

## Medidas antropométricas e eficiência na colheita manual de citros

Diego Onofre Vidal<sup>1</sup>, Ariel Muncio Compagnon<sup>2</sup>, Rouverson Pereira da Silva<sup>3</sup>, Marcelo Boamorte Raveli<sup>3</sup>, Fábio Alexandre Cavichioli<sup>4</sup>

### RESUMO

A seleção de frutos é de grande importância na colheita de citros e possui influência direta no valor final do produto colhido. No Brasil, a colheita mecanizada e semimecanizada de citros ainda são incipientes, sendo o método de colheita manual o mais utilizado, apesar de ser trabalhoso e de apresentar alto custo. O objetivo deste trabalho foi avaliar as possíveis correlações entre as medidas antropométricas de colhedores de citros e o tempo de colheita dos frutos nos diferentes terços das plantas. O trabalho foi realizado na Fazenda Cambuhy Agrícola LTDA, em Matão, SP. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 9x3, com quatro repetições. Os atributos antropométricos avaliados foram a altura do corpo, alcance da mão, alcance do braço e distância pé-patela. Foram adotados como tratamentos nove colhedores e três terços das plantas de laranja (terço inferior, médio e superior). As medidas antropométricas apresentaram correlação com os tempos de colheita para os terços médio e superior com a distância pé-patela e para o terço superior com a altura do corpo. O menor tempo de colheita foi observado para os frutos posicionados no terço médio da planta, enquanto que os tempos necessários para colher os terços inferior e superior foram semelhantes. O tempo gasto pelos colhedores do sexo masculino para colher o terço superior apresentou menor variação e foram menores que o tempo de colheita realizado pelas colhedoras.

**Palavras-chave:** colheita de frutíferas; seleção de frutos; *Citrus sinensis*; ergonomia; colheita manual.

## Anthropometric measurements and efficiency capacity in manual citrus harvesting

### ABSTRACT

The selection of fruits is of great importance in the harvest of citrus and has a direct influence on the final value of the harvested product. In Brazil, semi-mechanized and mechanized harvesting of citrus are still incipient, being most widely used the mechanized method of harvesting, even though it is laborious and has high costs. The objective of this study was to evaluate the possible correlations between anthropometric measures of citrus pickers and the time of fruit harvest in the different thirds of the plants. The project was conducted at Cambuhy Agricultural Farm LTDA in Matão, SP. For that it was used as treatments nine pickers and three different thirds of the plant (lower, middle and upper), forming a factorial design 9x3, with four replications. The anthropometric attributes evaluated were: body height, hand reach, arm's length and the distance between feet and knee-cap. Anthropometric measurements correlated with the harvest times for the middle and upper thirds the distance foot-patella and the upper third with body height. The lower harvest time was observed for fruit placed in the middle third of the plant, while the time required to reap the bottom and top thirds were similar. The time spent by male pickers to harvest the top third had less variation and were lower than the harvest time done by harvesters.

**Keywords:** harvest of fruit; selection of fruits; *Citrus sinensis*; ergonomics; manual harvesting.

---

**Autor para correspondência:** Ariel Muncio Compagnon  
Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres, GO, Brasil  
E-mail: ariel.compagnon@ifgoiano.edu.br  
**Recebido em:** 09 abr. 2015  
**Aceito em:** 02 mai. 2015  
**Editor responsável:** Prof. Dr. José Antonio Rodrigues de Souza

<sup>1</sup>Fazenda Cambuhy Agrícola, SP, Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal Goiano – Câmpus Ceres, GO, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista – Câmpus Jaboticabal, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

Molin & Mascarin (2007) descreveram a citricultura como cultura de fundamental importância para a economia brasileira devido a sua expressiva participação na exportação e pela geração de empregos. Além disso, esses autores apontam que a ausência de técnicas para a geração de mapas de produtividade em citros é uma das grandes dificuldades para a implantação da agricultura de precisão, o que justifica empreender técnicas e equipamentos para essa finalidade. Embora já existam iniciativas para a colheita mecanizada e semimecanizada, a colheita manual é atualmente realizada na totalidade das propriedades citrícolas nacionais, sendo um processo que exige grande quantidade de mão-de-obra e apresenta diversificação entre as empresas para adaptar-se as necessidades internas.

Sanders (2005) destaca que nenhum dos sistemas mecânicos para a colheita de frutos tem sido capaz de substituir totalmente a flexibilidade e habilidade dos colhedores de citros que realizam a coleta das frutas manualmente.

A melhoria na eficiência da operação de colheita em relação a seleção de frutos tem um efeito significativo sobre a viabilidade da empresa e a rentabilidade. Na Austrália, tentando alternativas para a redução do custo da colheita os produtores encontram na mecanização uma solução viável, mas ainda muito distante para as condições da citricultura brasileira (Sanders, 2005).

A maioria das máquinas de colheita não possui capacidade de seleção dos frutos, removendo assim todos os frutos da árvore na primeira operação de colheita, o que ocasionará a retirada de frutos imaturos, podendo haver uma de produção para a safra posterior, assim, uma boa técnica de seleção de frutos na colheita podem melhorar o rendimento para a temporada seguinte (Sanders, 2005).

Rigolin & Tersi (2005) descreveram a colheita como a etapa decisiva para a viabilidade econômica da produção de citros, observando que existe falta de mão de obra para a colheita de laranja em algumas regiões do estado de São Paulo e que isto se deve ao aumento da demanda promovida por outras culturas e também por outras atividades urbanas, levando, assim, ao aumento expressivo no custo da colheita.

Apesar dos problemas encontrados na colheita de citros, Barra & Sasso (2009) afirmam que, a tecnologia tem se manifestado de modo crescente dentro de um sistema tecnológico nos quais os governos, as organizações e as pessoas estão integradas com o objetivo de maximizar a eficiência e a racionalidade. É, portanto, um erro supor que a inovação tecnológica tem apenas um

efeito unilateral e que, igualmente, é um erro definir a tecnologia apenas como instrumentos e técnicas ou associá-la a compreensão de superioridade, especialização e profissionalismo.

As novas tecnologias e seus impactos no trabalho humano têm sido abordados sob vários ângulos, variando conforme as áreas do conhecimento e a natureza da problemática analisada. A ergonomia tem sido solicitada, cada vez mais, a atuar na análise de processos de reestruturação produtiva, sobretudo, no que se refere às questões relacionadas à caracterização da atividade e à inadequação dos postos de trabalho, em especial em situações de mudanças ou de introdução de novas tecnologias (Abrahão, 2000).

Representando um segmento recente da ergonomia, os estudos que cuidam da adequabilidade do ambiente construído à realização das tarefas que abriga, vem agregando profissionais preocupados com a satisfação do usuário/trabalhador e com o incremento da produtividade focada em melhores condições de trabalho (Vilarouco & Andreto, 2008).

Fernandes et al. (2009) citam que melhorias e adequações nos postos de trabalho tem sido a preocupação da ergonomia, com vistas à preservação física, mental e social do ser humano. Assim, para esses autores, a ergonomia é definida como o estudo das medidas das características do corpo humano e abrange, principalmente, o estudo das dimensões lineares, diâmetros, pesos, centros de gravidade do corpo humano e suas partes.

Supondo-se que o posicionamento dos frutos na planta pode interferir na eficiência dos colhedores, este trabalho teve como objetivo avaliar a existência de possíveis correlações entre as medidas antropométricas de colhedores de citros e o tempo de colheita em diferentes posições dos frutos na planta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante a safra 2011/2012, no mês de maio de 2011, na fazenda Cambuhy Agrícola LTDA, localizada no município de Matão (SP), nas proximidades das coordenadas geodésicas latitude 21°37'15''S e longitude 48°26'39''W, com altitude variando entre 590 a 615 metros. O clima da área é Aw (tropical), de acordo com a classificação de Köppen, cuja temperatura média do mês mais frio (julho) é de 18 °C, e a do mês mais quente (fevereiro) é de 25 °C, e com temperatura média anual de 22 °C e pluviosidade média é de 1600 mm por ano.

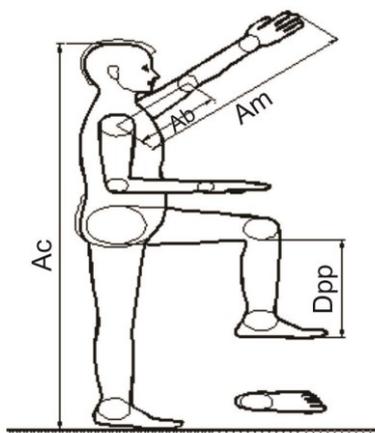
As avaliações foram realizadas em lavoura irrigada de 5º ano de produção, da variedade Hamilim, plantada em porta enxerto Swingle, com espaçamento de 6,5x2,8 m. Utilizou-se

delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 9x3, com quatro repetições. Foram adotados como tratamentos, nove colhedores (seis homens e três mulheres) e três posições das plantas de laranja (Figura 1).



**Figura 1.** Esquema de posicionamento de colheita na planta, indicando o terço superior, médio e inferior.

Os colhedores foram avaliados com auxílio de uma trena sendo realizadas as medidas dos atributos antropométricos de cada colhedor (Figura 2), conforme sugerido por Fernandes et al. (2009).



**Figura 2.** Medidas antropométricas avaliadas. Legenda: Altura do corpo (Ac): distância medida da superfície do solo até a extremidade da cabeça; Alcance da mão (Am): distância medida do ombro até as pontas dos dedos da mão. É a soma da medida (tamanho do braço + antebraço + mão); Alcance do braço (Ab): distância medida do ombro até o cotovelo; Distância pé-patela (Dpp): é a medida do pé até o joelho (a medida deve ser realizada com a perna dobrada).

Para cada terço da planta foi analisado o tempo necessário para o enchimento de uma sacola de dimensões 0,50x0,35x0,30 m (altura, largura, profundidade). Os tempos foram marcados com o

auxílio de cronômetros digitais e todos os indivíduos foram avaliados simultaneamente.

A sequência de colheita para a análise dos tempos foi realizada em três etapas, com os colhedores iniciando a coleta dos frutos pelo terço superior, passando em seguida para o terço médio e concluindo com o terço inferior. Para realização da colheita do terço superior foi utilizada uma escada de ferro com 12 degraus com altura de 5,4 m. Após a colheita de cada terço as sacolas eram descarregadas em um bag.

Também foram avaliados a massa e o diâmetro médio dos frutos colhidos em cada terço da planta, sendo retirados 12 frutos de cada sacola, que foram mensurados com auxílio de um paquímetro digital e de uma balança com precisão de 0,01 g.

Para os tempos de colheita, massa e diâmetro dos frutos realizou-se a análise de variância por meio do teste de F a 5% de probabilidade e quando houve significância, aplicou-se o teste de Tukey também a 5% de probabilidade para comparação das médias.

Para verificar a existência de correlações lineares simples entre as combinações, duas a duas, para as medidas antropométricas do corpo humano em relação à interferência na eficiência da colheita manual em citros, procedeu-se à montagem da matriz de correlação por meio do programa Minitab®, selecionando-se por meio do coeficiente de Pearson e do valor-P de probabilidade ( $P < 0,05$ ) as combinações de maior correlação linear.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores colhedor (C) e terço da planta (T) foram estatisticamente significativos para as variáveis tempo de colheita e diâmetro, enquanto a massa média dos frutos colhidos somente foi maior para o colhedor C4 em relação aos frutos colhidos pelo colhedor C7 (Tabela 1).

O colhedor (C1) apresentou tempo de colheita aproximadamente duas vezes maior que o tempo dos demais colhedores, o que pode ser justificado em virtude da menor experiência na operação de colheita deste colhedor.

Quando se observa o diâmetro e a massa dos frutos colhidos constata-se que o colhedor (C4) diferiu do colhedor (C7), ou seja, os frutos por ele colhidos apresentaram maior diâmetro e maior massa que os frutos colhidos por (C7). Entretanto, este fato não foi relevante para que o tempo de colheita do colhedor (C4) fosse diferente dos demais colhedores, com exceção do colhedor (C1), como mencionado anteriormente.

**Tabela 1.** Análise de variância para tempo de colheita, diâmetro e massa dos frutos de laranja

Fatores	Tempo de colheita (s)	Diâmetro (mm)	Massa (g)
<b>Colhedores (C)</b>			
C1	228,3 a	62,7 ab	133,7 abc
C2	153,5 b	62,6 ab	124,6 bc
C3	185,7 b	61,5 ab	132,3 abc
C4	138,0 b	64,3 a	152,7 a
C5	158,0 b	62,5 ab	131,0 abc
C6	172,8 b	62,5 ab	132,0 abc
C7	136,0 b	60,9 b	121,5 b
C8	146,3 b	62,3 ab	133,8 abc
C9	168,0 b	63,8 ab	146,7 ac
<b>Terços da planta (T)</b>			
Superior	184,5 a	63,5 a	139,6 a
Médio	150,5 b	62,2 ab	131,9 a
Inferior	180,6 a	62,0 b	131,3 a
<b>Teste F</b>			
Colhedor (C)	16,257*	2,198*	3,414*
Terços da planta (T)	7,779*	4,110*	2,288 <sup>ns</sup>
CxT	1,164 <sup>ns</sup>	0,334 <sup>ns</sup>	0,666 <sup>ns</sup>
C.V. (%)	23,30	3,89	13,71

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo (P>0,05); \*: significativo (P≤0,05); C.V.: coeficiente de variação.

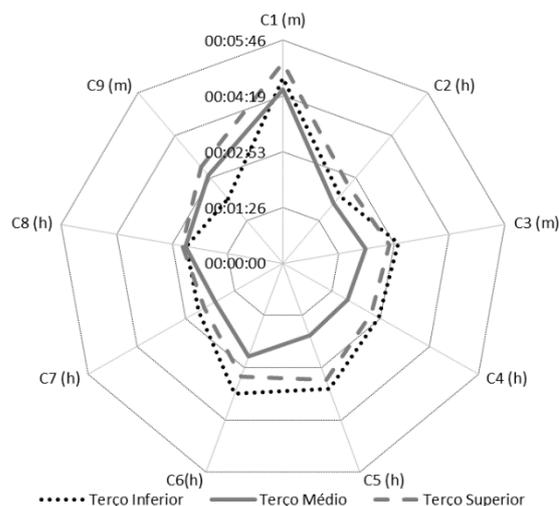
Com relação à posição dos frutos na planta (Tabela 1), o menor tempo de colheita foi observado para o terço médio, enquanto que os tempos gastos para colher os terços inferiores e superiores não diferiram estatisticamente entre si.

A massa dos frutos não se alterou nos três terços avaliados e o diâmetro foi maior na parte superior da planta. O maior diâmetro de fruto verificada na parte superior pode estar ligado diretamente à incidência de luz sobre a copa das plantas cítricas, pois de acordo com Ribeiro & Machado (2007), o conhecimento das respostas fisiológicas dos citros ao ambiente que os circundam é essencial para aumentar a produção de frutos e o desenvolvimento das plantas, consequências do manejo agrícola apropriado em pomares de citros. Nesse contexto, a fotossíntese dos citros é tratada como a fonte primária de carbono e energia para o crescimento e desenvolvimento vegetal.

A interação CxT não foi estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis analisadas.

Quando se observa a distribuição dos tempos de colheita para os colhedores em cada terço das plantas (Figura 3), constata-se que 66,6% dos colhedores apresentaram menor eficiência no terço inferior, ou seja, seis dos nove colhedores gastaram mais tempo para colher o terço inferior.

Entretanto, como alguns dos colhedores apresentaram elevado tempo para a colheita do terço superior, na média os tempos gastos na colheita destes dois terços foram iguais. Já para o terço médio observou-se que 89,9% dos colhedores obtiveram o menor tempo de colheita (Figura 3).



**Figura 3.** Distribuição dos tempos colhidos por colhedor.

A maior eficiência observada no terço médio pode ser relacionada à postura corporal e a ergonomia da operação de apanha para este terço da planta. Este fato pode ser justificado, devido ao colhedor estar em posição que seu tronco encontrasse ereto e as pernas levemente flexionadas sobre o joelho, o que lhe confere maior envergadura permitindo ao apanhador maior ângulo de colheita, atingindo a parte superior da planta acima da cabeça e também abaixo da linha da cintura.

Outro aspecto observado é que nesta posição o colhedor, independentemente das medidas antropométricas, consegue atingir maior profundidade de colheita dos frutos em relação ao tronco da planta. A parte mediana da planta também confere maior agilidade dos colhedores no que se diz em relação aos movimentos que serão realizados para a retirada dos frutos. É importante destacar que na parte inferior e superior, após o preenchimento da sacola o colhedor perde tempo para se posicionar nas condições que lhe permitam caminhar com as sacolas cheias a fim de depositar os frutos em bags que estarão posicionados próximos as plantas que estarão sendo colhidas no momento. No que se refere ao terço inferior o colhedor estará com as pernas flexionadas sobre os calcanhares ou sobre os joelhos e em relação ao terço superior o colhedor terá que descer da escada para posicionar-se em condições de transportar os frutos.

O terço inferior ocasionou os maiores tempos de colheita dos terços analisados, 66,6% dos apanhadores tiveram menor eficiência no terço inferior. O terço superior pode-se observar proximidade nos tempos para a colheita, observou-se também que apesar da proximidade dos tempos, os homens que representavam 66,6% dos colhedores analisados, obtiveram menor tempo de colheita para o terço superior. Esta superioridade observada pode estar ligada à maior força física dos homens em relação às mulheres, descartando-se que esta superioridade possivelmente está relacionada às medidas antropométricas (Figura 3).

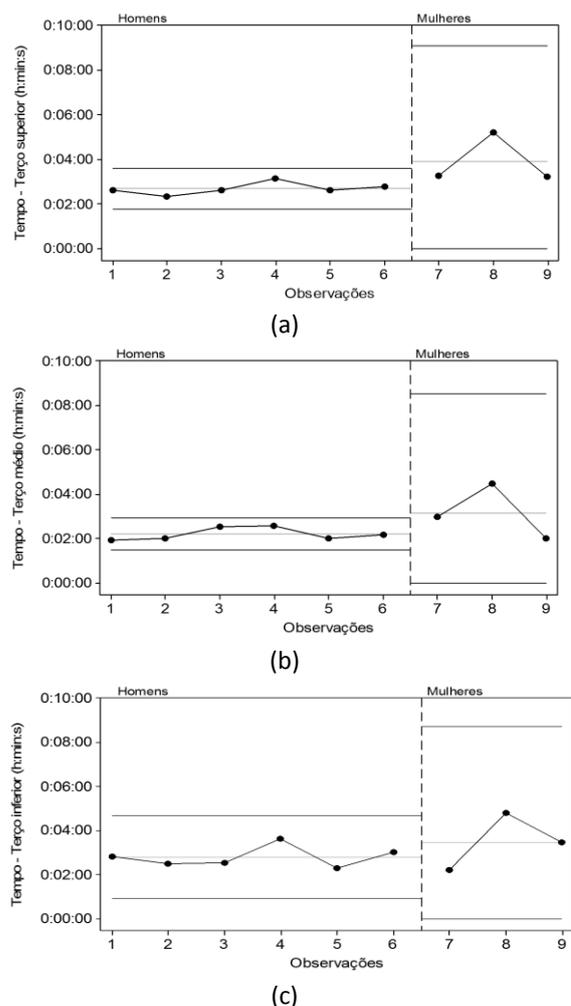
Já para o terço médio observou-se que 89,9% dos colhedores obtiveram o menor tempo de colheita (Figura 3). Esta maior eficiência observada no terço médio está diretamente ligada à postura corporal e a ergonomia da operação de colheita para este terço da planta.

Entre os homens foi observada maior uniformidade entre as variáveis de tempos avaliados durante o processo de colheita analisado.

Observou-se, também que entre os homens houve maior padronização quando os terços de colheita da planta foram analisados separadamente, terço inferior, médio e superior. Esta padronização dos tempos pode propiciar uma melhoria no controle do processo de colheita e até mesmo no seu planejamento (Figura 4).

Ao contrário dos homens, para as mulheres foi observada (Figura 4) grande desuniformidade em relação às variáveis de tempos analisadas. Esta variação aumenta o desvio padrão do processo de colheita aumentando a irregularidade no controle do processo. Esta variabilidade nos tempos despadroniza a equipe o que dificulta o planejamento e a administração do processo.

Ao analisarem-se as cartas de controle (Figura 4), observa-se que o tempo gasto pelos colhedores do sexo masculino para colher o terço superior apresentou menor variação e foram menores que o tempo de colheita realizado pelas colhedoras. Esta maior rapidez também foi observada para os terços inferiores e médio (Figura 4b e 4c), o que pode estar relacionado à maior força física dos homens em relação às mulheres, descartando-se que esta superioridade está relacionada às medidas antropométricas.



**Figura 4.** Cartas de controle para o tempo de colheita: a) terço superior; b) terço médio; c) terço inferior.

Os coeficientes de correlação entre as variáveis obtidas na caracterização das medidas antropométricas em relação à interferência na eficiência da colheita manual de citros (Tabela 2) demonstram existir correlação entre as medidas antropométricas e os tempos de colheita para o tempo de colheita do terço médio e a distância pé-patela, demonstra também correlação do terço superior e altura do corpo e do terço superior e a distância pé-patela. Para os demais tratamentos não foi encontrada nenhuma correlação entre as variáveis.

**Tabela 2.** Matriz dos coeficientes de correlações de Pearson para as variáveis analisadas

Variáveis	Altura Corpo	Alcance Braço	Alcance Mão	Distância Pé-Patela
Tempo I	-0.430 <sup>ns</sup>	-0.037 <sup>ns</sup>	0.197 <sup>ns</sup>	-0.102 <sup>ns</sup>
Tempo M	-0.270 <sup>ns</sup>	0.184 <sup>ns</sup>	-0.102 <sup>ns</sup>	-0.416*
Tempo S	-0.323*	-0.022 <sup>ns</sup>	-0.100 <sup>ns</sup>	-0.466*

\*: Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup>: não significativo a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

As medidas antropométricas apresentaram correlação com os tempos de colheita para os terços médio e superior com a distância pé-patela e para o terço superior com a altura do corpo.

O menor tempo de colheita foi observado para os frutos posicionados no terço médio da planta, enquanto que os tempos necessários para colher os terços inferior e superior foram semelhantes.

O tempo gasto pelos colhedores do sexo masculino para colher o terço superior apresentou menor variação e foram menores que o tempo de colheita realizado pelas colhedoras.

## REFERÊNCIAS

Abrahão JI. Reestruturação produtiva e variabilidade do trabalho: uma abordagem da ergonomia. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 16(1): 49-54, 2000.

Barra DCC, Sasso GTMD. Tecnologia móvel à beira do leito: processo de enfermagem informatizado em terapia intensiva a partir da cipe 1.0<sup>®</sup>. *Texto Contexto Enferm*, 19(1): 54-63, 2010.

Fernandes CH, Brito AB, Santos NT, Minette L.J, Rinaldi PCN. Análise antropométrica de um grupo de operadores brasileiros de "feller-bruncher". *Scientia Forestalis*, 37(81): 17-25, 2009.

Molin JP, Mascarin LS. Colheita de citros e obtenção de dados para mapeamento da produtividade. *Engenharia Agrícola*, 27(1): 259-266, 2007.

Ribeiro RV, Machado EC. Some aspects of citrus ecophysiology in subtropical climates: re-visiting photosynthesis under natural conditions. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4): 393-411, 2007.

Rigolin AT, Tersi FEA. Mecanização em citros. In: Mattos Junior DDM, De Negri JD, Pio RM, Junior JP (Eds.) *Citros*. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005, p. 430-447.

Sanders KF. Orange Harvesting Systems Review. *Biosystems Engineering*, 90(2): 115-125, 2005.

Villarouco V, Andreto LFM. Avaliando desempenho de espaços de trabalho sob o enfoque da ergonomia do ambiente construído. *Produção*, 18(3): 523-539, 2008.