

## Review of Mechanized/Automated Fruit Thinning Devices Dispositivos de Monda Mecanizada/Automática - Estado da Arte

Marco Lopes - lopes.masl@gmail.com

Universidade da Beira Interior

Pedro Dinis Gaspar - dinis@ubi.pt

Universidade da Beira Interior

Fernando Bigares Santos - bigares@ubi.pt

Universidade da Beira Interior

Maria Paula Simões - mpaulasimoes@ipcb.pt

Instituto Politécnico de Castelo Branco

### Abstract

This review describes the different concepts that have been developed and investigated concerning the mechanization of fruit thinning, as well as the obtained results. Some references to equipment related to blossom thinning are provided, due to the shared properties of the two processes. Manual fruit thinning is still the most frequently used thinning method, and also the one that attains the best results due to the high level of selectivity that it enables to achieve, although it is very expensive and time-consuming. Solutions that require large equipment are the most commonly researched. Only one study analysed the viability of hand-held fruit thinning devices. None of the equipment hereby analyzed presented solid positive economical results, although they could reduce the fruit load and enabled the growers to act on a smaller time period. It was noticed that all the devices based themselves upon one of two concepts: rotating shaft with stems; shaker. This revision intends to contribute for the analysis of the technological and economical viability of hand-held fruit thinning devices, as well as to support the development of this type of systems.

### Resumo

Nesta revisão descrevem-se os diferentes conceitos que têm vindo a ser desenvolvidos e explorados para a mecanização da monda do fruto e os resultados obtidos com recurso aos mesmos. Incluem-se algumas referências a equipamentos destinados à monda da flor pelas características que os dois processos partilham. O método manual da monda do fruto permanece como aquele mais frequentemente utilizado e como o que apresenta melhores resultados pela selectividade que permite, no entanto, apresenta-se como sendo bastante moroso e dispendioso. Têm sido investigadas soluções que recorrem a equipamentos de grandes dimensões. Apenas um estudo analisa a viabilidade da utilização de máquinas portáteis para monda do fruto. Os resultados económicos obtidos com as soluções analisadas não se mostram consistentes ou viáveis, apesar destas permitirem reduzir a carga de fruto, aumentando o seu calibre e actuar numa janela temporal reduzida. Foi possível constatar que todos os equipamentos analisados se baseiam num de dois conceitos: veio rotativo com elementos de impacto flexíveis; dispositivo vibratório. Esta revisão pretende contribuir para a análise da viabilidade tecnológica e económica da utilização de equipamentos portáteis para a monda do fruto, assim como para apoiar o desenvolvimento deste tipo de sistemas.

### Keywords

Mechanical thinning, Fruit Thinning, Device, Equipment, Portable, Hand-held, Peach

### Palavras-chave

Monda mecânica, Monda do Fruto, Dispositivo, Equipamento, Máquina, Portátil, Pêssego

# Dispositivos de Monda Mecanizada/Automática - Estado da Arte

## 1. Introdução

A qualidade dos frutos está muito dependente da carga de uma árvore. O calibre do fruto, i.e., a sua dimensão, é um parâmetro de qualidade com valorização económica. Este parâmetro encontra-se intimamente relacionado com o correcto ajustamento da carga. Caso a poda seja pouco severa para garantir maior produção e o vingamento dos frutos (transformação das flores em frutos) for elevado, obtém-se um excesso de carga caso se verifiquem condições climáticas favoráveis. Nesta condição, resta aos produtores fazer o correcto ajustamento da carga através da monda dos frutos. A monda manual é o método mais utilizado mas requer elevada disponibilidade de mão-de-obra, factor muitas vezes limitativo, e por ser moroso torna-se bastante dispendioso. A monda química dos frutos, e em particular do pessegueiro, não é uma prática corrente porque os resultados não têm sido muito consistentes. As menores dimensões das propriedades e, mais concretamente da área de cada cultivar dentro de uma exploração, podem tornar o uso de equipamentos de grandes dimensões em algo pouco funcional e desajustado. Assim, mostra-se necessária a criação de soluções que permitam a realização da monda de frutos num tempo mais curto e de forma mais económica que a monda manual, tendo em consideração as condições locais, particularmente no que respeita à versatilidade que é necessária de acordo com a heterogeneidade das plantas, resultante também da heterogeneidade das parcelas e do solo. Esta revisão descreve os diferentes conceitos que têm vindo a ser desenvolvidos e explorados para a mecanização da monda do fruto e os resultados obtidos com recurso aos mesmos. Pretende-se assim contribuir para a análise da exequibilidade tecnológica e económica do desenvolvimento e utilização de equipamentos portáteis para a monda do fruto.

## 2. Equipamentos de Monda Mecânica

Nesta secção é descrito o estado da arte sobre equipamentos de monda mecânica do fruto. Dadas as características similares, em alguns casos são descritos equipamentos destinados à monda mecânica da flor. A secção é subdividida em função das características dos dispositivos analisados, isto é, dispositivos acoplados a veículos ou equipamentos portáteis.

### 2.1 Dispositivos Acoplados a Veículos

Berlage & Langmo [1] realizaram um estudo comparativo ao longo de um percurso de dois anos, envolvendo monda mecânica com agitadores de tronco, monda manual, monda com um varão e a combinação de monda mecânica com manual. A última prática apresentou os melhores resultados, com uma redução de tempo da tarefa em cerca de 57% e de custos da monda em 88%, quando comparado com o método puramente manual, produzindo frutos de calibre minimamente aceitável. No entanto, a máquina removeu mais 30% de fruto que o método manual, resultando numa colheita inferior, reduzindo o lucro por árvore, face ao método completamente manual. A distribuição não uniforme também se mostrou um problema.

Glenn *et al.* [2] desenvolveram um estudo comparativo entre monda do fruto manual e mecânica, utilizando um agitador de ramos por impacto e um tambor com hastes vibratórias. Concluíram que o tambor removeu mais frutos dos ramos horizontais que dos verticais, no entanto não apresentou qualquer tipo de seletividade face ao tamanho dos frutos removidos.

Uma vez que o tambor transfere menos energia que o agitador de impacto, este assumiu-se como uma melhor opção pelo facto de ter causado menores danos às árvores. Não foram mencionadas quaisquer conclusões face ao balanço económico. Mais recentemente, mas ainda com base em máquinas de vibração, foram efetuados estudos que demonstraram que a combinação de monda mecânica com manual poderia reduzir o tempo das operações de monda em cerca de 30% a 41%. Com vista a evitar as desvantagens da vibração mecânica, mas também a facilitar a automação do processo, Rosa *et al.* [4] apresentaram e testaram uma solução que permite proceder à agitação de ramos individuais a uma frequência reduzida, sem requerer uma força de aperto, evitando dano adicional aos ramos por torção, baseando-se num atuador linear com uma ponteira em “U”, montado sobre um veículo com um braço basculante (ver Fig. 1). O estudo também analisou detalhadamente os fenómenos que levavam à queda dos frutos em função dos diferentes tamanhos, posicionamentos, tipos de ramo e a sua frequência natural. Apesar de promissor, este sistema sem qualquer processo complementar resultou na remoção excessiva de fruto, sobretudo nas zonas superiores dos pessegueiros, onde os frutos terão melhor hipóteses de vingar devido a uma maior exposição solar [3, 4].



Fig. 1 - Máquina vibratória de monda do pêsegueiro sem acoplamento mecânico ao ramo (Rosa *et al.* [4]).

Um outro princípio possivelmente adequado à monda do fruto consiste no uso de membros flexíveis de borracha ou corda, montados sobre uma estrutura num trator e sendo arrastados sobre as árvores. Este método frequentemente utilizado para a monda da flor, com resultados positivos demonstrados pela primeira vez em Baugher *et al.* [5], apresenta o potencial de evitar a monda excessiva do fruto observada nos métodos por vibração. A máquina de monda da flor do pessegueiro, intitulada de Phil Brown é um exemplo comercial deste tipo de mecanismo. Conforme representado na Fig. 2, o dispositivo possui uma cortina de cordas flexíveis acoplada a um eixo central movido por um motor. No entanto, não foram encontrados estudos sobre a aplicação deste tipo de sistema na monda do fruto.



Fig. 2 - Máquina de monda da flor de pessegueiro, Phil Brown ([www.philbrownwelding.com/peach-blossom-thinner](http://www.philbrownwelding.com/peach-blossom-thinner)). Schupp *et al.* [6] desenvolveu um estudo comparativo dos resultados obtidos através da utilização de dois dispositivos na monda do pêsego, o Darwin 300 da empresa Alemã Fruit-Tec de hastes flexíveis rotativas e tambor vibratório desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). O primeiro equipamento consiste numa estrutura acoplada a um trator, com um veio vertical de 3 m e hastes plásticas, aplicado durante a fase da floração (ver Fig.3a). Este dispositivo foi inicialmente concebido para monda da flor em macieiras. O segundo equipamento, utilizado na monda do fruto verde, consiste num tambor vibratório acoplado também a um trator (Fig.3b). Este equipamento é composto por 7 conjuntos de hastes de nylon dispostos radialmente em torno de um veio, podendo rodar livremente ou ser sujeitos a uma força de travamento exercida por um atuador hidráulico. O veio e as hastes sofrem um deslocamento oscilatório sobre o plano horizontal através de um motor hidráulico, sendo a frequência de oscilação regulável.



(a) Darwin, equipamento de monda de hastes flexíveis.



(b) Tambor de hastes vibratórias.

Fig. 3 - Equipamentos para a monda mecânica da flor e do fruto, respetivamente, acoplados a tratores (<http://www.fruit-tec.com>; <http://ucanr.edu/>).

Relativamente à utilização destes equipamentos em árvores conduzidas de forma a adquirir uma configuração colunar em “V”, em conjunto com uma monda manual complementar, demonstrou-se uma redução da colheita em 58% e um aumento do calibre do fruto em 9%, quando comparado com o método inteiramente manual. O tempo da monda manual foi reduzido entre 54% a 81%, traduzindo-se globalmente numa vantagem económica. Apesar disso, ocorreu uma remoção excessiva de fruto, os frutos maiores foram mais frequentemente removidos do que aqueles de menores dimensões, tendo também sido produzido algum dano aos ramos. Baugher *et al.* [7] realizaram um estudo com um equipamento semelhante, exceto que o tambor apresentava um posicionamento segundo a horizontal. Observou-se que este equipamento removia mais flor que o de tambor vertical, permitindo reduzir o tempo da monda manual complementar em 32%. A redução da carga de flor variou entre 23% e 69%, resultando num aumento médio de 22% de frutos no calibre comercializável superior e simultaneamente na redução em 47% de carga de fruto, quando comparado ao controlo sem monda. Já quando comparado à monda manual, não é possível retirar uma conclusão, uma vez que em certos ensaios a produção de fruto mostrou-se superior enquanto noutros se mostrou inferior. Contudo, na maioria dos ensaios a aplicação da monda mecânica apresentou uma vantagem económica, sendo que a combinação da monda mecânica com uma monda manual suplementar aparenta produzir os melhores resultados. É de notar que para diferentes ensaios foram aplicados diferentes métodos de monda e que em determinados ensaios não foram fornecidos ou apurados determinados dados, nomeadamente os que dizem respeito ao impacto económico, afectando assim a consistência e valor dos resultados. Baugher *et al.* [8] estudaram e testaram um equipamento híbrido com um tambor de ângulo variável, com o objectivo de tornar este tipo de equipamentos mais versátil face aos diferentes tipos de condução das árvores de fruto. Mais uma vez foi demonstrada uma poupança económica na maioria dos ensaios, quando comparados com o método puramente manual. É sugerido que a

pesquisa relativa a este tipo de equipamento se deveria de focar na utilização de sensores e estratégias de controlo de forma a posicionar automaticamente o tambor e os elementos flexíveis para que se aumente o nível de precisão da monda. Recorrendo à utilização do Darwin para a fase de monda da flor e a um novo protótipo de um tambor da USDA (passando de um tambor duplo a simples), para a monda do fruto em anos seguintes, de forma combinada, observou-se que na maioria dos ensaios, não houve uma melhoria do lucro por árvore [9]. Em [10] demonstrou-se através de testes com o equipamento Darwin em pomares de pêsegos e nectarinas, que uma condução das árvores em “V” permitia otimizar consideravelmente os resultados de monda da flor com este equipamento, no entanto foi já possível apurar uma janela temporal ideal, atendendo ao tamanho dos frutos e carga das árvores, cuja correlação com a produção mostrou ser superior à do tipo de condução das árvores. No estudo que permitiu obter essa janela temporal a monda, procedeu-se à comparação da monda completamente mecânica com a monda completamente manual, demonstrando-se um aumento do número de frutos com calibre abaixo do comercializável em cerca de 6%. A monda mecânica acompanhada de uma monda manual suplementar provou reduzir o tempo total de monda em cerca de 30 a 41% [11]. Blanke & Damerow [12] desenvolveram um dispositivo de monda da flor em árvores de fruto, constituído por três rotores horizontais com elementos flexíveis, tendo sido testado ao longo de três anos com diferentes combinações de rigidez de escovas, velocidades dos rotores e velocidades do trator em diversas cultivares de maçã, mostrando ser possível regular a percentagem de flor removida, entre 0 e 33%. A sua utilização à velocidade máxima de rotação resultou em danos a cerca de 8% das folhas. Os custos associados à utilização deste equipamento mostraram ser semelhantes à poupança em mão de obra, o que sugere não apresentar vantagens nem desvantagens económicas.

## 2.2 Dispositivos Portáteis

Martin *et al.* [13] analisaram a aplicação de duas máquinas portáteis à monda do pêsego, para a indústria dos enlatados. O primeiro dispositivo, modelo Giulivo da empresa italiana Volpi S.p.A, consiste num cabo de 2,5 m, com um peso de 2 kg, no qual uma das extremidades possui uma cabeça rotativa com seis dedos ou hastes (ver Fig.4a), movida por um motor elétrico de 12 V que permite operar a 2 velocidades distintas. O motor é alimentado por uma bateria de automóvel de 12 V, 75 A/h, colocada no chão e transferindo a energia através de um cabo elétrico com 15 m de extensão. O operador procede à monda do fruto percorrendo os ramos em torno da árvore, para que as hastes entrem em contacto com os frutos e provoquem a sua queda, deslocando a bateria a cada 3-4 árvores, permitindo assim que se mova com a maior liberdade possível. O segundo dispositivo consiste num agitador pneumático de ramos portátil (ver Fig.4b), fabricado pela Campagnola P.E.S, Itália. Este equipamento possui um peso de 1,9 kg, sendo alimentado por um compressor de ar a operar com pressões entre 1,0 Mpa e 1,2 Mpa. A sua mobilidade mostra-se algo limitada, devido sobretudo à presença da mangueira flexível de alimentação do ar. Como controlo foi utilizada a monda manual e a ausência de monda.



(a) Dispositivo elétrico com cabeça rotativa e hastes axiais com ângulo regulável.



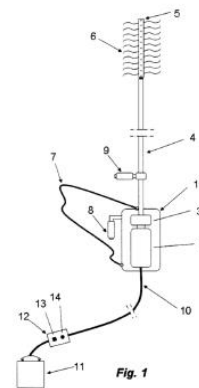
(b) Máquina pneumática para a agitação de ramos.

Fig. 4 - Equipamentos para a monda mecânica do fruto [13].

Foi demonstrado que com a utilização do dispositivo agitador, seguida de uma monda manual complementar, o tempo requerido para a tarefa foi reduzido em cerca de 28%, face aos 25 a 30 minutos por árvore requeridos na monda exclusivamente manual, não removendo no entanto fruto verde suficiente. O equipamento elétrico com hastes, combinado também com uma monda manual complementar, permitiu uma redução de tempo de 46% comparativamente com a técnica puramente manual. De forma a melhorar o processo, os trabalhadores foram instruídos para que durante a monda manual complementar se concentrassem apenas nos aglomerados de fruto, permitindo assim atingir uma redução de 82% de tempo requerido para a tarefa, traduzindo-se no valor de encargos por árvore mais baixo obtido entre todas as opções exploradas. A utilização do dispositivo elétrico sem monda manual complementar obteve uma redução de tempo requerido para a tarefa ainda mais acentuada, cerca de 90%. Com o dispositivo elétrico foi contabilizada uma perda de folhas na ordem dos 130 g por árvore, não tendo sido considerada relevante. Aparentemente, tendo em conta os valores médios, o número e carga de frutos vingados não diferem significativamente entre o processo de monda exclusivamente manual, mas aparentam existir algumas inconsistências, como o facto de em algumas colheitas a utilização do equipamento sem monda manual complementar, se aproximar mais dos números obtidos através do processo de controlo, do que a monda mecânica com uma monda manual suplementar. A vantagem económica não se mostrou consistente e a monda manual demonstrou produzir frutos com um maior teor de sólidos solúveis, fator esse que tem bastante relevo na valorização comercial do fruto. Martin *et al.* [14] realizaram um outro estudo recorrendo à máquina de seis hastes rotativas, representada na Fig. 4a, em pessegueiros com um outro tipo de condução, onde reafirmaram que apesar de a monda mecânica acelerar o processo de monda, o número de fruto e lucro por árvore, para a monda exclusivamente mecânica, exclusivamente manual ou a combinação das duas técnicas apresentam valores semelhantes. Ainda que a diferença seja reduzida, a monda manual tende a gerar uma maior quantidade de fruto colhido e um maior calibre. Destacaram que apesar disso, a técnica tem bastante interesse uma vez que permite operar numa janela temporal mais restrita, concluindo que a opção mais vantajosa é a monda exclusivamente mecânica. Estes mesmos autores projetaram uma máquina de monda do pêssogo (ver Fig. 5), cuja principal inovação era a capacidade de trocar os filamentos e permitir variar a velocidade, para que com um único equipamento se pudesse proceder à monda da flor e do fruto.



(a) Fotografia com o protótipo e operador.



(b) Figura contida na respectiva patente.

Fig. 5 - Protótipo de um equipamento para a monda mecânica da flor e fruto de pessegueiro [13, 15 ,16].

Esta máquina apresentava uma configuração semelhante à utilizada pelos autores nos anteriores estudos [13, 15], sendo que o veio rotativo era acionado por um motor elétrico de 12 V alimentado através de um variador eletrónico de velocidade que por sua vez, era alimentado por um gerador a gasolina com um cabo elétrico de 15 m. O motor e o variador eletrónico de velocidade encontravam-se posicionados numa mochila com uma base metálica e uma cobertura retrátil. Concluiu-se que para a monda da flor deveriam ser utilizadas hastes de um material com maior flexibilidade e uma velocidade superior àquela indicada para a monda do fruto, processo esse que obteve melhores resultados com hastes mais rígidas. Com isto, obteve-se uma redução de tempo necessário para a monda da flor em 92% e em 82% para a monda do fruto, face aos processos manuais. Os ensaios demonstraram que com o processo manual foi retirado mais fruto, resultando em calibres superiores. O processo manual apresenta cerca de 16% mais fruto vingado na classe de calibre superior e 12% menos fruto colhido por árvore, face ao processo mecânico, não sendo possível fazer uma comparação válida [15,16]. Existem já soluções semelhantes disponíveis para venda ao público, são no entanto dirigidas à monda da flor. É o caso do Electro'flor modelo da empresa francesa Infaco, já testado no estudo de Simões *et al.* [17]. Esta máquina consiste num veio com filamentos rotativos na extremidade superior e um punho com controlos na extremidade inferior (Fig. 6a), com a ligação à fonte de alimentação, um LED indicador de estado, um seccionador de velocidade e um botão on/off, com um toque rápido neste botão a máquina arranca e opera até que ocorra um novo toque, caso se pressione durante algum tempo, a máquina entra em modo de funcionamento contínuo, parando assim que se larga o botão. A sua fonte de alimentação é uma bateria de 48 V, com um peso de 2,4 kg, colocada num colete a ser vestido pelo operador (Fig. 6b).



(a) Actuador do dispositivo portátil para a monda da flor, Electro'flor.



(b) Colete com fonte de alimentação Infaco.

Fig. 6 - Solução comercial de equipamento para a monda da flor (<http://www.infaco.com>).

Outra solução semelhante tem o nome de Cinch (Fig. 7), inventada pelo Norte-Americano Phill Miller que consiste num veio compatível com os acoplamentos de berbequins convencionais ou pneumáticos.



Fig 7- Máquina para a monda da flor de pessegueiro Cinch, e o seu inventor (<http://fruitgrowersnews.com>).

Procedeu-se a uma pesquisa de patentes tendo-se encontrado diversos dispositivos de monda mecânica, no entanto, não foram observadas quaisquer características que permitissem um maior nível de selectividade ou automação face àquelas apresentadas anteriormente [18-22].

### 3. Conclusões

A monda mecânica de frutos permanece como uma prática pouco comum. Apesar do seu estudo se ter iniciado há décadas, não existe uma base de resultados positivos com suficiente consistência para promover o desenvolvimento, comercialização e proliferação do uso de tais sistemas. Diferentes conceitos que têm vindo a ser desenvolvidos e explorados para a mecanização da monda do fruto e os seus resultados foram analisados nesta revisão do estado da arte. Foram descritas as características tecnológicas, vantagens, desvantagens e exequibilidade. Foi encontrado apenas um estudo acerca da concepção e utilização de máquinas portáteis para a monda do fruto, sendo que a maioria das soluções exploradas se dirigem à monda da flor e explorações de grandes dimensões. Propriedades de menores dimensões, e mais concretamente da área de cada cultivar dentro de uma exploração, tal como as existentes na região da Beira Interior (Portugal), torna o uso de equipamentos de grandes dimensões em algo pouco funcional e desajustado, excluindo portanto os primeiros conceitos abordados no estado da arte, isto é, os dispositivos acoplados a veículos. Os dispositivos portáteis encontrados nesta revisão não demonstram atingir a seletividade requerida pelo processo e existe uma tendência para a remoção fruto em excesso. A única vantagem incontestável é a redução do tempo das operações, o que permite aos produtores atuarem numa menor janela temporal. Pode-se afirmar que as soluções exploradas até à data se dividem essencialmente em duas categorias: equipamentos com membros flexíveis dispostos num veio rotativo e equipamentos vibratórios.

### Referências Bibliograficas

- [1] Berlage, A.; Langmo, R.: "Machine-vs hand-thinning of peaches." *Transactions of the ASAE [American Society of Agricultural Engineers]*, n.º (1982).
- [2] Glenn, D.M.; Peterson, D.L.; Giovannini, D.; Faust, M.: "Mechanical thinning of peaches is effective postbloom" *HortScience*, Vol. 29 n.º 8 (1994), pp. 850-853.



- [3] Diezma, B.; Rosa, U.: "Monitoring of fruit removal for mechanical thinning of peaches" *Frutic*, Vol. 5 n<sup>o</sup> (2005), pp. 12-16.
- [4] Rosa, U.; Cheetancheri, K.; Gliever, C.; Lee, S.; Thompson, J.; Slaughter, D.: "An electro-mechanical limb shaker for fruit thinning" *computers and electronics in agriculture*, Vol. 61 n<sup>o</sup> 2 (2008), pp. 213-221.
- [5] Baugher, T.A.; Elliott, K.C.; Leach, D.W.; Horton, B.; Miller, S.S.: "Improved methods of mechanically thinning peaches at full bloom" *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 116 n<sup>o</sup> 5 (1991), pp. 766-769.
- [6] Schupp, J.; Baugher, T.A.; Miller, S.; Harsh, R.; Lesser, K.: "Mechanical thinning of peach and apple trees reduces labor input and increases fruit size" *HortTechnology*, Vol. 18 n<sup>o</sup> 4 (2008), pp. 660-670.
- [7] Baugher, T.A.; Schupp, J.; Lesser, K.; Hess-Reichard, K.: "Horizontal string blossom thinner reduces labor input and increases fruit size in peach trees trained to open-center systems" *HortTechnology*, Vol. 19 n<sup>o</sup> 4 (2009), pp. 755-761.
- [8] Baugher, T.A.; Schupp, J.; Ellis, K.; Remcheck, J.; Winzeler, E.; Duncan, R.; Johnson, S.; Lewis, K.; Reighard, G.; Henderson, G.; others: "String blossom thinner designed for variable tree forms increases crop load management efficiency in trials in four United States peach-growing regions" *HortTechnology*, Vol. 20 n<sup>o</sup> 2 (2010), pp. 409-414.
- [9] Miller, S.S.; Schupp, J.R.; Baugher, T.A.; Wolford, S.D.: "Performance of mechanical thinners for bloom or green fruit thinning in peaches" *HortScience*, Vol. 46 n<sup>o</sup> 1 (2011), pp. 43-51.
- [10] Johnson, R.S.; Phene, B.; Slaughter, D.; DeJong, T.; Day, K.; Duncan, R.; Norton, M.; Hasey, J.: "Mechanical Blossom Thinning Using a Darwin String Thinner" *CTFA Annual Research Report*, n<sup>o</sup> (2010),
- [11] Glozer, K.; Hasey, J.: "Mechanical thinning in cling peach" *HortScience*, Vol. 41 n<sup>o</sup> 4 (2006), pp. 995-995.
- [12] Blanke, M.; Damerow, L.: A novel device for precise and selective thinning in fruit crops to improve fruit quality. [International Symposium on Application of Precision Agriculture for Fruits and Vegetables 824], pp. 275-280.
- [13] Martin, B.; Torregrosa, A.; Brunton, J.G.: "Post-bloom thinning of peaches for canning with hand-held mechanical devices" *Scientia horticulturae*, Vol. 125 n<sup>o</sup> 4 (2010), pp. 658-665.
- [14] Martin-Gorriz, B.; Torregrosa, A.; Brunton, J.G.: "Post-bloom mechanical thinning for can peaches using a hand-held electrical device" *Scientia Horticulturae*, Vol. 144 n<sup>o</sup> (2012), pp. 179-186.
- [15] Martin-Gorriz, B.; Mira, A.T.; Brunton, J.G.; Pallares, R.A.: A Hand-held Mechanical Blossom and Post-bloom Thinning Device for Peach Trees. [Power and Machinery. International Conference of Agricultural Engineering-CIGR-AgEng 2012: agriculture and engineering for a healthier life, Valencia, Spain, 8-12 July 2012].
- [16] Patent ES2372105 (A1), Dispositivo mecánico portátil para el aclareo de flores y frutos recience cuajados en árboles y arbustos, Sep 14, 2012.
- [17] Simões, M.P.; Vuleta, I.; Belusic, N.: "Monda mecânica de flores com equipamento electro flor em pessegueiros da cultivar Rich Lady". *Revista de Ciências Agrárias*, Vol. 36, n.º 3 (2013), pp. 297-302.
- [18] Patent US2013312322 (A1), Device for Thinning and Harvesting Fruit and Flowers, 28 Nov. 2013.

- [19] Patent CN102217493 (A), Ultrasonic targeted electric flower and fruit thinning machine, Oct 19, 2011.
- [20] Patent CN203289939 (U), Fruit thinning lopper for fruit trees , 20 Nov. 2013.
- [21] Patent CN203327599 (U), Flower and fruit thinning machine, Dec 11, 2013.
- [22] Patent KR101336350 (B1), Fruit defoliating and thinning device for use in fruit trees, Dec 4, 2013.