

# **Estudo comparativo do desempenho de três sistemas de colheita mecânica de azeitona**

Almeida, A.<sup>(1)</sup> Peça, J.<sup>(2)</sup>; Pinheiro, A.<sup>(2)</sup>; Dias, A.<sup>(2)</sup>; Santos, L.<sup>(3)</sup>; Reynolds, D.<sup>(4)</sup> Lopes, J.<sup>(5)</sup>

(1) Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 172, Bragança, e-mail: acfa@ipb.pt

(2) Universidade de Évora, Apartado 94, Évora

(3) Departamento de Olivicultura da E.N.F.V.N., Elvas

(4) R&O, Monte da Granja, Estremoz

(5) Dir. Regional de Agricultura de Trás-os-Montes, Mirandela

## **Resumo**

Ao longo de três anos, foi realizado trabalho experimental em olivais com densidades de plantação compreendidas entre 100 e 150 árvores por hectare, utilizando três sistemas de colheita mecânica de azeitona, que permitiram obter resultados de capacidade de trabalho (árvores por hora).

Nos três sistemas, para o destaque dos frutos foi usado o mesmo vibrador de troncos. A diferença está na recolha dos frutos derrubados: no sistema (A) foi realizada manualmente; no sistema (B) foi efectuada com um enrolador de panos montado em tractor; no sistema (C) utilizou-se um aparta-frutos.

Os resultados obtidos nos ensaios de campo, permitem (1) apontar as limitações de cada um dos sistemas e (2) sendo conhecida a capacidade de trabalho do sistema que recolhe manualmente a azeitona, estimar para os mesmos olivais e condições de trabalho, os valores de capacidade de trabalho dos sistemas que recolhem a azeitona mecanicamente.

**Palavras chave:** azeitona / colheita mecânica / desempenho.

## **Abstract**

### **Performance of three olive harvesting systems**

Results from field trials performed over three years in olive orchards averaging 150 trees per hectare, are revealed in terms of working rates.

In the three systems, olives were harvested with the same trunk shaker, and were collected (a) manually, (b) with a tractor mounted rolling canvas system, (c) with an inverted umbrella.

Labour based manual collecting was found to reach the higher working rates.

**Key words:** olives / mechanical harvesting / performance / costs.

## **1. Introdução**

A olivicultura assume em Portugal e na maioria dos países mediterrânicos uma considerável importância económica, que justifica a disponibilização de meios financeiros, técnicos e científicos que contribuem para solucionar as dificuldades com que esta cultura se debate.

Uma dessas dificuldades é o elevado custo da colheita, tradicionalmente manual. Segundo Tombesi (1990) a colheita tradicional custa 50% a 80% do preço do produto e requer 80% das horas-homem necessárias para a cultura.

As respostas para este problema passam pela modernização desta operação cultural, mecanizando-a e assim reduzindo as necessidades de mão-de-obra, já quase indisponível.

São divulgados neste texto resultados de capacidade de trabalho (árvores/hora) obtidos em ensaios de campo realizados ao longo de três anos, com três diferentes sistemas mecanizados de colheita de azeitona (Peça, 2000).

## **2. Material**

### **2.1. Olivais**

Foram utilizados nos ensaios de campo onze olivais, seis em Trás-os-Montes e cinco no Alentejo, considerados representativos de cada uma destas regiões. Contêm de 90 a 240 árvores por hectare. Nos olivais situados no Alentejo predomina a cultivar Galega. Nos olivais situados em Trás-os-Montes, predominam as cultivares Cobrançosa, Verdeal e Madural. Todos os olivais estavam em plena produção.

### **2.2. Equipamento**

Para o destaque dos frutos foi utilizado um vibrador por impacto R&O VM 07, montado no carregador frontal do tractor. Nos ensaios este vibrador foi utilizado montado em tractores agrícolas com potências entre 46 kW DIN e 58 kW SAE.

Para a recolha dos frutos foi utilizado um enrolador de panos com transportador elevador e um apara-frutos, ambos R&O.

O enrolador de panos é um equipamento de recolha de frutos montado no tractor, ao longo do flanco direito deste, apoiado atrás no sistema de engate de três pontos e à frente num carregador frontal. Tem por objectivo recolher e movimentar para o reboque, através de um sistema de panos e tapetes transportadores, os frutos destacados das árvores por acção de vibradores. Nos ensaios este enrolador de panos com descarga para reboque foi utilizado com tractores com potências de 50 kW DIN.

O apara-frutos é um equipamento de recolha de frutos montado debaixo do vibrador e igualmente suspenso do carregador frontal do tractor. A descarga dos frutos acumulados no fundo, numa caixa de armazenamento temporário, é feita posteriormente para um semi-reboque ou para lonas colocadas no chão.

### 2.2.1 Definição dos sistemas de colheita

Cada um dos sistemas de colheita estudados, utiliza uma cadeia de máquinas diferente:

Cadeia A: Tractor com vibrador + tractorista; 8 operadores para movimentação das lonas de recolha da azeitona; tractor com semi-reboque + tractorista, para armazenar e transportar a azeitona.

Cadeia B: Tractor com vibrador + tractorista; tractor com enrolador de panos e semi-reboque + tractorista; dois operadores auxiliares; tractor com semi-reboque + tractorista, para realizar a mudança dos semi-reboques.

Cadeia C: Tractor com vibrador e apara-frutos + tractorista; tractor com semi-reboque + tractorista.



**Figura 1-** Cadeia A



**Figura 2-** Cadeia B



**Figura 3-** Cadeia C

### 3. Métodos

#### 3.1 Delineamento dos ensaios

Considerando que se pretendem estudar três sistemas de colheita diferentes, os ensaios foram instalados em blocos casualizados, sendo cada um constituído por três talhões, distribuídos aleatoriamente, cada um, por um dos sistemas de colheita em estudo. Cada talhão era formado por duas filas consecutivas de oliveiras com igual número de árvores. Em consequência da diferente disponibilidade de árvores em cada ensaio, o número de árvores por talhão variou entre 19 e 30 árvores.

#### 3.2 Medições

##### 3.2.1 Tempos elementares de trabalho

Foram cronometrados os seguintes tempos elementares de trabalho:

- tempo de vibração por árvore vibrada ao tronco - medido nas cadeias A, B e C, desde o fecho da pinça do vibrador no tronco, até à sua abertura, cujo valor médio se representa por **Tvt**; - tempo de deslocação do vibrador entre árvores - medido nas cadeias A, B e C, desde a abertura da pinça do vibrador numa árvore, até ao seu fecho na árvore seguinte, cujo valor médio se representa por **TDV**; - tempo de desenrolar o pano - medido na cadeia B, desde o início da operação de desenrolar o pano do enrolador e o fim desta operação, junto de cada árvore, cujo valor médio se representa por **TDeP**; - tempo de enrolar o pano - medido na cadeia B, na operação inversa da anterior, cujo valor médio se representa por **TEP**; - tempo de pano aberto em árvores vibradas ao tronco - medido na cadeia B, desde o fim da operação de desenrolar o pano do enrolador e o início da operação de o voltar a enrolar, junto de cada árvore vibrada ao tronco, cujo valor médio se representa por **TPAt**; - tempo de descarga de azeitona do aparafritos - medido na cadeia C, desde o início da deslocação do equipamento para o local de descarga, até ao seu regresso para continuação do trabalho de colheita, cujo valor médio se representa por **Tdaz**. Inclui a abertura e fecho da porta de descarga da caixa de armazenamento temporário e a descarga propriamente dita.

##### 3.2.2 Massa de azeitona

Foi avaliada a massa de azeitona colhida mecanicamente. Verificando-se que permanecia azeitona nas árvores, fez-se uma avaliação por amostragem da quantidade de azeitona que o equipamento não colheu.

### 3.3 Expressões simplificadas de capacidade de trabalho

Os valores dos tempos elementares de trabalho registados em cada olival, foram utilizados para calcular a capacidade de trabalho (CT) em árvores por hora, através das seguintes expressões simplificadas:

$$\text{Cadeia A } \otimes \text{ CT} = \frac{3600}{\text{TVt} + \text{TDV}} \quad (1) \quad \text{Cadeia B } \otimes \text{ CT} = \frac{3600}{\text{TDeP} + \text{TPAt} + \text{TEP} + \text{TDE}} \quad (2)$$

$$\text{Cadeia C } \otimes \text{ CT} = \frac{3600}{\text{TVt} + \text{TDV} + \frac{\text{Tdaz}}{\text{Na}}} \quad (3)$$

## 4. Resultados

### 4.1. Capacidade de trabalho

A Tabela 1 indica os valores de capacidade de trabalho por cadeia de máquinas e olival. Não se incluem os valores obtidos em condições climatéricas extremamente desfavoráveis.

**Tabela 1-** Capacidade de trabalho dos sistemas de colheita em estudo (arv/h).

	<b>Cadeia A</b>		<b>Cadeia B</b>		<b>Cadeia C</b>	
	<b>Valor médio</b>	Desvio padrão	<b>Valor médio</b>	Desvio padrão	<b>Valor médio</b>	Desvio padrão
Olival 1	<b>57</b>	3,6	<b>43,5</b>	1,3	<b>36</b>	1,8
Olival 2	<b>90,1</b>	16,6	<b>50,8</b>	5,3	<b>47</b>	3,6
Olival 3	<b>58,3</b>	6,7	<b>44,5</b>	3,3	<b>52</b>	4,5
Olival 4	<b>41</b>		<b>36,5</b>	13,4	<b>41,3</b>	10,6
Olival 5	<b>37,5</b>	3,5	<b>27</b>	5,6	<b>22</b>	
Olival 6	<b>82,5</b>	13,4			<b>73,5</b>	10,6
Olival 7	<b>36</b>	5,6	<b>35,5</b>	3,5	<b>33,5</b>	3,5
Olival 8	<b>39</b>	4,6	<b>47,3</b>	4,6	<b>34</b>	4
Olival 9	<b>80,3</b>	9,3	<b>63,7</b>	5	<b>42,3</b>	8,6
Olival 10			<b>38</b>	7,1	<b>26</b>	5,7
Olival 11	<b>46,5</b>	7,8	<b>42,5</b>	0,7	<b>36</b>	2,8

## 4.2 Comparação dos valores de capacidade de trabalho das diferentes cadeias num mesmo olival

Considerando que os agricultores que decidem mecanizar a colheita de azeitona, o fazem usando inicialmente a cadeia A, mais simples, tentando mais tarde evoluir para a cadeia B ou C, optou-se por estabelecer factores de conversão da capacidade de trabalho da cadeia A, para a capacidade de trabalho de cada uma das outras duas cadeias.

O factor de conversão da capacidade de trabalho da cadeia A (CTA) para a capacidade de trabalho da cadeia B (CTB), é  $FAB = \frac{CTB}{CTA}$ . O factor de conversão da capacidade de trabalho da cadeia A (CTA) para a capacidade de trabalho da cadeia C (CTC), é  $FAC = \frac{CTC}{CTA}$ .

Conhecendo a capacidade de trabalho da cadeia A num olival, FAB permite estimar a capacidade de trabalho da cadeia B nesse mesmo olival e FAC permite atingir o mesmo objectivo, para a cadeia C.

A Tabela 2 indica os valores médios dos factores de conversão deduzidos a partir dos valores de capacidade de trabalho obtidos nos ensaios de campo.

**Tabela 2-** Comparação entre cadeias - valores médios em cada olival.

	<b>FAB</b>	<b>FAC</b>
valor médio	<b>0,84</b>	<b>0,75</b>
desvio padrão	0,17	0,14
c.v.	20,4%	19,2%

## 4.3- Eficiência de colheita

Entende-se por eficiência de colheita, o valor percentual de massa de azeitona colhida, relativamente à produção total. Nos olivais 5 e 6 não se incluem os dados obtidos em condições climáticas extremamente adversas. Nos olivais 1, 2 e 3 os valores indicados foram colhidos em árvores utilizadas nas três cadeias.

**Tabela 3-** Eficiência de colheita.

	<b>Cadeia A</b>	<b>Cadeia B</b>	<b>Cadeia C</b>
Olival 1	67%	67%	67%
Olival 2	87%	87%	87%
Olival 3	71%	71%	71%
Olival 4	73%	70%	41%
Olival 5	92%		
Olival 6	92%		
Olival 7	84%	73%	77%
Olival 8	79%	72%	72%
Olival 9	80%	80%	74%
Olival 10		77%	67%
Olival 11	96%	90%	89%

### **5. Discussão e conclusões**

A cadeia A é a mais rápida, seguindo-se a cadeia B, sendo a cadeia C a mais lenta. Porém a cadeia A é dependente da disponibilidade e eficiência da mão-de-obra. Com pessoal pouco eficiente esta vantagem pode ser pouco significativa ou inexistente. As cadeias B e C, têm mais baixa capacidade de trabalho, porque são mais susceptíveis do que a cadeia A às condições de transitabilidade do equipamento no olival.

Regista-se uma grande variabilidade dos valores de capacidade de trabalho. Em olivais típicos de sequeiro, existe uma dispersão de factores tal, que motiva este espectro muito amplo destes valores. De entre esses factores, salienta-se a diferença de condições de transitabilidade nos diferentes olivais, que afectam as deslocações do equipamento. Na cadeia A, é ainda de salientar a qualidade de mão-de-obra utilizada.

As oscilações que a estimativa de FAB e FAC podem sofrer, são sobretudo consequência da qualidade do desempenho da mão-de-obra utilizada na cadeia A. Nesta cadeia a utilização de uma mão-de-obra eficiente é capaz de melhorar a capacidade de trabalho, fazendo baixar os factores de conversão em relação às outras cadeias. O inverso acontece quando a mão-de-obra utilizada na cadeia A é mais lenta na movimentação das lonas.

Os factores de conversão FAB e FAC baixam também quando as condições de transitabilidade prejudicam mais a cadeia B ou C, do que a cadeia A.

É de notar que destas três cadeias de máquinas, a cadeia A é a mais sujeita a factores aleatórios dependentes da qualidade do desempenho da mão-de-obra.

A maioria dos resultados de eficiência de colheita situam-se entre 70% e 80%, valores considerados normais na bibliografia consultada, nomeadamente Giametta (1986-2), Tombesi (1990), Martin (1994), Ferguson *et al.* (1994) e Sierra (1996). O resultado obtido na cadeia C do olival 4, é de 41%, muito inferior aos restantes. Este valor deve-se ao facto de, com o equipamento da cadeia C, ser reduzida a possibilidade de efectuar a vibração às pernas, já que, para obter nas cadeias A e B, valores de eficiência de colheita de 73% e 70%, respectivamente, foi necessário efectuar vibração às pernas num número considerável de árvores.

## **6. Agradecimentos**

Este trabalho foi possível porque foi financiado pelo programa de investigação PAMAF IED 2072.

## **7. Referências bibliográficas**

- FERGUSON, Louise; SIBBET, G. Steven; MARTIN, George C. (1994), *Olive Production Manual*, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 3353.
- GIAMETTA, Gennaro (1986 - 2), *Mecanización de la Recolección*, *Olivae* - III Año - nº 13: 10-23.
- MARTIN, George C. (1994), *Mechanical Olive Harvest: Use of Fruit Loosening Agents*, *Acta Horticulturae* 356 : 284 - 291.
- PEÇA, J. *et al* (2000) *Manual da Colheita Mecanizada de Azeitona*, Fundação Luis de Molina, Évora.
- SIERRA, Jacinto G. (1996), *Recolección de la Aceituna*, *Vida Rural*, nº 35, Noviembre 1986: 58 - 60.

TOMBESI, A. (1990), *Physiological and Mechanical Advances in Olive Harvesting*, Acta Horticulturae 286: 399 - 412.