apresentam gemas que poderão se
23 diferenciar em folhas ou originar a produção da safra de 2015).

1 Realizou-se a análise dos dados de forma individualizada, em cada uma das
2 fazendas, comparando-se os tratamentos, e de forma conjunta, comparando-se as duas
3 fazendas dentro de cada tratamento. Primeiramente, em ambas procedeu-se a análise de
4 variância. De forma individualizada, realizou-se o teste de Tukey para os danos
5 causados às plantas, produtividade da 2ª safra, e número de nós totais, nós velhos, nós
6 de produção e nós de crescimento. De forma conjunta, em cada tratamento, comparou-
7 se cada uma das lavouras pelo teste t, à 5% de probabilidade, quanto aos danos causados
8 às plantas e a produtividade da 2ª safra.

9 Para os dados de enfolhamento empregou-se a análise de regressão. Os
10 coeficientes dos componentes de cada modelo foram testados, escolhendo-se os
11 modelos significativos, com maior coeficiente de determinação. Procedeu-se a análise
12 de correlação de Pearson para verificar a relação linear entre os danos causados às
13 plantas e a variação da produtividade entre as duas safras analisadas. O coeficiente de
14 correlação de Pearson foi calculado analisando a interação entre as duas variáveis e
15 posteriormente classificando-a de fraca a forte. Para esta relação também procedeu-se
16 análise de regressão. Em todas as análises utilizou-se o programa estatístico SISVAR®
17 (FERREIRA, 2011).

18

19

3.5. Resultados e discussão

20

21 Os tipos de colheita estudados apresentaram comportamento semelhante nas
22 duas lavouras quanto aos danos causados às plantas, não se diferenciando pelo teste t.
23 Isso mostra que, independentemente, da carga que as plantas apresentem, as colheitas
24 mecanizadas com uma a seis operações e a colheita manual irão proporcionar danos às
25 plantas na mesma proporção (Tabela 1).

1 **Tabela 1.** Danos causados às plantas decorrentes das colheitas mecanizadas com uma a
 2 seis operações da colhedora e colheita manual, em duas lavouras de café, Patos de
 3 Minas, MG.

NOC*	Lavoura de carga inicial alta	Lavoura de carga inicial intermediária
	Danos causados às plantas (kg planta ⁻¹)	
1	0,57 Aa	0,68 Aa
2	1,15 Ab	1,02 Ab
3	1,43 Ac	1,37 Ac
4	1,65 Ad	1,67 Ad
5	1,82 Ade	1,94 Ae
6	1,94 Ae	2,16 Ae
M**	0,98 Ab	0,98 Ab
CV (%)	7,37	6,42

4 *NOC = Número de operações da colhedora.

5 **M = Colheita manual.

6 ***Médias seguidas por mesmas letras minúsculas e maiúsculas, comparadas nas colunas
 7 e nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey e t à 5% de probabilidade,
 8 respectivamente.

9

10 Na lavoura de carga inicial alta, a colheita mecanizada com uma operação da
 11 colhedora proporcionou menores danos causados às plantas em relação aos demais
 12 tratamentos, sendo 41,8% inferior que a colheita manual. A colheita com duas
 13 operações da colhedora promoveu danos causados às plantas semelhantes à colheita
 14 manual. A partir de três operações, a colheita mecanizada danificou mais os cafeeiros
 15 que a colheita manual, de 45,9 a 97,9%, obtendo maior quantidade de material vegetal
 16 perdido. As colheitas com cinco e seis operações apresentaram a mesma quantidade de
 17 danos causados às plantas (Tabela 1). Da mesma forma, na lavoura de carga inicial
 18 intermediária, a colheita com uma operação da colhedora foi o tratamento menos
 19 prejudicial às estruturas vegetativas das plantas, com 30,6% a menos de danos causados
 20 às plantas que a colheita manual. A colheita com duas operações acarretou na mesma
 21 quantidade de danos causados às plantas que a colheita manual. Com três operações da
 22 colhedora houve acréscimo de 39,8% nos danos causados às plantas em relação à

1 colheita manual. As colheitas com cinco e seis operações acarretaram em valores
2 semelhantes, sendo até 120,4% superiores à colheita manual (Tabela 1).

3 Os resultados discordam dos obtidos por Oliveira et al., (2007b), onde a colheita
4 mecanizada com duas operações acarretou em perda de material vegetal 11,8% superior
5 que a colheita manual, sendo mais danosa aos cafeeiros. Também contradizem os
6 resultados obtidos por Silva et al., (2003), onde a colheita com duas operações
7 promoveu 26% a mais de danos às plantas. Isso indica que as melhorias realizadas nas
8 colhedoras, tais como: o rebaixamento das máquinas, distância entre cilindros e
9 regulação do freio, bem como a qualificação dos operadores ao longo dos anos, pode
10 ter colaborado para a redução dos danos causados às plantas, já que os trabalhos citados
11 são mais antigos.

12 A lavoura de carga inicial alta (121,54 sacas de café ben. ha⁻¹ na safra 2013)
13 produziu na safra de 2014, em torno de 44,14 sacas de café ben. ha⁻¹, obtendo redução
14 de 63,7%. A lavoura de carga inicial intermediária (50,78 sacas de café ben. ha⁻¹ na
15 safra 2013) produziu na safra de 2014, 95,62 sacas de café ben. ha⁻¹ (Tabela 2), obtendo
16 acréscimo de 46,9%. Tal fato demonstra o efeito acentuado da bienalidade do cafeeiro.
17 Isto ocorre devido à competição de metabólitos que são utilizados para o crescimento
18 das plantas e produção de frutos. Normalmente, a bienalidade é mais acentuada
19 negativamente na safra seguinte à uma safra de elevada produtividade, já que o cafeeiro
20 não regula a carga que irá produzir (RENA & MAESTRI, 1986). A produção elevada
21 consiste em dreno de nutrientes muito intenso, dessa forma, a planta desenvolve baixo
22 crescimento de nós e ramos novos e, como consequência, apresentará baixa
23 produtividade na safra seguinte (DaMATTA, 2004).

24

1 **Tabela 2.** Produtividade (sacas de café ben. ha⁻¹) da 2^a safra e variação de produtividade
 2 em relação a 1^a safra, decorrentes das colheitas mecanizadas com uma a seis operações
 3 da colhedora e colheita manual realizadas na 1^a safra, em duas lavouras de café, Patos
 4 de Minas, MG.

NOC*	Lavoura de carga inicial alta		Lavoura de carga inicial intermediária	
	Produtividade 2 ^a	Varição de produtividade %	Produtividade 2 ^a	Varição de produtividade %
1	44,14 Aa	- 63,68	95,62 Ba	+ 88,3
2	43,27 Aa	- 64,39	93,21 Ba	+ 83,56
3	33,91 Ab	- 74,91	75,95 Bb	+ 49,58
4	14,42 Ac	- 88,13	70,56 Bb	+ 38,96
5	9,78 Ac	- 91,95	45,83 Bc	- 9,75
6	5,77 Ac	- 95,24	51,44 Bc	+ 1,31
M**	43,33 Aa	- 64,35	91,23 Ba	+ 79,67
CV (%)	25,89	-	20,69	-

5 *NOC = Número de operações da colhedora.

6 *M = Colheita manual.

7 ***Médias seguidas por mesmas letras minúsculas e maiúsculas, comparadas nas colunas
 8 e nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey e t à 5% de probabilidade,
 9 respectivamente.

10

11 Na média do biênio, obteve-se carga de 82,84 e 73,2 sacas de café ben. ha⁻¹,
 12 respectivamente para as lavouras de carga inicial alta e intermediária. Ambas
 13 produtividades são consideradas elevadas para cafeeiro *Coffea arábica* L.,
 14 (FERNANDES et al., 2012; CONAB, 2014).

15 Na lavoura de carga inicial alta, as maiores produtividades na safra de 2014
 16 foram obtidas nos tratamentos com uma e duas operações da colhedora, bem como a
 17 colheita manual. Tais produtividades foram 64,1% inferiores à primeira safra (Tabela
 18 2).

19 A colheita com três operações promoveu redução de 21,7% na produtividade em
 20 relação à colheita manual, o que corresponde a 9,42 sacas de café ben. ha⁻¹ a menos. As
 21 colheitas com quatro a seis operações, acarretaram em produtividades 66,7 a 86,7 sacas

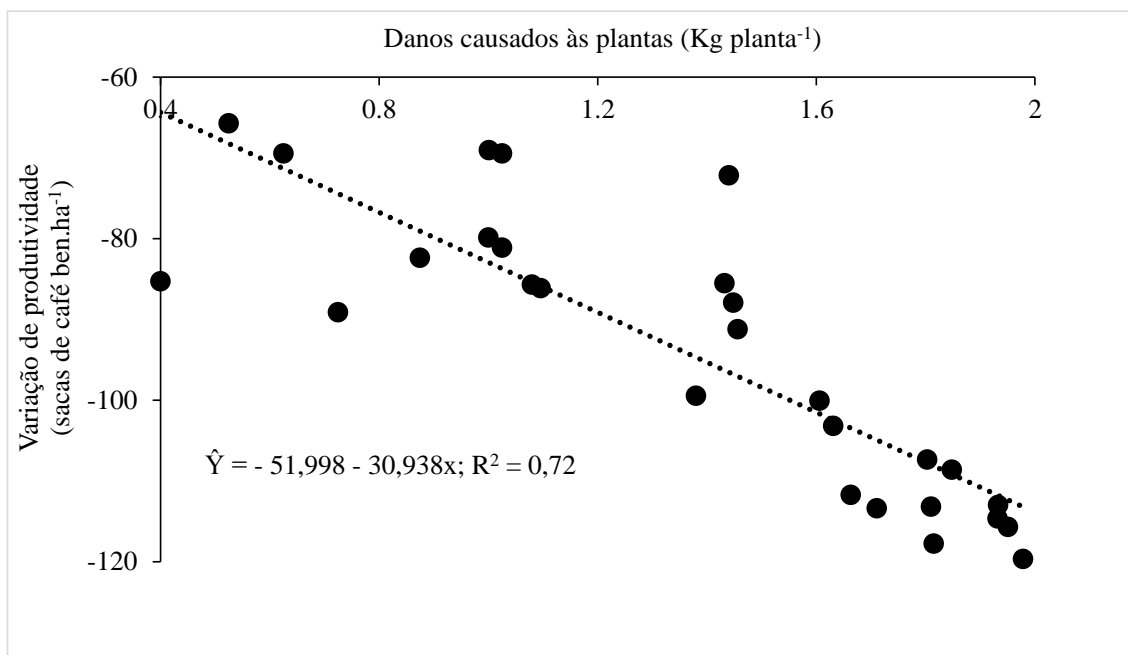
1 de café ben. ha⁻¹ inferiores à colheita manual, correspondendo à redução de
2 produtividade média de 111,45 sacas de café ben. ha⁻¹ em relação à safra do ano anterior
3 (121,54 sacas de café ben. ha⁻¹) (Tabela 2). Tamanha redução é atribuída ao efeito da
4 bienalidade, também constatada por Pereira et al., (2011) e Valadares et al., (2013),
5 demonstrando os efeitos negativos decorrentes dos tipos de colheita na produção.

6 Devido ao ano de bienalidade positiva em 2014, na lavoura de carga inicial
7 intermediária, houve incremento na produtividade em relação à safra anterior em todos
8 os tratamentos, exceto aonde utilizou-se a colheita com cinco operações da colhedora,
9 que obteve valores semelhantes à colheita com seis operações (Tabela 2). As colheitas
10 com cinco e seis operações reduziram a produtividade de maneira acentuada.

11 As maiores produtividades foram obtidas nas colheitas com uma e duas
12 operações da colhedora e colheita manual, com acréscimo médio de 83,84% em relação
13 à safra anterior (Tabela 2). As colheitas com três e quatro operações acarretaram
14 reduções de produtividade de 16,74 e 22,65% em relação à colheita manual.

15 A correlação de Pearson apresentou valores de $r = 0,85$ e $0,73$, respectivamente
16 para as lavouras de carga inicial alta e intermediária. Os valores indicam a interatividade
17 entre as variáveis, com grau de dependência estatística linear classificado como forte
18 (PIMENTEL-GOMES, 2002). Para a lavoura de carga inicial alta, através da equação
19 de regressão, nota-se que, à medida que aumentou-se a quantidade de danos causados às
20 plantas, houve maior redução na produtividade do cafeeiro (Figura 1). Segundo o
21 coeficiente angular da reta, a cada 32,32 g de danos causados às plantas, reduziu-se a
22 produtividade em uma saca de café ben. ha⁻¹.

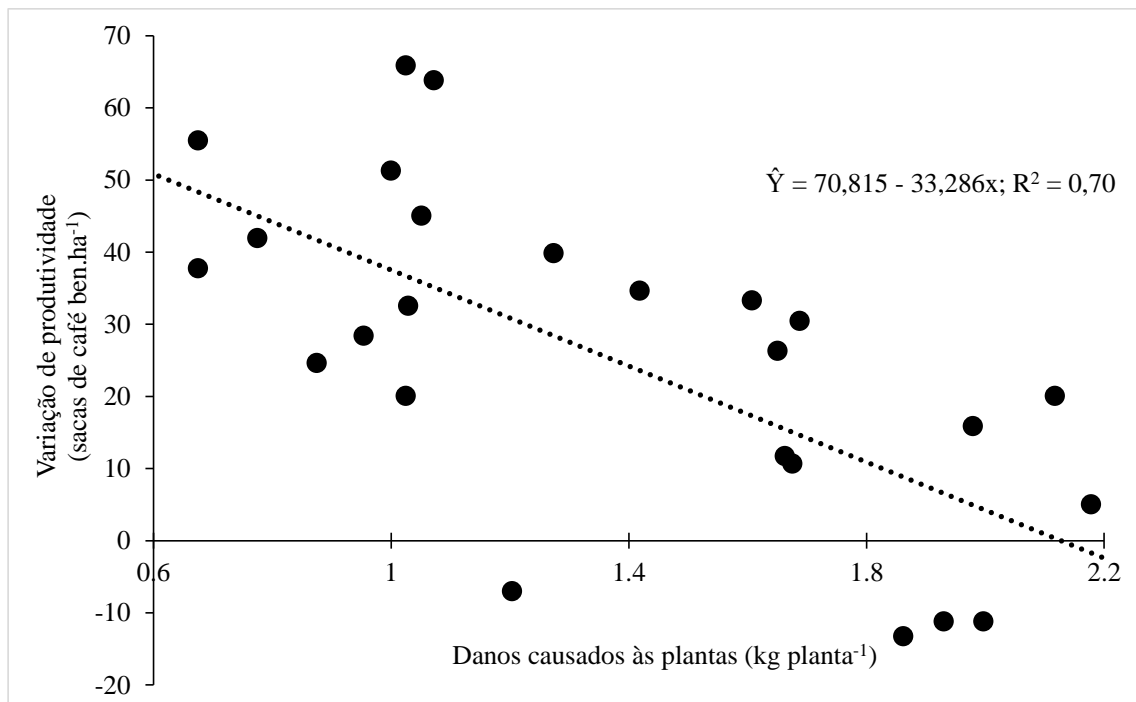
23



1 **Figura 1.** Correlação entre danos causados às plantas, proporcionados por diferentes
 2 tipos de colheita e a variação de produtividade entre as safras 2013 e 2014, na lavoura
 3 de carga inicial alta, Patos de Minas, MG.

4

5 Na lavoura de carga inicial intermediária, houve decréscimo na produtividade à
 6 medida que se elevaram os danos causados às plantas (Figura 2). A cada 30,04 g planta⁻¹
 7 ¹ de danos, houve a redução de uma saca de café ben. ha⁻¹. O valor obtido foi muito
 8 semelhante à outra lavoura, evidenciando que os danos causados às plantas contribuem
 9 para a redução da produtividade do cafeeiro de maneira semelhante, independentemente
 10 da carga pendente. No entanto, o efeito da bienalidade é o fator preponderante que
 11 determina aumento ou redução da produtividade.



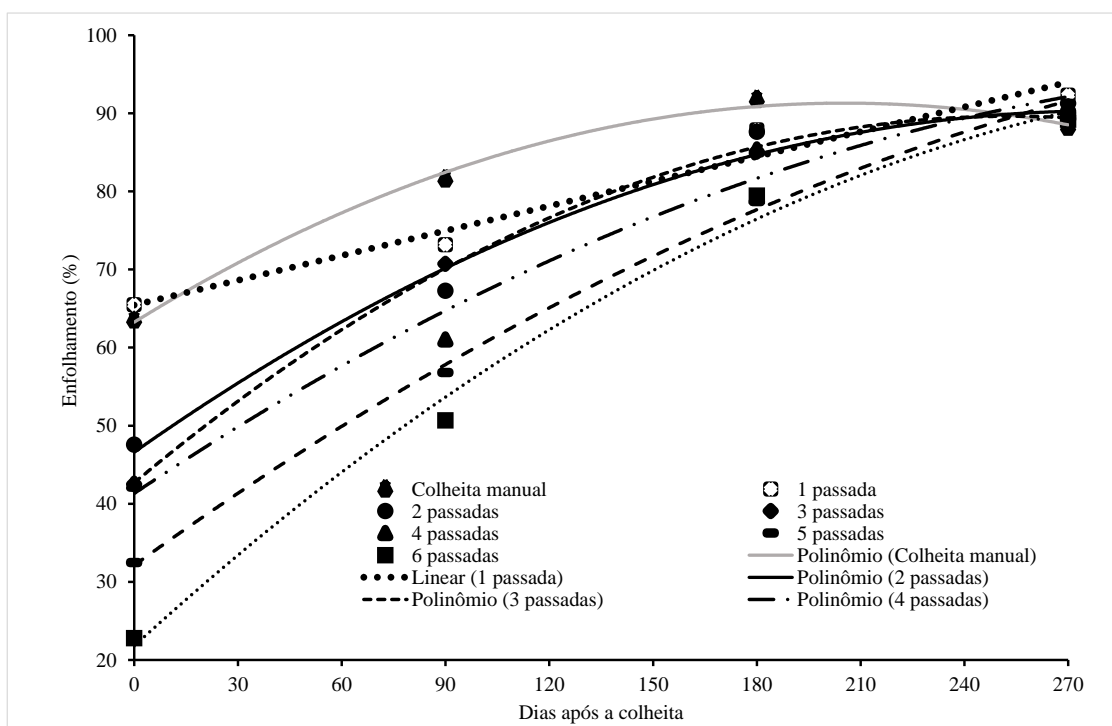
1 **Figura 2.** Correlação entre danos causados às plantas, proporcionados por diferentes
 2 tipos de colheita e a variação de produtividade entre as safras 2013 e 2014, em lavoura
 3 de carga inicial intermediária, Patos de Minas, MG.

4

5 Notou-se que, na lavoura de carga inicial alta, logo após a colheita, o
 6 enfolhamento foi menor onde se utilizaram repetidas operações da colhedora, obtendo
 7 valores de 21,79 a 46,6%, respectivamente para seis e três operações da colhedora
 8 (Tabela 3, Figura 2). Isso ocorreu devido à maior desfolha proporcionada pela repetição
 9 de operações que aumenta o tempo de contato das varetas da colhedora com a parte
 10 vegetativa da planta. A colheita com uma passada proporcionou enfolhamento
 11 semelhante à colheita manual (Tabela 3, Figura 3).

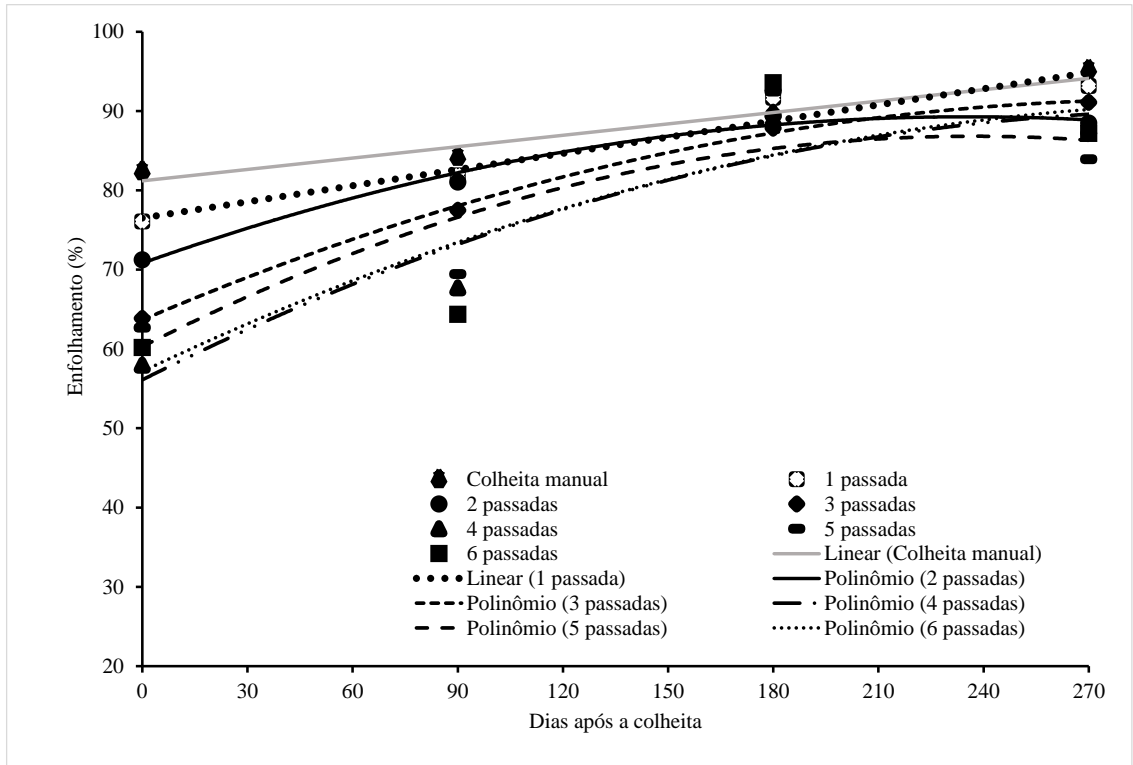
12 Após 90 e 180 dias, verifica-se que a diferença de enfolhamento entre os
 13 tratamentos diminuiu consideravelmente, de forma que os valores ficaram próximos.
 14 Segundo as equações de regressão os valores tendem a se estabilizarem ao longo dos
 15 dias que transcorrem (Tabela 3). Analisando o coeficiente angular da reta, verifica-se

1 que a taxa de enfolhamento foi superior nos tratamentos que obtiveram os menores
 2 valores iniciais de enfolhamento, notadamente no que utilizou seis operações da
 3 colhedora. Isso ocorreu, devido ao efeito do “palmeamento”, que se dá pela emissão
 4 constante de ramos plagiotrópicos secundários e consequentemente maior número de
 5 nós e de folhas (MATIELLO et al., 2010).



6 **Figura 3.** Enfolhamento proporcionado por diferentes tipos de colheita, ao longo de 270
 7 dias, na lavoura de carga inicial alta, safras 2013/14, Patos de Minas, MG.

8



1 **Figura 4.** Enfolhamento proporcionado por diferentes tipos de colheita, ao longo de 270
 2 dias, na lavoura de carga inicial intermediária, safras 2013/14, Patos de Minas, MG.

3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12

1 **Tabela 3.** Enfolhamento do cafeeiro, nas lavouras de carga inicial alta e intermediária
 2 em função do número de operações da colhedora e colheita manual, Patos de Minas,
 3 MG.

NOC*	Equação	F	R ²
Lavoura de carga inicial alta (bionalidade positiva)			
1	$65,4362 + 0,1057x$	64,642**	0,96
2	$46,6046 + 0,3118x - 0,00055x^2$	9,23**	0,98
3	$42,6825 + 0,3706x - 0,00073x^2$	19,469**	0,99
4	$41,3304 + 0,2961x - 0,0004x^2$	6,741*	0,98
5	$32,1324 + 0,3183x - 0,00036x^2$	4,689*	0,99
6	$21,789 + 0,4046x - 0,00056x^2$	11,195**	0,99
M***	$63,2532 + 0,2731x - 0,00066x^2$	14,326**	0,99
Lavoura de carga inicial intermediária (bionalidade negativa)			
1	$76,5232 + 0,0678x$	37,728**	0,93
2	$70,8243 + 0,1566x - 0,00033x^2$	4,356*	0,98
3	$63,6633 + 0,1886x - 0,00032x^2$	4,694*	9,99
4	$56,0971 + 0,2227x - 0,00036x^2$	5,159*	0,91
5	$60,2938 + 0,2238x - 0,00047x^2$	9,207**	0,79
6	$57,1581 + 0,2103x - 0,00032x^2$	2,873**	0,78
M***	$81,1909 + 0,0479x$	14,139**	0,94

4 *NOC = Número de operações da colhedora.

5 **M = Colheita manual

6 * = significância à 5% de probabilidade; ** = significância à 1% de probabilidade.

7

8 Na última avaliação realizada (270 dias após a colheita) nota-se que o
 9 enfolhamento foi semelhante em todos os tratamentos (Figura 3). Fato este que
 10 demonstra a elevada capacidade do cafeeiro de recomposição de seus ramos e da área
 11 foliar. Nos novos nós haverá gemas que se diferenciarão em folhas e também em frutos
 12 que pertencerão à safra de dois ciclos seguintes, já que, geralmente no momento da
 13 colheita, a safra subsequente já se encontra definida pelo crescimento no ano anterior.
 14 Isto sugere que na próxima safra (2015) a capacidade produtiva das plantas poderá ser
 15 semelhante entre os tratamentos, independentemente do tipo de colheita realizado.

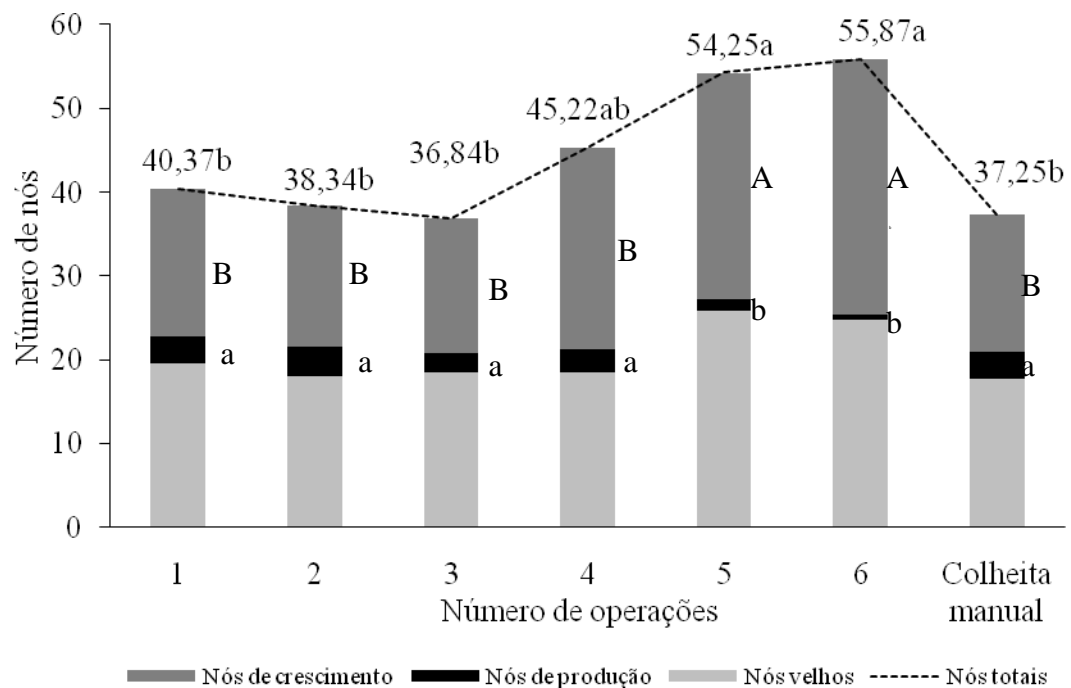
16 Na lavoura de carga inicial intermediária, as plantas estavam mais enfolhadas
 17 que na lavoura de carga inicial alta, com valores superiores à 55%, mesmo quando

1 utilizou-se seis operações da colhedora (Figura 4). Essa diferença, é referente à carga
2 que a lavoura de carga inicial alta apresentava antes de ser colhida (121,54 sacas de café
3 ben. ha⁻¹), sendo maior que o dobro da carga da lavoura de carga inicial intermediária.
4 Em lavouras de alta produtividade, ocorre naturalmente maior senescência das folhas,
5 devido ao esgotamento das reservas que foram drenadas para os frutos (MATIELLO et
6 al., 2010). No entanto, os valores finais de enfolhamento, entre as duas lavouras foram
7 de 90%. Segundo DaMatta et al., (2007), o período citado, correspondente ao mês de
8 abril, que é quando ocorre o máximo ganho de área foliar em cada ciclo do cafeeiro,
9 tendendo a se estabilizar e, posteriormente se reduzir após a colheita.

10 A análise de variância apontou diferença nos tratamentos estudados, quanto ao
11 número de nós totais, nós de crescimento e nós de produção apenas na lavoura de carga
12 inicial alta, sem haver diferença para a lavoura de carga inicial intermediária. Também
13 não houve diferença, pelo teste F, na lavoura de carga inicial alta, para a variável nós
14 velhos. Aos 270 dias após a colheita verificou-se que o maior número de nós foi obtido
15 nas colheitas com quatro, cinco e seis operações (Figura 5). Tal fato é decorrente do
16 maior “palmeamento” dos ramos, também verificado pela taxa de enfolhamento. Não se
17 verificou diferença nessa avaliação na lavoura de carga inicial intermediária,
18 provavelmente devido ao menor “palmeamento”, decorrente do maior enfolhamento
19 logo após a colheita. Isto, por que quanto menor o enfolhamento maior é a penetração
20 de luz solar no interior do dossel da planta que diferencia as gemas em ramos
21 plagiotrópicos secundários (MATIELLO et al., 2010).

22 As colheitas com cinco e seis operações da colhedora obtiveram os menores
23 números de nós de produção, com menor presença de frutos nos ramos (Figura 5). Os
24 resultados dessa avaliação foram confirmados pelas menores produtividades obtidas em
25 2014. O oposto é verificado com relação ao número de nós de crescimento, o que

1 poderá acarretar em produtividades maiores na safra de 2015, minimizando o efeito
 2 negativo da bienalidade, na média das três safras.



3
4

5 *Médias seguidas por mesmas letras maiúsculas, comparadas nas colunas superiores de
 6 coloração cinza e minúsculas, comparadas nas colunas intermediária de coloração preta
 7 e na linha pontilhada, não diferem entre si, pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.
 8

9 **Figura 5.** Número total de nós, nós velhos, nós de produção e nós de crescimento em
 10 plantas de café, 270 dias após diferentes tipos de colheita. Patos de Minas, MG.

11

12 3.6. Conclusões

13

14 1 – A colheita mecanizada do café utilizando até duas operações da colhedora
 15 danifica menos as plantas que a colheita manual, independentemente da produtividade.

16 2 - Deve-se evitar danos excessivos durante a colheita do café, pois em média,
 17 para cada 31 g de danos promovidos às plantas têm-se redução de uma saca de café ben.

18 ha⁻¹ na safra seguinte, independentemente da bienalidade do café.

1 FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e**
2 **Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

3 KÖEPPEN, W. **Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra**. México:
4 Fondo de Cultura Economica, 1948. 478p.

5 MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. G.; ALMEIDA, S. R.;
6 FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: Novo Manual de Recomendações**.
7 Rio de Janeiro e Varginha: MAPA/PROCAFÉ, 2010. 542 p.

8 MIGUEL, A. E.; MATIELLO, J. B.; FRANCO, C. M. Efeitos de diferentes níveis de
9 desfolha na produção do cafeeiro. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS
10 CAFEIRAS, 1977, Ribeirão Preto, **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro:
11 IBC/GERCA, 1977, p. 111-16.

12 OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; FIGUEIREDO, C. A. P. Influência da
13 vibração das hastes e da velocidade de deslocamento da colhedora no processo de
14 colheita mecanizada do café. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 714-721, 2007a.

15 OLIVEIRA, E.; SILVA, F. M.; ZIGOMAR, M. S. Influência da colheita mecanizada na
16 produção cafeeira. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1466-1470, 2007b.

17 PAULINI, A. E.; MIGUEL, A. E.; FRANCO, C. M. Níveis x épocas de desfolha na
18 produtividade de cafeeiros. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS
19 CAFEIRAS, 1977, Ribeirão Preto, **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro:
20 IBC/GERCA, 1977, p. 122-28.

21 PEREIRA, S. O.; BARTHOLO, G. F.; BALIZA, D. P.; SOGREIRA, F. M.;
22 GUIMARÃES, R. J. Produtividade e Bionalidade do cafeeiro em função do
23 espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 152-160,
24 2011.

1 PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística Aplicada a experimentos**
2 **agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de**
3 **aplicativos**. FEALQ, 2002. 309 p.

4 REIS, T. H. P.; SOARES, T. L.; GUIMARÃES, G. P. T. Informações úteis no
5 planejamento e no gerenciamento da atividade cafeeira. **Informe Agropecuário**, v. 29,
6 n. 247, p. 112-27, 2008.

7 RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. **In: RENA, A.B. et al. Cultura do**
8 **cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1986.
9 447p.

10 SANTINATO, F.; SILVA, R. P.; CASSIA, M. T.; SANTINATO, R. Análise quali-
11 quantitativa da operação de colheita mecanizada de café em duas safras. **Coffee**
12 **Science**, v. 9, n. 4, p.495-505, 2014.

13 SILVA, F. M. da; RODRIGUES, R. F.; SALVADOR, N.; TOURINO, E. S.; SILVA, S.
14 S. S. Custo da colheita mecanizada de café com colhedoras automotrizes no Sul de
15 Minas. **Engenharia na Agricultura**, v. 8, n. 1, p.54-60, 2000.

16 SILVA, F. M.; ALVES, M. C.; SOUZA, J. C.; OLIVEIRA, M. S. Efeitos da colheita
17 manual na bienalidade do cafeeiro em Ijací, Minas Gerais. **Ciência e Agro tecnologia**,
18 v. 34, n. 3, p. 625-632, 2010.

19 SILVA, F. M.; SALVADOR, N.; RODRIGUES, R. F.; TOURINO, E. S. Avaliação da
20 colheita do café totalmente mecanizada. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 2, p.309-315,
21 2003.

22 VALADARES, S. V.; NEVES, J. C. L.; ROSA, G. N. G. P.; MARTINEZ, H. E. P.;
23 VENEGAS, V. H. A.; LIMA, P. C. Produtividade e bienalidade da produção de cafezais
24 adensados, sob diferentes doses de N e K. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 48, n.
25 3, p.296-303, 2013.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que há viabilidade na utilização de repetidas operações da colhedora na colheita do café. Após a análise e discussão dos três parâmetros principais estudados (eficiência e custo operacional e influência morfológica e produtiva) pode-se afirmar que a colheita mecanizada, utilizando duas operações da colhedora, é a forma de colheita mais indicada em qualquer situação de produtividade que a lavoura cafeeira apresente. Tal prática eleva a eficiência da colheita, obtendo valores superiores à colheita com apenas uma operação mecanizada. Utilizando colhedora própria ou alugada, torna o custo mais acessível, sendo 50% mais econômica que a colheita manual. Ademais, promove danos às plantas, reduções no enfolhamento e na produtividade, inferiores à colheita manual e a colheita com apenas uma operação da colhedora.

A colheita mecanizada com três operações da colhedora atende os parâmetros de eficiência e custo operacional, elevando a eficiência e obtendo menor custo. Entretanto, não atende o parâmetro de influência morfológica e produtiva pois promove maiores danos às plantas, culminando na redução de produtividade na safra seguinte. Há indicativos, como o enfolhamento das plantas e o efeito do “palmeamento”, de que a produção da safra seguinte possa ser superior aos demais tipos de colheita de forma que na média das três safras as produtividades possam se equilibrar.