



# ValorCast

**Valorização da castanha e otimização da sua comercialização**



# ValorCast

*Valorização da castanha e otimização da sua produção*

**RefCast – Associação Portuguesa da Castanha**



**Aguiar Floresta – Associação Florestal e Ambiental de Vila Pouca de Aguiar**



**Coopenela - Cooperativa Agrícola de Penela da Beira**



**GEOSIL Empreendimentos Agro-Silvícolas, SA**



**IPB - Instituto Politécnico de Bragança**



**IPV - Instituto Politécnico de Viseu**



**UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro**

**utad**

**ARATM – Associação Regional dos Agricultores das Terras de Montenegro**



**Espaço Visual – Consultores de Engenharia Agronómica, Lda**



**Agromontenegro, Lda**



**SORTEGEL Produtos Congelados, SA**



**Universidade do Porto**



ValorCast – Valorização da castanha e otimização da sua produção

Coordenador Científico: José Gomes Laranjo

Editores: José Gomes Laranjo, Alcino Pires, José Ângelo Pinto, Duarte Marques, Anabela Martins, Rui Carneiro

Local de publicação: Vila Real

Data de publicação: 12/2022

Edição: RefCast – Associação Portuguesa da Castanha

Nº edição: 1ª edição

Impressão e acabamento: Minerva Transmontana, Tipografia, Lda

Tiragem:

Fotografias: dos autores

Suporte: impresso e digital

ISBN: 978-989-53782-2-7

Depósito Legal: 509074/22

# Índice

1.	O projeto e os parceiros.....	11
1.1.	Identificação do problema ou oportunidade que se propõe abordar.....	11
1.2.	Descrição da situação de partida, no que respeita ao problema ou oportunidade objeto da iniciativa.....	12
1.3.	Descrição dos objetivos visados.....	15
2.	Identificação das principais perdas do valor comercial da castanha ..	17
2.1.	Introdução.....	17
2.2.	Dados dos produtores.....	18
2.3.	Dados dos soutos.....	19
2.4.	Fatores críticos na produção de castanha em Portugal.....	21
2.5.	Práticas culturais na cultura do castanheiro em Portugal.....	24
2.6.	Cultivares produzidas em cada Dop.....	25
2.6.1.	Dop Castanha dos Soutos da Lapa.....	25
2.6.2.	Dop Castanha da Padrela.....	26
2.6.3.	Dop Castanha da Terra Fria.....	26
2.7.	Colheita.....	28
2.7.1.	Seleção das castanhas.....	28
2.7.2.	Mão de obra na colheita.....	28
2.7.3.	Colheita mecânica.....	29
2.8.	Armazenamento da castanha.....	31
2.9.	Preço da castanha.....	32
2.10.	Autoconsumo.....	34
2.11.	Conclusão.....	36
3.	Melhoria dos procedimentos de colheita de castanha.....	39
3.1.1.	Objetivos.....	39
3.1.2.	Material e métodos.....	39
3.1.2.3	métodos de colheita.....	44
3.1.2.5	avaliação da capacidade de trabalho.....	45
3.1.3.	Resultados e discussão.....	49
3.1.4.	Conclusões.....	56
3.1.5.	Referências.....	57
3.2.	Análise do impacto da colheita mecânica na qualidade e capacidade de conservação da castanha na dop castanha da padrela e dop castanha dos soutos da lapa.....	58
3.2.1.	Ensaio colheita mecânica na Dop Castanha da Padrela.....	58
3.2.2.	Ensaio colheita mecânica Dop castanha dos Soutos da Lapa.....	61
4.	Controlo de bichado no pós-colheita. Resultados preliminares da utilização de protótipo.....	65
5.	Controlo das podridões da castanha.....	73
5.1.	Comunidade fúngica associada a castanhas portuguesas: cultivar, tipo de processamento e período de conservação como fatores de diversidade.....	74

5.1.1.	Objetivos .....	74
5.1.2.	Materiais e métodos .....	74
5.1.3.	Resultados e discussão.....	76
	inspeção exterior e interior das castanhas.....	76
	diversidade e incidência de fungos .....	78
5.1.4.	Conclusões .....	79
5.2.	Controlo das podridões por arejamento das caixas palete .....	81
5.2.1.	Objetivos .....	81
5.2.2.	Materiais e métodos.....	81
5.2.3.	Resultados e discussão.....	83
	parâmetros ambientais .....	83
	avaliação das castanhas.....	85
	perda de peso.....	85
	podridões externas.....	85
	podridões internas.....	85
	avaliação geral no final do ensaio .....	87
5.2.4.	Conclusões .....	88
5.3.	Avaliação da incidência e virulência de <i>gnomoniopsis smithogilvyi</i> , agente causal da podridão castanha.....	89
5.4.	Controlo da podridão castanha pelo processo de esterilização. ....	91
5.5.	Ensaio de ensaio de campo sobre a avaliação de fungicidas e uma solução nutritiva no controlo de <i>gnomoniopsis smithogilvyi</i> .....	94
5.6.	Referências.....	104
6.	Caracterização da perda de água nas principais cultivares de castanha .....	107
6.1.	Objetivos .....	107
6.2.	Trabalho experimental.....	107
6.3.	Tratamento de dados.....	109
6.4.	Resultados e discussão.....	110
6.4.1.	Raios caraterísticos .....	110
6.4.2.	Percentagem máxima de perda de água .....	111
6.4.3.	Coeficientes de difusão.....	114
6.5.	Conclusões .....	117
6.6.	Referências.....	117
7.	Aplicação de revestimentos na castanha .....	119
7.1.	Resumo.....	119
7.2.	Introdução.....	120
7.3.	Conclusões .....	138
7.4.	Agradecimentos .....	139
7.5.	Referências.....	140
8.	Utilização de embalagens como forma de reduzir a perda de água .....	143
8.1.	Resumo.....	143
8.2.	Introdução.....	144
8.3.	Conclusões .....	153

8.4.	Agradecimentos .....	153
8.5.	Referências.....	154
9.	<b>Farinha de castanha: caracterização e utilização.....</b>	<b>155</b>
9.1.	Introdução.....	155
9.2.	Farinha de castanha .....	156
9.2.1.	Produção .....	156
9.2.2.	Características da farinha de castanha .....	158
9.3.	Utilização da farinha de castanha .....	169
9.3.1.	Produção de pão hipermacio.....	170
9.3.2.	Produção de massa alimentícia .....	172
9.4.	Referências bibliográficas .....	174
10.	<b>Novos produtos à base de castanha: castanhas cozidas em calda de vinho .....</b>	<b>183</b>
10.1.	Resumo.....	183
10.2.	Introdução.....	184
10.2.1.	Descrição dos principais ingredientes usados na formulação dos produtos .....	184
10.3.	Materiais e métodos .....	189
10.3.1.	Desenvolvimento do produto .....	189
10.3.2.	Caracterização do perfil sensorial das amostras.....	190
10.4.	Resultados e discussão.....	192
10.4.1.	Primeira prova sensorial .....	192
10.5.	Referências.....	202
11.	<b>Avaliação económica do impacto da utilização das medidas propostas no go .....</b>	<b>205</b>
11.1.	Análise da viabilidade económica dos diferentes métodos de apanha mecânica .....	205
11.1.1.	Enquadramento .....	205
11.1.2.	Objetivo geral e específico.....	206
11.1.3.	Caracterização da exploração .....	206
11.1.4.	Métodos de colheita .....	206
11.1.5.	Segundo cenário .....	208
11.1.6.	Dimensões de rentabilidade .....	225
11.1.7.	Conclusões .....	226
11.2.	Análise económica da experiência do controlo da perda de peso das castanhas em conservação frigorífica .....	228
11.3.	Análise da viabilidade económica da estrutura de arejamento nas caixas palete .....	231
11.4.	Estudo económico da farinha de castanha .....	233

# 3. Melhoria dos procedimentos de colheita de castanha

**Arlindo Almeida**

Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

## 3.1.1. Objetivos

No âmbito deste projeto foram realizados testes de campo com equipamentos de colheita disponíveis no mercado, que permitiram obter dados técnicos que caracterizem o funcionamento deste equipamento.

Com a informação recolhida é possível responder a questões referidas pelos utilizadores, como (I) a de perda de eficiência em condições de elevada humidade e grande concentração de folhas e ouriços e (II) às questões colocadas pela indústria que refere que a castanha colhida mecanicamente aparece com pedra, pedaços de ramos e outros inertes que depreciam o seu valor.

A informação recolhida inclui a avaliação da capacidade de trabalho do equipamento (arv/hora, kg/hora), através da medição de tempos de trabalho e produção colhida. Foram também estimados os custos/hora de utilização do equipamento.

## 3.1.2. Material e métodos

### 3.1.2.1 Locais dos testes de campo

Os testes de campo realizaram-se no Nordeste de Portugal em dois locais diferentes. Em cada um foram testados equipamentos de tipo diferente.

Os testes de campo com equipamento automotriz decorreram em novembro de 2018 e 2019 em soutos com altitudes entre os 800 e 900 metros, com um declive ligeiro (até 5%) da cultivar Judia, com 25 a 35 anos de idade, plantados compassos de 9 m a 10 m e entrelinhas de 9 m a 10 m (Figura 1).

Os testes de campo com equipamento rebocado decorreram em novembro de 2019 e 2020 em soutos com altitudes entre os 800 e 900 metros, com um declive ligeiro (até 5%) da cultivar Longal, com 40 a 50 anos de idade, plantados compassos de 9 m a 10 m e entrelinhas de 9 m a 10 m (Figura 2).



**Figura 1 -Local onde decorreram os trabalhos com equipamento automotriz.**



**Figura 1 - Local onde decorreram os trabalhos com equipamento rebocado.**

### 3.1.2.2 Equipamentos

Foram utilizados nos testes de campo equipamentos de dois tipos: um colhedor automotriz e um colhedor rebocado por trator. Ambos colhem por aspiração a castanha previamente caída sobre o solo.

Equipamento automotriz de colheita por vácuo *Facma Cimina 380* (Figura 3).

O seu funcionamento baseia-se num ventilador centrífugo que por vácuo aspira os frutos da superfície do solo encordoados por duas escovas rotativas. Um desourizador mecânico extrai o fruto do ouriço. A ventilação é usada para separar o fruto dos ouriços, folhas, pequenos ramos e inertes (Guyer 2012).

À medida que a castanha é colhida vai sendo armazenada temporariamente num semirreboque adaptado (Figura 4) com uma capacidade aproximada de 1500 kg, tracionado pelo equipamento de colheita.



**Figura 2 - Equipamento de colheita automotriz Facma Cimina 380.**



**Figura 3 - Reboque de armazenamento temporário do equipamento automotriz.**

As características deste equipamento indicam-se na Tabela 1.

**Tabela 2 - Características do equipamento Facma Cimina 380**

Tração	Duas rodas motrizes posteriores com transmissão hidráulica
Comprimento (mm)	5950
Altura (mm)	1890
Largura (mm)	1770
Largura de colheita (mm)	3000
Peso (kg)	2630
Potência (kW)	74

Equipamento rebocado de colheita por vácuo Monchiero 498 (Figura 5)

Trata-se de um equipamento rebocado com acionamento pela tomada de força do trator. Um ventilador centrífugo produz o vácuo que aspira os frutos da superfície do solo por um tubo manualmente movimentado, com um diâmetro de 12 cm e comprimento de 12 m. O equipamento dispõe de dois tubos de aspiração, mas nos testes realizados foi utilizado apenas um.



**Figura 4 - Equipamento rebocado de colheita por vácuo Monchiero 498.**

As características deste equipamento indicam-se na Tabela 2.

**Tabela 3 - Características do equipamento Monchiero 498**

Rebocado	
Comprimento (mm)	3420
Altura (mm)	1840
Largura (mm)	1530
Largura de colheita (mm)	3000
Peso (kg)	702
Potência de acionamento (kW)	33

---

Equipamento de limpeza e desouraçamento em armazém Monchiero 400 (Figura 6)

Os testes com equipamento de limpeza e desouraçamento em armazém (Figura 6), foram realizados na Empresa parceira Geosil, em novembro de 2020 e 2021.

Foi utilizado um equipamento Monchiero M 400.

Características do equipamento:

- Apoiado em quatro pés de comprimento ajustável às condições do solo;
- Motor elétrico trifásico 5,5 cv;
- Recipiente recolector dos frutos na parte superior do equipamento;
- Dispositivo de desouraçamento;
- Sistema de limpeza - crivo com controlador de velocidade;
- Descarga lateral do produto limpo com controlador de velocidade.

Dadas as limitações do local, este equipamento foi instalado num talude, aproveitando um desnível do terreno disponível (Figura 6) e não em armazém. Esta modificação dos planos iniciais de instalação deveu-se à indisponibilidade de um tapete elevador transportador, necessário para a conveniente instalação em armazém. Esse elevador transportador serviria para colocar a castanha a limpar e desourçar numa cota superior, onde se situa o órgão de entrada da castanha no equipamento.



**Figura 5 - Equipamento de limpeza e desouraçamento em armazém Monchiero 400.**

### 3.1.2.3 Métodos de colheita

#### Colhedor automotriz

O equipamento percorreu no souto cada entrelinha de uma cabeceira à outra, em três ou quatro faixas paralelas conforme a dimensão da entrelinha. Terminada a última destas passagens o equipamento seguia para a entrelinha seguinte.

Foram realizados testes utilizando dois métodos de colheita diferentes. Nos testes de campo I numa área de 4275 m<sup>2</sup> a castanha é colhida durante as três ou quatro deslocações entre cabeceiras e nas viragens dentro de cada entrelinha.

Nos testes de campo II numa área de 6048 m<sup>2</sup> a castanha é colhida durante as três ou quatro deslocações entre cabeceiras, mas não nas viragens dentro de cada entrelinha.

Há interrupção de colheita nas viragens entre as entrelinhas, quer nos testes I, quer nos testes II.

Os testes de campo I foram realizados no início da campanha, com reduzida quantidade de manta morta sobre o solo.

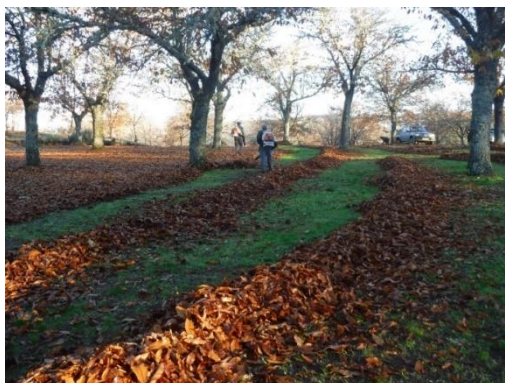
Os testes de campo II decorreram em fase mais adiantada da campanha, numa repetição de colheita no mesmo local (dupla colheita), com quantidade significativa de manta morta (folhas, ramos e ouriços) sobre o solo.

É no semirreboque indicado na Figura 4 que a castanha é retirada do souto.

Nos testes de campo este sistema de colheita necessitou de um operador.

#### Colhedor rebocado

Com este sistema de colheita, antes da colheita, a castanha que se encontra naturalmente espalhada sobre o solo do souto é encordoada com sopradores portáteis. (Figura 7). Nos testes de campo foram utilizados três sopradores e respetivos operadores.



**Figura 6 - Encordoamento da castanha.**

Após o encordoamento o colhedor é estacionado dentro do souto em vários locais, mantendo o motor em funcionamento. Em cada um desses locais o tubo de aspiração é manuseado de forma a colher a castanha previamente encordoada (Figura 8).

Após a colheita a castanha é ensacada e desta forma retirada do souto.

O tratorista é também o operador do tubo aspirador. Um outro operador é necessário para auxiliar na condução do trator e no ensacamento da castanha. No total, nos testes de campo, este sistema de colheita necessitou de cinco operadores.



**Figura 7 - Colheita com o tubo de aspiração.**

#### **3.1.2.4 Avaliação da velocidade de deslocação do equipamento automotriz**

A velocidade média de deslocação do equipamento automotriz foi avaliada cronometrando o tempo de deslocação entre viragens e relacionando esse tempo com o espaço percorrido.

Os testes de avaliação da velocidade de trabalho foram realizados em dois locais do souto com distâncias entre cabeceiras de 40,0 metros e 169,5 metros respetivamente.

#### **3.1.2.5 Avaliação da capacidade de trabalho**

##### Equipamento automotriz

Para avaliar a capacidade de trabalho do equipamento automotriz foram cronometrados os tempos elementares de trabalho: tempo de colheita, tempo inoperacional, tempo de viragem dentro de cada entrelinha e tempo de viragem para

mudança de entrelinha. O tempo inoperacional refere-se à interrupção do trabalho para desobstrução do fluxo do produto nos órgãos internos do interior do equipamento em consequência da aspiração de folhas, pequenos ramos e outros inertes.

A capacidade de trabalho foi avaliada pela relação área trabalhada/tempo, em hectares por hora.

O tempo total de trabalho é o somatório dos tempos cronometrados.

Nos testes I o tempo total de colheita obtém-se pela soma do tempo elementar de colheita com tempo elementar de viragem dentro de cada entrelinha durante o qual a aspiração dos frutos continua.

Nos testes de campo II o tempo total de colheita é igual ao tempo elementar de colheita, porque a aspiração é interrompida em todos os tempos elementares de viragem.

O tempo total de trabalho inclui os tempos de viragem em que a colheita é interrompida e os tempos inoperacionais. Por esta razão é superior ao somatório dos tempos elementares em que há colheita.

O desempenho do trabalho de colheita é avaliado pela eficiência de campo (Eq. 1): relação entre somatório dos tempos elementares durante os quais há colheita e o tempo total de trabalho. A eficiência de campo é expressa em percentagem (Hunt, 1983, Fidalgo *et al* 2006).

$$\text{Eficiência de campo} = \frac{\sum \text{tempos elementares em que há colheita}}{\sum \text{tempos elementares}} \quad (1)$$

### Equipamento rebocado

O trabalho com o equipamento rebocado desenvolve-se de forma contínua, com pequenas deslocações do trator para facilitar a movimentação do tubo de aspiração. Não se tomou a opção de registo de tempos elementares de trabalho para avaliar a capacidade de trabalho. Foram registados tempos totais de colheita em três locais de testes de campo

Em cada um destes locais relacionou-se a área com o tempo de colheita e relacionou-se a produção colhida com o tempo de colheita.

### Equipamento de limpeza e desourçamento em armazém

O trabalho com este equipamento de acionamento elétrico, decorre de forma contínua, com a entrada da castanha pela parte superior da máquina e descarga por gravidade pela zona inferior, após passagem pelos órgãos de desourçamento e limpeza.

Foi avaliada a capacidades de trabalho em kg/hora de castanha processada.

### **3.1.2.6 Avaliação de danos nos frutos colhidos mecanicamente**

Para verificar os danos provocados nos frutos pelo equipamento, foi avaliada em amostras escolhidas aleatoriamente a quantidade de inertes colhidos juntamente com os frutos e quantificados os frutos sem danos e os frutos com danos. Esta avaliação foi feita visualmente em frutos colhidos pelo equipamento automotriz, nas horas seguintes à colheita e em frutos limpos e desouraçados por máquinas fixa, até quatro horas seguintes à limpeza.

### **3.1.2.7 Estimativa de custos associados à utilização do equipamento de colheita automotriz**

A estimativa de custos seguiu a metodologia proposta pela bibliografia internacional sobre o tema, Fidalgo et al (2006), Ortiz-Cañavate et al (2003), Hunt (1983); Edward (2015).

Os custos da maquinaria agrícola incluem duas categorias: (I) encargos fixos ou de posse com um valor não dependente da intensidade de uso da máquina e (II) encargos variáveis ou operacionais que dependem da intensidade de uso da máquina. O verdadeiro valor desses custos não pode ser conhecido com rigor até que a máquina seja vendida ou termine a sua vida útil. A estimativa destes custos pode ser feita com base em premissas sobre a vida útil da máquina, intensidade de uso anual, preços de combustível e mão de obra (operador).

Foram assumidas as seguintes premissas:

Intensidade de utilização anual de 250 horas, considerando a duração média do período de colheita, que tem início em meados de setembro e termina no final de novembro.

Um custo de aquisição (valor inicial) de 72 320 € mais 2 000 € para o semirreboque transportador, o que perfaz 74 320 €.

Um valor final de 10% do custo de aquisição.

Uma vida económica útil de 10 anos.

Os custos de combustível foram assumidos da seguinte forma: consumo de combustível: 7,5 L/hora; custo do combustível: 1,3 €/L. Consideradas 250 horas/ano de trabalho.

Os custos de mão de obra foram assumidos da seguinte forma: custo/ano/operador: 9.000€. Acréscimo/ano de 20% para custos sociais e de seguros. Horas totais de trabalho

do operador na exploração: 2.000/ano. Horas de trabalho com este equipamento: 250 horas/ano.

Os custos de propriedade (também chamados de custos fixos) incluem depreciação, juros (custo de oportunidade), impostos, seguros e alojamento do equipamento.

A depreciação é um custo resultante do desgaste, obsolescência e idade do equipamento.

Para estimar a depreciação anual, a vida económica e o valor residual foram assumidos de acordo com as premissas indicadas.

A depreciação foi calculada pela seguinte expressão Eq. (2):

$$\text{Depreciação} = \frac{\text{Custo inicial} - \text{valor final}}{\text{vida económica útil}} \quad (2)$$

Juros, impostos, seguros e alojamento do equipamento não foram considerados porque esses itens pressupõem um alto nível de subjetividade.

Os custos operacionais (também chamados de custos variáveis) incluem reparações e manutenção, combustível, lubrificantes e mão de obra do operador.

Os custos com reparações para um tipo específico de máquina, variam de uma região geográfica para outra devido ao tipo de solo, terreno, clima e outras condições. Numa mesma área geográfica, variam com o tipo de exploração agrícola em consequência das diferentes políticas de gestão e habilidade do operador.

Devido a todos esses fatores e variabilidade, a melhor fonte para estimar os custos com reparações são os registos de despesas deste tipo feitos por proprietários de equipamento idêntico. Neste caso a valor médio obtido foi de 350 €/ano em média para este equipamento específico.

O consumo de combustível foi estimado pelos registos dos proprietários de equipamento idêntico (ver premissas).

O custo anual do operador foi calculado pela expressão indicada Eq. (3), considerando as premissas referidas anteriormente:

$$\text{Custo operador} = \frac{\text{Renuneração anual do operador} \times 1,2}{\text{Total anual de horas de trabalho do operador}} \times 250 \text{ horas} \quad (3)$$

A soma dos itens indicados representa o custo anual do equipamento. O custo do equipamento por hora foi calculado considerando 250 horas/ano de trabalho de colheita.

### 3.1.3. Resultados e discussão

#### 3.1.3.1 Velocidade de deslocação

Obtiveram-se os seguintes valores médios de velocidade de deslocação do equipamento durante o trabalho: 0,96 km/hora a 1,47 km/hora (ver Tabela 3).

**Tabela 4 - Avaliação da velocidade de deslocação**

	Distância (m)	Tempo (minutos)	Velocidade média (km/h)
Local 1	40	2,55	0,96
		2,73	
		2,25	
Local 2	169.5	6,31	1,47
		7,45	
		6,6	
		7,5	

#### 3.1.3.2 Capacidade de trabalho

##### Equipamento automotriz

Na tabela 4 indicam-se os tempos elementares de trabalho registados nos testes de campo I.

**Tabela 5 - Tempos elementares de trabalho – testes I**

Tempos elementares (minutos)		Tempo efetivo de colheita (minutos)	Tempos elementares sem colheita (minutos)
Colheita	51,85	54,94	
Viragem dentro da entrelinha	3,09		
Inoperacional	5,8		12,05
Viragem entre entrelinhas	6,25		

Tendo sido necessários 66,99 minutos para a área de 4275 m<sup>2</sup> utilizada, resulta uma capacidade de trabalho de 0,383 ha/hora.

A eficiência de campo é de 82%.

O tempo inoperacional é de 8,7% do tempo total.

Na tabela 5 indicam-se os tempos elementares de trabalho registados nos testes de campo II.

**Tabela 6 - Tempos elementares de trabalho – testes II**

Tempos elementares (minutos)		Tempo efetivo de colheita (minutos)	Tempos elementares sem colheita (minutos)
Colheita	100.84	100.84	
Viragem dentro da entrelinha	6.15		22.89
Inoperacional	14.9		
Viragem entre entrelinhas	1.84		

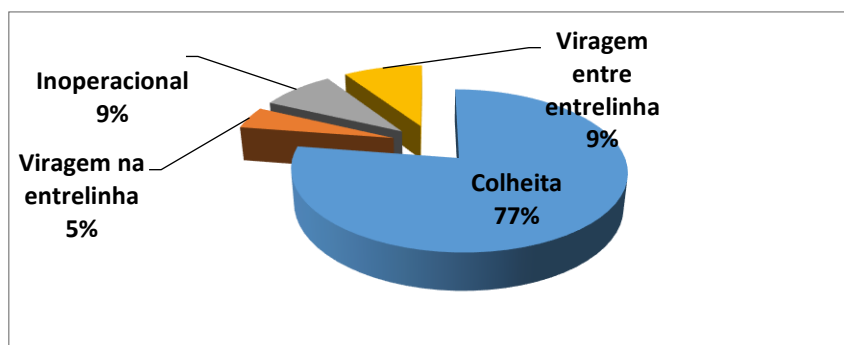
Tendo sido necessários 123,73 minutos para a área de 6048 m<sup>2</sup> utilizada, resulta uma capacidade de trabalho de 0,293 ha/hora.

A eficiência de campo é de 82%.

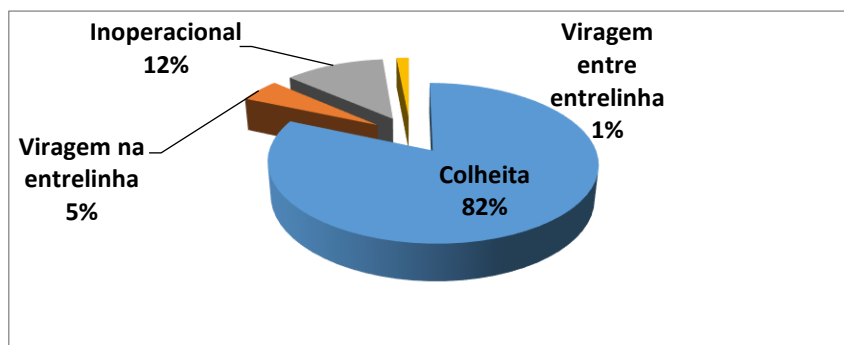
O tempo inoperacional é de 12,04 % do tempo total. Estes testes (II) ocorreram, em condições de maior humidade, com mais manta morta de folhas sobre o solo, tornando o equipamento menos eficiente em consequência da obstrução/entupimento do fluxo do produto no seu interior de que resulta o incremento do tempo inoperacional.

Estes resultados mostram que quando o solo do souto se encontra muito húmido e coberto com espessa manta morta, há um incremento do tempo elementar inoperacional (de 8,7% do tempo total nos testes I, passou para 12,04% nos testes II), que pode prejudicar a capacidade de trabalho. Porém nos testes realizados, desse incremento não resultou perda de eficiência de campo que se manteve idêntica – 82%, facto que se deve à redução percentual do tempo elementar de viragem entre entrelinha e ao aumento percentual do tempo elementar de colheita.

As Figuras 9 e 10 mostram a distribuição percentual dos tempos elementares de trabalho nos testes I e nos testes II.



**Figura 8 - Distribuição percentual dos tempos elementares de colheita nos testes I.**



**Figura 9 - Distribuição percentual dos tempos elementares de colheita nos testes II.**

A quantidade de castanha colhida nos testes I foi de 700 kg (valor aproximado), de que resultam 627 kg/hora. A quantidade de castanha colhida nos testes II foi de 1150 kg (valor aproximado), de que resultam 558 kg/hora. Estes valores estão de acordo com referências consultadas (Monarca 2003 e 2005).

Na tabela 6 indicam-se os resultados obtidos nos testes e campo e a relação entre a produção colhida, o tempo de colheita e a capacidade de trabalho em ha/hora.

**Tabela 7 - Equipamento automotriz: Testes I e II – área, castanha colhida, tempo de colheita e interrelações**

	Área (ha)	Castanha colhida (kg)	Tempo de colheita (horas)	kg/ha	kg/hora	ha/hora
Testes I	0,43	700	1,12	1637,4	626,96	0,38
Testes II	0,61	1150	2,06	1901,46	558,25	0,30
<b>Média</b>				<b>1769,43</b>	<b>592,61</b>	<b>0,34</b>

Tendo sido necessário um operador para a colheita com este sistema, é expectável colher cerca de 593 kg/hora/pessoa.

Equipamento rebocado

Na tabela 7 indicam-se os resultados obtidos nos testes de campo e a relação entre a produção colhida, o tempo de colheita e a capacidade de trabalho em ha/hora.

**Tabela 8 - Equipamento rebocado: área, castanha colhida, tempo de colheita e interrelações**

	Área (ha)	Castanha colhida (kg)	Tempo de colheita (horas)	kg/ha	kg/hora	ha/hora
Local 1	0,22	528	1,17	2400	452,57	0,19
Local 2	0,56	1540	3,13	2750	492,54	0,18
Local 3	0,71	1408	2,42	1983,10	582,62	0,29
<b>Média</b>				<b>2377,7</b>	<b>509,24</b>	<b>0,22</b>

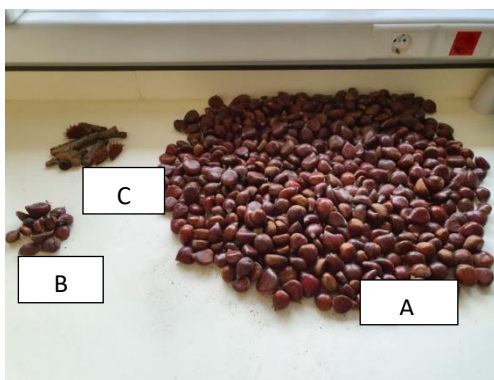
Tendo sido necessários cinco operadores para a colheita com este sistema, é expectável colher cerca de 100 kg/hora/pessoa.

Equipamento de limpeza e desourçamento em armazém

A capacidade de trabalho deste equipamento variou de 1000 a 1500 kg/hora. Os valores mais baixos quando a castanha era proveniente de soutos mais velhos e com mais detritos. Os valores mais elevados quando a castanha era proveniente de soutos mais recentes e com menor quantidade de detritos.

### 3.1.3.3 Avaliação de danos nos frutos colhidos mecanicamente

As Figuras 11 e Tabela 8 mostram os resultados de avaliação dos danos provocados na castanha com colhedor automotriz e quantifica inertes colhidos.



**Figura 10 - Frutos em boas condições (A), frutos com danos (B) e inertes (C).**

**Tabela 9 - Avaliação de danos causados à castanha pela colheita mecânica por colhedor automatriz.**

Castanha boa %	Castanha danificada %	Inertes %
97,1	1,00	1,9

Estes resultados mostram que há inertes colhidos com os frutos que os danificam, o que torna necessário uma segunda limpeza da produção colhida e uma seleção manual, antes da entrega à indústria.

**Tabela 10 - Avaliação imediatamente após limpeza e desourçamento de castanha colhida em souto velho**

Castanha boa %	Castanha danificada %	Inertes %
96,76	1,27	1,97

**Tabela 11 - Avaliação imediatamente após limpeza e desourçamento de castanha colhida em souto limpo**

Castanha boa %	Castanha danificada %	Inertes %
97,74	2,26	0,00

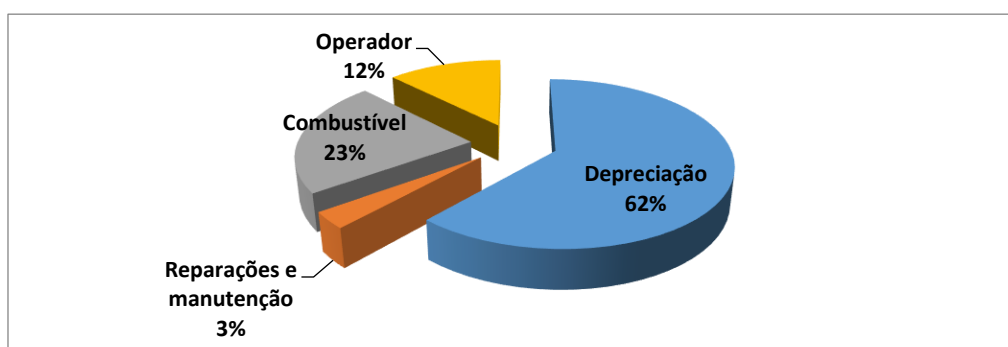
### **3.1.3.4 Custos associados à utilização do equipamento de colheita automatriz**

Na Tabela 11 indicam-se os custos anuais, calculados com base nas premissas referidas em métodos.

Na Figura 12 está indicado o valor percentual dos itens considerados para a estimativa dos custos.

**Tabela 12 - Custos anuais para o sistema de colheita considerado.**

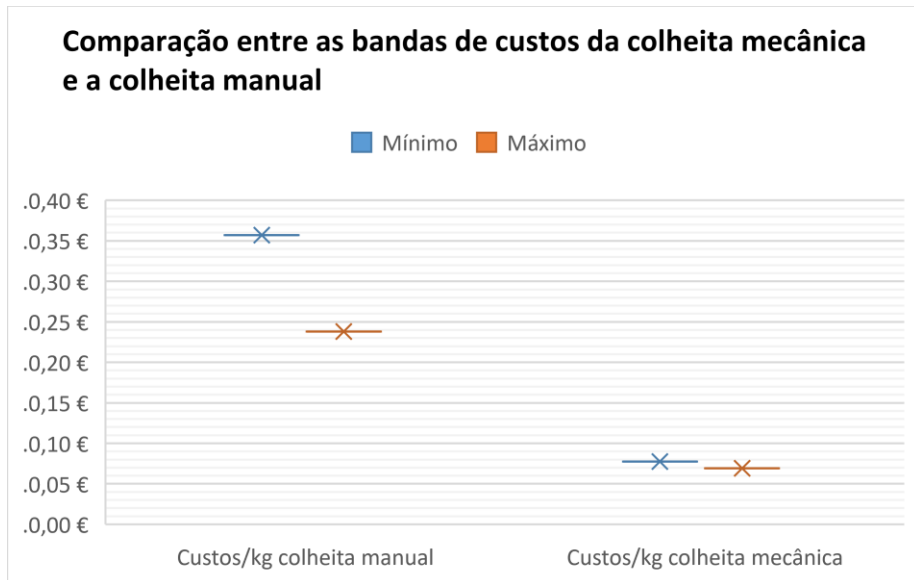
Custos anuais considerados	Valor dos custos/ano
Depreciação	€ 6,689
Reparações e manutenção	€ 350
Combustível	€ 2,437
Operador	€ 1,350
<b>Total</b>	<b>€ 10,826</b>



**Figura 11 - Importância relativa dos itens considerados.**

De acordo com estes resultados, o custo/kg da castanha colhida é de € 0,07 para os testes 1 e € 0,08 para os testes 2. O aumento do custo/kg nos testes 2 é consequência dos resultados da capacidade de trabalho. Apesar do menor desempenho na dupla colheita, este procedimento é necessário porque os frutos caem continuamente das árvores ao longo do período de amadurecimento.

A capacidade de trabalho esperada para a colheita manual é de 20 kg/hora a 30 kg/hora por pessoa (Monarca D. et al 2003; Monarca D. et al 2014a). Considerando um custo de 7 €/hora por operador, é razoável esperar um custo de € 0,24 a € 0,36/kg para colheita manual. De acordo com os resultados da colheita mecanizada apresentados, pode-se obter uma redução significativa de custos (Figura 13).



**Figura 12 - Comparação de custos colheita manual vs colheita mecânica.**

### 3.1.4. Conclusões

Os resultados obtidos nestes testes apontam para um notável aumento da capacidade de colheita com colhedor por vácuo, face á colheita manual. Com o colhedor automotriz é expectável colher 593 kg/hora/pessoa e com o colhedor rebocado é expectável colher 100 kg/hora/pessoa. Com a colheita manual é expectável colher 20 a 30 kg/hora/pessoa (Monarca *et al* 2003 e 2014a). Esta vantagem permite mais facilmente compatibilizar o tempo disponível com a área a colher. A redução do tempo necessário facilita a dupla colheita diminuindo o período de contacto do fruto com o solo húmido, com vantagem para o estado sanitário da castanha.

Será também uma solução para a escassez de mão-de-obra para esta operação.

Em condições de solo húmido e manta morta espessa há prejuízo do desempenho do equipamento. Nos testes de campo houve nessas condições uma redução da capacidade de trabalho, embora a eficiência de campo se tenha mantido.

Confirma-se a existência de inertes misturados com os frutos colhidos, alguns dos quais com danos provocados por esses inertes, o que pode reduzir o valor comercial da colheita. Para o evitar, recomenda-se uma segunda limpeza e separação manual dos frutos, antes da entrega à indústria.

A cobertura do solo do souto é um aspeto relevante para o trabalho eficaz dos sistemas de colheita. Os equipamentos colhem por dispositivos mecânicos ou por aspiração os frutos caídos sobre o solo. Para que este trabalho decorra nas melhores condições, reduzindo a recolha de terra e pedras misturadas com a castanha, o solo deve estar com um bom coberto vegetal e limpo de inertes e resíduos vegetais resultado de práticas agrícolas durante o ano. A colheita mecânica não é compatível com soutos lavrados.

A redução de custos proporcionada pela colheita mecanizada é considerável, em comparação com a colheita manual.

É possível concluir que com sistemas de colheita mecânica estudados é possível obter vantagens consideráveis:

É uma solução para a escassez de mão de obra para esta operação;

Redução significativa de custos;

Melhoria do estado sanitário da castanha.

A gestão do solo é um aspeto relevante para esta operação. Para uma eficiente colheita o solo deve ter uma boa cobertura vegetal, estar limpo de inertes e resíduos resultantes de anteriores práticas agrícolas.

A colheita mecânica não é compatível com os soutos mobilizados.

### 3.1.5. Referências

Edward, W. (2015) *Estimating Farm Machinery Costs*, Iowa University Extension and Outreach File A3-29 PM 710 <https://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/pdf/a3-29.pdf> Accessed May 17, 2021.

Fidalgo, J. Boto (coordenador); Díez, Javier; Gabella, Victor; Santamarta, Pablo; Ordóñez, David (2006) *La mecanización agraria, principios y aplicaciones*, 2ª edição, Universidad de León, Secretariado de Publicaciones.

Guyer, D.E.; De Kleine; M.E. and Perry; R.L. (2012). *New approaches in cherry and chestnut harvest systems*. Acta Hortic. 965, 189-194 DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.965.25 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.965.25>

Hunt, Donnel (1983) *Farm Power and Machinery Management*. 8th edition, Iowa State University Press, Ames.

Monarca, D.; Cecchini, M.; Antonelli, D. (2003). *The influence of mechanical harvesting on the quality of chestnuts: experiences in the monti cimini area*. Acta Hortic. 599, 611-616 DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.599.79 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.599.79>

Monarca, D.; Cecchini, M.; Antonelli, D; Mordacchini Alfani, M.L.; Salcini, M.C.; Massantini, R. (2005). *Mechanical harvesting and quality of 'marroni' chestnut*. Acta Hortic. 682, 1193-1198 DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.682.158 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.682.158>

Monarca, D.; Cecchini, M.; Colantoni, A.; Menghini, G.; Moscetti, R.; Massantini, R. (2014a). *The evolution of the chestnut harvesting technique*. Acta Hortic. 1043, 219-225 V DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1043.29 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1043.29>

Monarca, D.; Moscetti, R.; Carletti, L.; Cecchini, M.; Colantoni, A.; Stella, E.; Menghini, C.; Speranza, S.; Massantini, R.; Contini, M.; Manzo, A. (2014b). *Quality maintenance and storability of chestnuts manually and mechanically harvested*. Acta Hortic. 1043, 145-152 DOI: 10.17660/ActaHortic.2014.1043.19 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1043.19>

Ortiz-Cañavate, Jaime; Ramos J.; Sierra, J. Martos, J.; Altisent, Margarita; Ubierna, Constantino. (2003) *Las maquinas agricolas y su aplicación*, Mundi-Prensa, 6ª edición, Madrid, ISBN: 84-8476-117-7