

Equipments for hazelnut harvest, calibration and shelling.

Equipamentos para a colheita, calibração e britagem de avelã.

Fernando A. Santos; Ana P. Silva, Alberto S. Santos <sup>1</sup>

### **Resumo**

As operações de apanha e pós - apanha, nomeadamente calibração e britagem, são importantes para a viabilização técnica e económica da cultura da avelã, pelo que, no âmbito do programa AGRO, Medida 8.1 - Desenvolvimento Tecnológico e Demonstração, foram desenvolvidos equipamentos simples para as realizar.

No colhedor, o tempo de apanha varia entre as 22 e 40 h/ha, sendo estes valores condicionados pelo encordoamento do material a recolher, seu estado de humidade, etc.

O calibrador permite a formação de lotes de diferentes dimensões, o que é fundamental para a venda da avelã em casca, ou para a sua britagem; este equipamento permite definir lotes de dimensão inferior a 14 mm, de 14 a 16 mm, de 16 a 18 mm e superior a 18 mm.

A britadora, para o lote inferior a 14 mm, permite obter 89,3 % de frutos britado, dos quais 62,6 % com miolo inteiro e 26,7 % com miolo partido; para o lote de 14 a 16 mm, estes valores são 87,5, 50,4 e 37,1 %, para o lote de 16 a 18 mm, de 93,8, 78,1 e 15,7 % e, para o lote superior a 18 mm, de 90,6, 78,5 e 12,1 %. Estes valores foram obtidos com frutos de diferentes variedades (diferente forma) o que penaliza a prestação da máquina.

### **Palavras chave**

*Corylus avellana*, mecanização, apanha, dimensão, descasque.

### **Abstract**

The harvest and pos-harvest operations, namely calibration and shelling, are very important for the technical and economical viability of the hazelnut culture, reason why in the scope of the AGRO program - Measure 8.1 - Technological Development and Demonstration, were developed simple equipments to do this operations.

With regard to the harvester, the collecting times vary in between the 22 h/ha for stripped material and 40 h/ha otherwise, but this time also depends on the material's humidity, etc.

---

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento de Fitotecnia e Engenharia Rural

The calibrator allows the formation of hazelnut lots of different sizes, which is fundamental for their sale and/or shelling; this equipment enables the separation of lots of <14 mm, 14 - 16 mm, 16 - 18 mm and > 18 mm.

The shelling machine, for the lot < 14 mm, enables a percentage of shelled fruits of 89,3 %, 62,6 % of which are whole kernel and 26,7 % are broken ones; for the lot 14 - 16 mm the values are 87,5, 50,4 and 37,1; for the lot 16 - 18 mm are 93,8, 78,1 and 15,7; and for the lot > 18 mm are 90,6, 78,5 and 12,1. These values were obtained with fruits of different varieties (different sizes and forms) which decreased the machine's performance.

### **Keywords**

*Corylus avellana*, mechanization, harvest, dimension, shell.

### **Introdução**

A apanha dos frutos é a operação cultural que maiores encargos acarreta na cultura da aveleira (Bernat, 1994; Tous *et al.*, 1994), pelo que é muito importante a procura de soluções que permitam reduzir os seus custos.

Sendo os pomares portugueses de dimensão reduzida (Silva *et al.*, 2000), a utilização de máquinas de elevado rendimento tem-se revelado economicamente inviável (Ghiotti, 1994). A mão de obra nacional é escassa e a preços relativamente elevados, e como a apanha manual é muito demorada e dispendiosa, desenvolveu-se um colhedor técnica e economicamente adaptado às condições dos pomares existentes no país.

Foi construído um calibrador, que permite a separação dos frutos em função do seu tamanho, operação fundamental para se proceder à venda directa ou à britagem, e também uma máquina de britar para permitir a incorporação de mais valia para o agricultor.

Qualquer um dos equipamentos referidos, devido à sua simplicidade e baixo custo, podem ser construídos pelos agricultores que disponham de uma pequena oficina na sua exploração.

### **1- Material e métodos**

Os equipamentos construídos e utilizados para a recolha, calibragem e britagem da avelã foram designados, respectivamente, por colhedor, calibrador e britador AGRO 162.

### 1.1- O colhedor AGRO 162

O colhedor AGRO 162 é um equipamento de recolha pneumática constituído por:

- uma tremonha de  $\pm 100$  L de capacidade;
- um motor de combustão interna a quatro tempos;
- um ventilador;
- duas condutas de aspiração;
- um carrinho de transporte.

A tremonha utilizada foi construída com uma parte de um tambor utilizado para transporte de lubrificantes; o motor, de 5 kW de potência, é o de um cortador de matos manejado manualmente; o ventilador, de pás radiais e as condutas de aspiração, são componentes utilizados em instalações de ventilação que podem ser adquiridos em lojas especializadas; o carrinho de transporte é muito simples, pelo que pode ser facilmente construído pelo agricultor (Figura 1).



**Figura 1-** Colhedor de avelã

O ventilador, montado no eixo do motor e posicionado no interior de um cárter descentrado, cria sucção no interior da tremonha que, através das condutas de aspiração, recolhe o material do terreno. O ar aspirado, juntamente com a material de menor massa específica, é expelido pela saída tangencial do cárter do ventilador,

sendo as avelãs e o material mais pesado projectados tangencialmente no interior da tremonha acabando por se depositar. A terra retirada do interior da tremonha, juntamente com os frutos e outro material que aí se deposite, é facilmente separada utilizando caixas com paredes e fundo em malha (Figura 2 e 3).

Na parte inferior da tremonha há uma abertura para remoção do material que, quando em funcionamento, deve estar ligeiramente aberta para permitir a entrada de um fluxo de ar ascendente, que ajuda a transportar o material mais leve para o cárter do ventilador projectando-o para o exterior.

Para melhorar o desempenho do colhedor é necessário que se verifiquem algumas condições, nomeadamente:

- o terreno estar seco e plano. Terrenos húmidos dificultam a sucção dos frutos e fazem com que a terra aspirada se deposite (“cole”) nas condutas e tremonha, reduzindo o poder de aspiração;
- o terreno estar limpo de vegetação já que a sua presença dificulta a localização dos frutos (Bernat, 1994) e entope parcialmente a “boca” do tubo de aspiração, diminuindo o poder de sucção;
- o terreno estar limpo de resíduos vegetais (folhas, ramos, etc.) e outros (pequenas pedras) pois ao serem recolhidos diminuem o volume da tremonha disponível para os frutos, afectando o rendimento da operação, quer pelo maior número de paragens necessárias quer pelo aumento do tempo necessário à limpeza do material.



**Figura 2-** Material recolhido com o solo húmido



**Figura 3-** Material recolhido com o solo seco

Para aumentar o rendimento de trabalho da máquina o material a recolher deve dispor-se em faixas, isto é, deve ser previamente encordoado no meio da entrelinha, operação que pode ser feita manual, mecânica ou pneumáticamente (Bernat, 1994).

A largura dos cordões depende do volume de material a ser aspirado, não devendo, no entanto, ser demasiado grande porque diminui o rendimento de trabalho, nem demasiado pequeno (compacto), porque aumenta a tendência para o entupimento das condutas; como referência, indica-se uma largura de 1.0 a 1.5 m. Nas plantações em que o volume de material a encordoar é grande, pode-se optar por fazer dois cordões, podendo cada um deles ser aspirado por um operador.

A possibilidade de utilizar correntes de ar que permitam fazer rolar as avelãs para as encordoar e, alterando o ângulo de incidência do jacto e a proximidade do tubo de saída, fazer a remoção das folhas, ramos etc., faz com que os frutos recolhidos tenham menos impurezas, aumentando-se o rendimento da máquina (Bernat, 1994). O encordoamento pneumático não substitui a preparação prévia do terreno e o controlo das infestantes como Lagerstedt já recomendava em 1984. A queima das folhas, antes do início da

queda dos frutos, é uma solução utilizada em muitas explorações para aumentar o rendimento da sua apanha.

Para além dos aspectos referidos é importante ter ainda em consideração o seguinte:

- o intervalo entre a queda dos frutos e a colheita, deve ser o mais curto possível, como sugerem Tous *et al.* (1994), para se evitar a sua depreciação, reduzir o tempo de exposição aos fungos do solo e minimizar as perdas provocadas por roedores e aves;
- o intervalo entre o encordoamento e a recolha deve ser o mais curto possível, já que se concentra a humidade no cordão;
- proceder à limpeza prévia do material depositado no terreno para evitar que seja recolhido pela máquina. Se assim se não procedesse seriam necessárias paragens mais frequentes e maiores perdas de tempo para a limpeza do material recolhido.

O número de pessoas aconselhado para trabalhar com este colhedor é de três, sendo duas com as mangueiras de aspiração e, a terceira, para movimentar o colhedor, dar apoio às outras duas, movimentar as caixas de recepção da avelã, etc; Tous *et al.* (1994) indicam igual número de pessoas para trabalhar com equipamentos idênticos.

Nas figuras 4 e 5 observa-se o colhedor a trabalhar nas situações de material encordado e não encordado.



**Figura 4-** Colhedor pneumático (material encordado)



**Figura 5-** Colhedor pneumático (material não encordado)

## 1.2- O calibrador AGRO 162

O calibrador AGRO 162 é, basicamente, um conjunto de grelhas, constituídas por barras longitudinais montadas a diferentes distâncias (14.0, 16.0 e 18.0 mm), o que permite a obtenção de quatro lotes de avelãs com as seguintes dimensões:

- < 14 mm; 14.0 - 16.0 mm; 16.0 - 18.0 mm; > 18 mm.

As grelhas podem ser colocadas umas por baixo das outras (Figura 6), disposição aconselhada quando as avelãs rolam com facilidade. Neste caso a grelha do calibre maior é posicionada no topo, o que faz com que as avelãs de dimensão superior a 18 mm rolem directamente para a caixa de recepção superior e as de diâmetro mais pequeno sejam as últimas a ser recolhidas.

Na outra forma de montagem (Figura 7), as grelhas são colocadas umas a seguir às outras, o que permite ajudar o rolamento dos frutos; nesta situação a grelha colocada no topo correspondente ao calibre menor. A aplicação de sacos de recepção por baixo das grelhas, com uma abertura inferior, permite conduzir directamente as avelãs para as caixas colocadas no chão.



**Figura 6-** Grelha de maior calibre posicionada no plano superior



**Figura 7-** Grelha de maior calibre posicionada no plano inferior

### **1.3- A máquina de britar AGRO 162**

A máquina de britar é basicamente constituída por um rolo metálico accionado por um motor eléctrico e uma régua em madeira, protegida por uma chapa metálica, contra a qual as avelãs são comprimidas pelo rolo. Os frutos são colocados numa tremonha munida de uma adufa no fundo, que permite regular o escoamento do material a britar. O rolo apresenta quatro réguas transversais e vários dentes dispostos radialmente, que “ajudam” o encaminhamento dos frutos para a zona de britagem.

A transmissão da máquina é mecânica, permitindo desmultiplicar o regime do motor eléctrico para  $\pm 50$  rpm. A integração de uma caixa de velocidade ou de um motor eléctrico de regime variável, tecnicamente mais vantajosa, aumentará significativamente o custo da máquina. Quanto mais pequenas forem as avelãs menor deve ser o regime pois a não existência de espaço entre a casca e a semente faz com que esta se parta mais facilmente.

A metodologia seguida para utilização deste equipamento prende-se, principalmente, com a regulação que é feita através de um parafuso, da distância entre a régua e o rolo.



Esta distância é determinada para cada lote fazendo-a diminuir, a partir da dimensão próxima do diâmetro máximo das avelãs desse lote, até que a percentagem de frutos britados seja a mais elevada e mais baixa a percentagem de miolo partido. Para os lotes de menor e maior calibre (< 14 e > 18 mm), em que os frutos são mais heterogéneos, devem-se fazer duas passagens, a segunda depois de ter diminuído a distância da régua ao rolo; a britagem efectuada com mais de uma passagem é especialmente recomendada para o lote de frutos mais pequenos pois, como o miolo ocupa a quase totalidade do interior do fruto, é mais facilmente partido.

Depois de britar as avelãs é necessário proceder à separação do miolo porque, juntamente com ele, fica uma parte das cascas e alguns frutos incompletamente descascados; colocando uma grade à saída da máquina de britar consegue-se que uma parte importante da casca seja separada (Figuras 8 e 9).



**Figura 8-** Máquina de britar



**Figura 9-** Separação do material britado

## **2- Resultados e discussão**

Os resultados mais relevantes obtidos com os equipamentos em pomares com compassos de 3 X 5 m e uma produção média de  $\pm 1335$  kg/ha (667 árvores x 2 kg/árvore) são os a seguir referidos.

### **2.1- Colhedor**

Em boas condições e com o material não encordado, os tempos necessários para a colheita são os seguintes:

- para a apanha, 33 - 34 h/ha ( $\pm 3$  min/árvore);
- para a remoção do material da tremonha, que se faz quando esta tem 25 - 30 kg de material e que demora, cada operação,  $\pm 3$  min ( $1335 / 25 \times 3$ ), 2 - 3 h/ha;
- para as restantes operações (reabastecimento de combustível, limpeza e desobstrução das condutas, etc.), 2 - 3 h/ha.

Considerando estes valores e para as condições apresentadas, pode afirmar-se que, em média, são necessárias  $\pm 40$  h/ha para a apanha e limpeza da avelã no campo.

Com o material encordado, cordões com  $\pm 1.0$  m de largura, os tempos necessários são os seguintes:

- para a apanha, 17 - 25 h/ha (10 - 15 min para cordões de 20 m de comprimento). Este valor varia bastante em função das condições do material, especialmente o seu teor de humidade;
- para a remoção do material da tremonha, 2 - 3 h/ha;
- para as restantes operações, 2 - 5 h/ha. À semelhança da apanha este valor também varia bastante, pois com o material húmido a obstrução dos tubos é mais frequente.

Considerando estes valores o tempo de apanha e limpeza varia de 22 a 33 h/ha, sendo esta variação função das condições do meio, especialmente do teor de humidade do material (Quadro 1). Biondi *et al.* (1994) indicam 8 a 13 h/ha, para colhedores pneumáticos accionados por tractores.

**Quadro 1-** Resumo dos resultados dos tempos obtidos, em horas, com o colhedor indicado.

	Material encordado		Material não encordado
	Boas condições	Más condições	Boas condições
Recolha	17	25	34
Esvaziar a tremonha	3	3	3
Outros	2	5	3
Total	22	33	40

Considerando que o rendimento horário na apanha manual é de  $\pm 6$  kg/h, para uma produção de 1335 kg/ha, seriam necessárias  $\pm 223$  h/ha. Com este colhedor, para a mesma produção e um rendimento médio de 25 h/ha, aquele valor será de  $\pm 53$  kg/h, o que corresponde, em média, a  $\pm 17,5$  kg/h, por operador.

## 2.2- Calibrador AGRO 162

A dimensão média do menor diâmetro transversal dos frutos e seu desvio padrão, é especialmente importante nos lotes de maior e menor calibre pois, para além de



permitirem definir a distância entre a régua e o rolo para se iniciar a britagem, permite igualmente definir o número de passagens a efectuar. Quanto maior for o desvio padrão maior deverá ser o número de passagens.

Como se pode verificar no quadro 2, as distâncias das barras das grades apresentam ligeiras variações pois encontram-se avelãs com diâmetros superiores ou inferiores àquelas distâncias. Por exemplo no lote < 14 mm encontrarem-se avelãs com diâmetro superior a este valor (14,7 mm) e, no lote > 18 mm, frutos de diâmetro inferior a este valor (17,9 mm).

**Quadro 2-** Caracterização dimensional do diâmetro transversal mais pequeno das avelãs dos diferentes lotes apanhadas num pomar com diferentes variedades.

	Lotes (mm)			
	< 14	14 - 16	16 - 18	> 18
Valor mínimo	10,92	14,28	16,19	17,89
Valor médio	13,75	15,91	17,23	19,65
Valor máximo	14,72	17,58	19,12	22,56
Desvio - Padrão	0,72	0,68	0,56	0,97

### 2.3- A máquina de britar AGRO 162

Os dados a seguir apresentados foram determinados em amostras de 250 g de avelãs retiradas de cada um dos lotes, fazendo variar a distância régua - rolo. Para cada uma das amostras foi determinado o número de frutos e, depois de britadas, o número de frutos inteiros e sua massa, o número de miolos inteiros e sua massa, a massa dos miolos partidos e a massa da casca; para além destes valores foi calculado o número de miolos partidos (diferença entre o número total de frutos da amostra e a soma dos frutos não britados e miolos inteiros).

Como dados mais relevantes destas determinações destacam-se (Quadro 3):

- para o lote menor que 14 mm, diminuindo a distância régua - rolo até 9,5 mm, obtiveram-se 89,3 % de frutos britados, dos quais 62,6 % com miolo inteiro e 26,7 % com miolo partido;
- para o lote de 14 a 16 mm, diminuindo a distância régua - rolo até 12,2 mm, obtiveram-se 87,5 % de frutos britados, dos quais 50,4 % com miolo inteiro e 37,1 % com miolo partido;

- para o lote de 16 a 18 mm, diminuindo a distância régua - rolo até 13,5 mm, obtiveram-se 93,8 % de frutos britados, dos quais 78,1 % com miolo inteiro e 15,7 % com miolo partido;

- para o lote de mais que 18 mm, diminuindo a distância régua - rolo até 16,5 mm, obtiveram-se 90,6 % de frutos britados, dos quais 78,5 % com miolo inteiro e 12,1 % com miolo partido.

Distâncias menores, entre a régua e o rolo, aos valores indicados para cada lote, conduzem a aumentos significativos de miolo partido.

**Quadro 3-** Resumo dos resultados apresentados.

Lotes (mm)	Dist. régua - rolo (mm)	Frutos britados (%)	Miolo inteiro (%)	Miolo partido (%)
< 14	9,5	89,3	62,6	26,7
14 - 16	12,2 (*)	87,5	50,4	37,1
16 - 18	13,5	93,8	78,1	15,7
> 18	16,5	90,6	78,5	12,1

(\*) A utilização de uma distância de 12,9 mm permite obter 57,3 % de frutos britados, dos quais 43,1 % com miolo inteiro e 14,2 % com miolo partido.

Pode assim afirmar-se que, para os lotes de menor dimensão e para uma percentagem de frutos britados superior a 85 %, a proporção de miolo partido, relativamente ao inteiro, é bastante elevada. Para estas situações, pode proceder-se à britagem em duas fases, ou seja, numa primeira com uma distância régua - rolo ligeiramente superior à indicada e os frutos inteiros que resultaram são novamente britados agora com uma distância entre a régua e o rolo. Esta metodologia implica que, no final da primeira fase, se proceda à separação dos frutos inteiros o que torna o trabalho mais moroso.

A definição da distância régua - rolo deve ser previamente estabelecida mediante a realização de testes, pois o teor de humidade, a forma dos frutos, etc., são aspectos importantes para a sua determinação.

### 3- Conclusões

Como conclusões dos resultados obtidos com os equipamentos desenvolvidos no âmbito do projecto AGRO 162 pode-se afirmar que:

- as condições dos pomares são fundamentais para obter uma boa prestação do equipamento pneumático de recolha;
- o rendimento do equipamento de recolha melhora consideravelmente com o material disposto em cordões;
- a prestação do calibrador, por forma a obterem-se lotes com características dimensionais o mais homogéneas possível, é fundamental para o bom desempenho da máquina de britar;
- para os lotes, com as avelãs de maior e menor dimensão, deve proceder-se a mais que uma britagem;
- o lote das avelãs mais pequenas é o mais difícil de britar, pois o miolo preenche praticamente todo o interior do fruto, o que origina uma percentagem importante de grãos partidos.

Comparando os resultados obtidos com estes equipamentos, especialmente o de recolha, com a forma tradicional como estas operações são efectuadas, regista-se um aumento considerável do rendimento em trabalho, tendo como consequência um abaixamento dos custos de produção, tornando mais aliciante a produção de avelã em Portugal.

### 4- Referências bibliográficas

- Bernat, C. (1994). El cultivo del avellano. En los últimos anos se ha mecanizado la recolección. *Vida Rural* **4**: 74-76
- Biondi, P.; Monarca, D.; Zoppello, G. (1994). Dust control in hazelnut harvesting with a vacuum harvesters. *Acta Horticulturae* **351**: 513-519.
- Ghiotti, G. (1994). Efficiency evaluation of a pneumatic system for hazelnut selection. *Acta Horticulturae* **351**: 513-519.
- Lagerstedt, H.B. (1984). *Mecanizacion de la produccion comercial de Avellana*. Department of Horticulture. Oregon State University.
- Silva, A.; Santos, A. (2000). *Hazelnut production in Portugal*. FAO-CIHEAM - Nucis-Newsletter **9**.
- Tous, J.; Girona, J.; Tasiás, J. (1994). Cultural practices and costs in hazelnut production. *Acta Horticulturae* **351**: 395-413.