

Estimativa quantificada dos subprodutos do castanheiro e algumas utilizações potenciais

Estimating of chestnut by-products and some potential uses

M. Ângelo Rodrigues*, João C.M. Barreira, Isabel C.F.R. Ferreira & Albino Bento

Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal
(*E-mail: angelor@ipb.pt)

<https://doi.org/10.19084/rca.19711>

Recebido/received: 2020.03.19

Aceite/accepted: 2020.09.14

RESUMO

O setor do castanheiro (*Castanea sativa* Mill.) encontra-se numa situação de grande ambiguidade. Se por um lado os produtores têm sentido um forte estímulo a apostar na cultura, devido aos preços favoráveis que a castanha vem mantendo, por outro tende a surgir algum desânimo, pelas doenças e pragas que enfermam a cultura. De qualquer forma, a castanha continua a ser a principal fonte de receita dos agricultores de diversas freguesias do Norte e Centro do país, com a produção Nacional a ultrapassar as 34 000 t de castanha (INE, 2019). No presente, o castanheiro é valorizado sobretudo pela parte comestível da castanha. Contudo, numa perspetiva de aumento da rentabilidade dos produtores e demais agentes da fileira e da sustentabilidade dos sistemas de produção, seria importante encontrar novas valorizações para os subprodutos associados à colheita e transformação industrial. Com alguma expressão quantitativa, cascas (3000 t ano⁻¹), ouriços (10 000 t ano⁻¹) e lenha de poda (30 000 t ano⁻¹) mas também flores e folhas podem ser matérias-primas importantes para diferentes áreas de negócio, em especial porque contêm um elevado número de compostos químicos com potencial aplicação na indústria alimentar e/ou farmacêutica. Neste trabalho serão apresentados alguns dados estatísticos da cultura e apresentada uma estimativa da produção dos subprodutos, bem como algumas das suas potenciais utilizações.

Palavras-chave: *Castanea sativa*; produção de castanha; flores; cascas; ouriços; lenha de poda

ABSTRACT

The sector of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) experiences a highly ambiguous situation. If, on one hand, producers have felt a strong incentive to invest in the crop, due to the favourable prices that the nut has been maintaining, on the other hand some discouragement tends to arise, due to the diseases and pests that devastate the crop. In any case, the chestnut remains the main source of income for farmers in several communities in the North and Centre of the country, with national production exceeding 34,000 t of nuts (INE, 2019). Nowadays, the chestnut is valued mainly for the edible part of the fruit. However, with a view to improve the profitability of producers and other agents in the sector and to increase the sustainability of the production systems, it would be important to find new uses for the by-products associated with the harvest and the industrial transformation. With some quantitative expression, bark (3000 t year⁻¹), hedgehogs (10 000 t year⁻¹) and pruning wood (30 000 t year⁻¹), but also flowers and leaves, can be important raw materials for different business areas, especially as they contain a high number of chemical compounds with potential application in the food and/or pharmaceutical industry. In this work some statistical data of the species and an estimate of the by-products are presented, as well as some of their potential uses.

Keywords: *Castanea sativa*; chestnut production; flowers; shells; hedgehogs; pruning wood

ESTATÍSTICAS NACIONAIS DA PRODUÇÃO DE CASTANHA

As estatísticas recentes mostram um ligeiro acréscimo da área cultivada de castanheiro no território nacional (Figura 1). Embora com oscilações, parece haver também uma tendência para acréscimo de produtividade e consequentemente da produção total nacional. Atualmente, a maior parte dos produtores dedica bastante atenção aos seus soutos, implementando uma técnica cultural mais cuidada, apesar das dificuldades em controlar as principais doenças e pragas. Estas produtividades aparentemente baixas (< 800 kg ha⁻¹; em 1980 atingiam 1400 kg ha⁻¹) (Henriques e Borges, 2017), podem dever-se ao facto de haver áreas significativas de pomares jovens que ainda não se encontram em plena produção e ao reduzido número de árvores por hectare devido à morte continuada de árvores. Contudo, é expectável que as áreas cultivadas continuem a aumentar, bem como a produtividade e a produção total nacional.

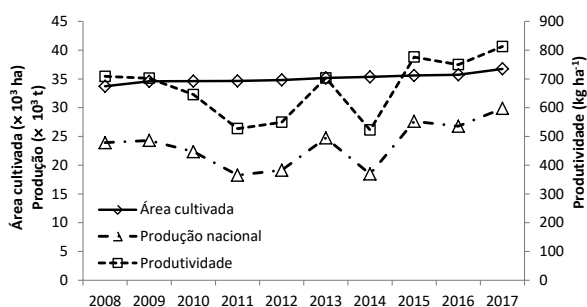


Figura 1 - Principais estatísticas nacionais de produção de castanha entre 2008 e 2017 (FAOSTAT, 2019).

Por NUT II, o Norte concentra grande parte da área cultivada do território continental (Figura 2a), sendo também a região que mantém maior dinamismo em torno da cultura, a julgar pelo número de árvores vendidas (Figura 2b). A região Centro, em torno da DOP 'Soutos da Lapa' é também uma região a considerar.

A produção de castanha também está fortemente concentrada na região Norte (Figura 3). A produção de 2017 registou um ligeiro acréscimo relativamente aos anos anteriores, justificável eventualmente por melhores condições ambientais ou pelo

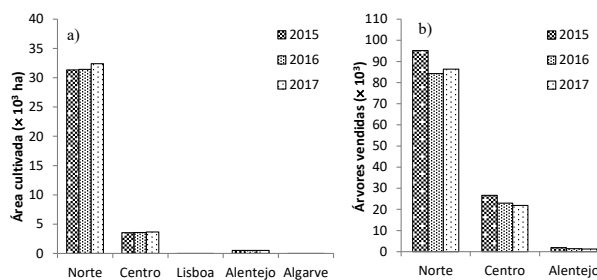


Figura 2 - a) Área cultivada de castanheiro e b) número de árvores vendidas nas principais NUT II produtoras de castanha no período 2015-2017 (INE, 2015, 2016, 2017).

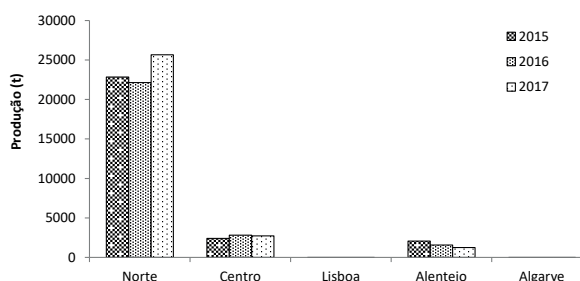


Figura 3 - Produção de castanha por NUT II em Portugal Continental no período 2015-2017 (INE, 2015, 2016, 2017).

facto já referido do elevado número de soutos jovens que tendem a ser mais produtivos à medida que as árvores se desenvolvem.

PRINCIPAIS SUBPRODUTOS DO CASTANHEIRO

Tradicionalmente a castanha é consumida pelo miolo, embora quando dada aos animais estes consumam também a casca externa (pericarpo) e a película interna (tegumento). Atualmente, a elevada valorização da castanha e a redução do número de animais nas explorações, em particular suínos, fazem com que a castanha (miolo) seja usada exclusivamente na alimentação humana. Contudo, nesta espécie, também casca externa, película interna, ouriços, flor masculina (amentilhos), folhas e lenha de poda têm potencial de utilização diverso.

As principais formas de comercialização da castanha são em fresco ou descascada e congelada.

Quando a castanha é comercializada em fresco, a casca não é recuperável, uma vez que é consumida em assadores de rua ou em ambiente doméstico. Em Portugal a quantidade de castanha processada (descascada), posteriormente congelada ou que sofre segunda transformação, representa cerca de 50 % da produção total, ou seja, cerca de 15 000 t. O material resultante do descasque (18 a 19 % da massa total) representará menos de 3 000 t, sendo habitualmente utilizado para queima nas unidades agroindustriais que o produzem ou para preparar um composto para uso agrícola. Contudo, estes materiais têm muitas outras utilizações potenciais. Apesar da produção de castanha estar dispersa, este subproduto surge concentrado nas quatro ou cinco unidades agroindustriais existentes no país (Alcino Nunes, Agroaguiar, Biosonega, Monsurgel e Sortegel) pelo que não exige custos adicionais de colheita e transporte.

Os principais componentes da casca de castanha são a lenhina Klason ($\approx 40\%$) e os hidratos de carbono ($\approx 40\%$). Entre os hidratos de carbono, a celulose é o predominante ($\approx 28\%$), sendo também detetadas quantidades significativas de xilano ($\approx 8\%$) (Morana *et al.*, 2017). A casca de castanha foi também descrita como contendo teores significativos de taninos e elagitaninos (por exemplo, castalagina, vescalagina, acutissimina A e acutissimina B) e ácidos fenólicos (por exemplo, ácido gálico e ácido elágico). De notar que os rendimentos de extração destes compostos antioxidantes são favorecidos por temperaturas elevadas (≥ 90 °C) (Barreira *et al.*, 2008; Vázquez *et al.*, 2009a).

Os ouriços têm também sido estudados pelo seu potencial alimentar e nutracêutico. Em processo de apanha manual o ouriço fica no souto e mesmo nos processos de apanha mecanizada apenas uma pequena quantidade é recolhida na máquina. Por princípio, o ouriço deve ficar no solo para permitir a reciclagem do carbono e outros nutrientes nele contido. Contudo, isso não invalida que outros usos lhe possam ser dados desde que adequadamente valorizados pelo mercado. Neste caso, ao contrário das cascas, seria necessário incorporar no processo os custos da apanha e transporte para as unidades fabris. Um souto em plena produção pode produzir cerca de 300 kg de ouriços (massa seca). O ouriço representa uma matriz complexa onde predomina (em matéria seca) o glucano ($\approx 25\%$), lenhina Klason

($\approx 24\%$), xilano ($\approx 16\%$), arabinano ($\approx 5\%$), proteína ($\approx 4\%$) e matéria mineral ($\approx 3\%$) (Moure *et al.*, 2014). Em diferentes extratos de ouriço foram também detetadas quantidades significativas de compostos fenólicos (Vázquez *et al.*, 2009b; Vella *et al.*, 2018).

O ouriço permanece normalmente no terreno após a apanha da castanha. A implementação de novas tecnologias para a valorização deste material vegetal, em particular através da recuperação de compostos de interesse, pode assumir-se como uma estratégia útil e vantajosa. Uma das aplicações já descritas inclui a extração de compostos fenólicos e a posterior utilização destes extratos em formulações dermocosméticas (Pinto *et al.*, 2017a,b).

As flores de castanheiro aparecem em final de junho, início de julho. As flores masculinas estão reunidas em amentilhos (5-15 cm de comprimento), enquanto as flores femininas estão normalmente localizadas na base das flores masculinas, na parte apical dos crescimentos mais recentes (Conedera *et al.*, 2004). A flor masculina também tem sido estudada pelo seu potencial alimentar e nutracêutico (Barreira *et al.*, 2008). Após a floração, os amentilhos caem no solo sendo os seus nutrientes reciclados. Qualquer uso industrial deste material pressupõe o estabelecimento de um sistema de recolha e transporte autónomo tal como se referiu para os ouriços. A colheita deste material, leve e com queda escalonada, não se afigura fácil se for necessário em quantidades elevadas. Pode ainda colher-se da árvore em castanheiros para madeira. De qualquer forma, as flores de castanheiro não têm qualquer uso após ocorrer a fecundação e o ouriço ser formado, pelo que poderiam definir-se estratégias para a sua valorização.

No passado, as decocções de flores eram tradicionalmente utilizadas para combater constipações, tosse, diarreia e para manter os níveis plasmáticos de colesterol dentro da gama fisiológica (Carocho *et al.*, 2014). Foi também verificado que as infusões de flores de castanheiro apresentam atividade antioxidante e outras características farmacológicas relacionadas com compostos fenólicos bioativos (Barba *et al.*, 2014).

A flor de castanheiro revelou ter teores muito significativos de compostos fenólicos (> 100 mg/g of extrato), a maior parte dos quais pertencentes

à classe dos taninos hidrolisáveis (14873±110 µg/g) (Barros *et al.*, 2013), para além de uma forte atividade de bloqueio de radicais livres (Barreira *et al.*, 2008). Além do mais, foi também quantificado um elevado teor de tocoferóis (163,42 mg/100 g peso seco) e de açúcares livres (11,91 g/100 g peso seco), sendo a frutose (5,05 g/100 g peso seco) e a glucose (4,62 g/100 g peso seco) os mais abundantes. Os principais ácidos gordos da flor de castanheiro são o linoleico e o α -linolénico (que em conjunto representam mais de 40% dos ácidos gordos totais), contribuído assim para a prevalência dos poli-insaturados (Barros *et al.*, 2010).

As folhas têm elevado significado fisiológico para as árvores e para o agrossistema em geral. O castanheiro é uma árvore de folha caduca, com folhas oblongas-lanceoladas (8-25 cm de comprimento por 5-9 cm de largura) com margens dentadas-crenadas, com uma cor verde brilhante na face superior (Conedera *et al.*, 2004). Quando verdes suportam o desenvolvimento da árvore com produtos da fotossíntese. Durante a senescência remobilizam os seus constituintes para as partes perenes sendo usados na estação de crescimento seguinte. Mesmo depois de secas contêm importantes nutrientes pouco móveis na planta que são reciclados no solo e asseguram a sua fertilidade.

Do ponto de vista etnofarmacológico, as folhas de castanheiro são tipicamente utilizadas para a preparação de infusões com o objetivo de aliviar a tosse, problemas gastrointestinais ou condições reumáticas (Díaz Reinoso *et al.*, 2012). Hoje em dia, a folha de castanheiro tem também sido utilizada pelos seus efeitos na prevenção de diabetes e de danos no ADN (Mujić *et al.*, 2011), pela sua atividade antibacteriana (Basile *et al.*, 2000) e proteção contra o stresse oxidativo (Almeida *et al.*, 2015). Tal como se verifica com outras plantas medicinais, muitas das substâncias ativas presentes nos extratos de folha de castanheiro foram identificadas como sendo compostos fenólicos, em particular derivados do ácido gálico e ácido elágico (Živković *et al.*, 2009), mas também flavonoides e lignanas (Munekata *et al.*, 2016).

Finalmente, também a lenha de poda pode ser um recurso importante para as populações locais. Embora a madeira de castanheiro possa ser valorizada, o material removido como lenha de poda

não tem grossura para ser aplicado na indústria da madeira. A lenha de poda é maioritariamente queimada em ambiente doméstico. Claro que, e à semelhança do que se verifica com a maioria das cascas de árvore, a casca de castanheiro é rica em compostos polifenólicos, entre os quais se destacam as porficianodinas que contribuem para proteger a própria árvore. Entre os compostos já identificados na casca de castanheiro podem destacar-se a castalagina, ácido gálico, 1-O-galoíl-castalagina, vescalina, vescalagina, ácido elágico, castalina (Comandini *et al.*, 2014), chestanina, acutissimina A, curigalina, (3',5'-dimetoxi-4'-hidroxifenol)-1-O- β -d-(6-O-galoíl)-glucose e 5-O-galoíl-hamamelose (Lampire *et al.*, 1998).

De uma forma geral, os principais agentes bioativos encontrados nos subprodutos de castanheiro são compostos fenólicos, em particular ácidos fenólicos, flavonoides e taninos (Díaz Reinoso *et al.*, 2012; Vázquez *et al.*, 2012). Deve, no entanto, ter-se em conta que as quantidades destes compostos variam de forma significativa em função de fatores como a cultivar, as condições edáficas e/ou climáticas (Borges *et al.*, 2008). Por outro lado, deve também considerar-se, em qualquer trabalho objetivado na recuperação de compostos de interesse a partir dos materiais vegetais não utilizados, a influência do processo de extração selecionado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A castanha gera atualmente valor económico e social relevante em algumas regiões do território nacional. A possibilidade de valorizar alguns subprodutos seria um contributo adicional para a viabilidade económica do setor produtivo e demais agentes da fileira. Contudo, cada novo projeto de investimento deve ter em conta a disponibilidade dos recursos e os custos que podem estar associados à sua recolha para ambiente industrial. Alguns desses recursos como a casca externa são gerados em ambiente pós-colheita o que significa que não têm custos suplementares com apanha e processamento dirigido. Outros, como lenha de poda, são gerados no setor produtivo, o que significa que ficam dispersos no território em quantidades unitárias modestas. Nestes casos, a colheita, processamento e transporte podem ser uma dificuldade para se encontrar uma solução de uso

diferente da que têm, que é a queima em ambiente doméstico ou indústrias locais. Folhas, inflorescências e ouriços necessitam que se enquadre o negócio desde a colheita do material, transporte e processamento. No Quadro 1 procura fazer-se um resumo da quantidade e local em que estes recursos se encontram disponíveis.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado no âmbito do projeto ValorMais: Criação de valor com os subprodutos agro-alimentares e florestais “Programa PDR2020-2024-032957

Quadro 1 - Aproximação quantitativa à disponibilidade de subprodutos

Cultura	Subproduto	Disponibilidade	Quantidade atual (t)	Quantidade futura(t)	Distribuição espacial*	Observações
Castanheiro	Flores (amentilhos)	Campo	-	-	Disperso (TM, BI)	Se valorizada é possível obter (bravo)
	Cascas (ext. e interna)	Agroindústria	3 000	3 000	Concentrado (4 TM, 1 BI)	Acessível e fácil de encontrar
	Ouriços (pós-colheita)	Campo	10 000	15 000	Disperso (TM, BI)	Se valorizada é possível obter
	Folhas (pós-colheita)	Campo	-	-	Disperso (TM, BI)	Se valorizada é possível obter
	Lenha de poda	Campo	30 000	35 000	Disperso (TM, BI)	Difícil de valorizar dada a dispersão/uso

Quadro 1 - (Continuação)

Cultura	Subproduto	Quantidade atual (t)	Utilização atual	Possíveis aproveitamentos	Potenciais utilizadores
Castanheiro	Flores (amentilhos)	-	Ciclagem de nutrientes	Extração de compostos fenólicos	
	Cascas (ext. e interna)	3 000	Queima, composto orgânico	Extração de elaginatinos, ácidos fenólicos e lenhina Klason	Indústria agro-alimentar, nutracêutica e farmacêutica
	Ouriços (pós-colheita)	10 000	Ciclagem de nutrientes	Extração de lenhina Klason e compostos fenólicos	
	Folhas (pós-colheita)	-	Ciclagem de nutrientes	Extração de compostos fenólicos (ácido gálico, ácido elágico, flavonoides e lignanas)	
	Lenha de poda	30 000	Queima	Extração de porficianodinas	

*TM, Trás-os-Montes; BI, Beira Interior

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, I.F.; Maleckova, J.; Saffi, R.; Monteiro, H.; Góios, F.; Amaral, M.H.; Costa, P.C.; Garrido, J.; Silva, P.; Pestana, N. & Bahia, M.F. (2015) - Characterization of an antioxidant surfactant-free topical formulation containing *Castanea sativa* leaf extract. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, vol. 41, p. 148-155. <https://doi.org/10.3109/03639045.2013.850712>
- Barba, F.J.; Esteve, M.J. & Frígola, A. (2014) - Bioactive components from leaf vegetable products. *Studies in Natural Products Chemistry*, vol. 41, p. 321-346. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63294-4.00011-5>
- Barreira, J.C.M.; Ferreira, I.C.F.R.; Oliveira, M.B.P.P. & Pereira, J.A. (2008) - Antioxidant activities of the extracts from chestnut flower, leaf, skins and fruit. *Food Chemistry*, vol. 107, n. 3, p. 1106-1113. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.030>
- Barros, L.; Alves, C.T.; Dueñas, M.; Silva, S.; Oliveira, R.; Carvalho, A.M.; Henriques, M.; Santos-Buelga, C. & Ferreira, I.C.F.R. (2013) - Characterization of phenolic compounds in wild medicinal flowers from Portugal by HPLC-DAD-ESI/MS and evaluation of antifungal properties. *Industrial Crops and Products*, vol. 44, p. 104-110. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.003>
- Barros, L.; Oliveira, S.; Carvalho, A.M. & Ferreira, I.C.F.R. (2010) - *In vitro* antioxidant properties and characterization in nutrients and phytochemicals of six medicinal plants from the Portuguese folk medicine. *Industrial Crops and Products*, vol. 32, n. 3, p. 572-579. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.07.012>

- Basile, A.; Sorbo, S.; Giordano, S.; Ricciardi, L.; Ferrara, S.; Montesano, D.; Cobianchi, R.C.; Vuotto, M.L. & Ferrara, L. (2000) - Antibacterial and allelopathic activity of extract from *Castanea sativa* leaves. *Fitoterapia*, vol. 71,n.sp. 1, p. 110-116. [https://doi.org/10.1016/s0367-326x\(00\)00185-4](https://doi.org/10.1016/s0367-326x(00)00185-4)
- Borges, O.; Gonçalves, B.; de Carballo, J.L.S.; Correia, P. & Silva, A.P. (2008) - Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. *Food Chemistry*, vol. 106, n. 3, p. 976-984. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.011>
- Carocho, M.; Barros, L.; Bento, A.; Santos-Buelga, C.; Morales, P. & Ferreira, I.C.F.R. (2014) - *Castanea sativa* Mill. Flowers amongst the most powerful antioxidant matrices: A phytochemical approach in decoctions and infusions. *BioMed Research International*, vol. 2014, art. 232956. <https://doi.org/10.1155/2014/232956>
- Comandini, P.; Lerma-García, M.J.; Simó-Alfonso, E.F. & Toschi, T.G. (2014) - Tannin analysis of Chestnut bark samples (*Castanea sativa* Mill.) by HPLC-DAD-MS. *Food Chemistry*, vol. 157, p. 290-295. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.003>
- Conedera, M.C.; Manetti, M.C.; Giudici, F. & Amorini, E. (2004) - Distribution and economic potential of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Europe. *Ecologia Mediterranea*, vol. 30, n. 2, p. 179-193. <https://doi.org/10.3406/ecmed.2004.1458>
- Díaz Reinoso, B.; Couto, D.; Moure, A.; Fernandes, E.; Domínguez, H. & Parajó, J.C. (2012) - Optimization of antioxidants-extraction from *Castanea sativa* leaves. *Chemical Engineering Journal*, vol. 203, p. 101-109. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.06.122>
- FAOSTAT (2019) - *Production: crops*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [cit. 2019.01] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Henriques, C.A.S. & Borges, A.J.P. (2017) - Castanheiro: estado da produção. In: Gomes-Laranjo, J.C. (Coord. Científico). Centro Nacional de Competências para os Frutos Secos, Bragança. Portugal, 134p.
- INE (2015) - *Estatísticas Agrícolas 2015*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- INE (2016) - *Estatísticas Agrícolas 2016*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- INE (2017) - *Estatísticas Agrícolas 2017*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- INE (2019) - *Estatísticas Agrícolas 2019*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- Lampire, O.; Mila, I.; Raminosa, M.; Michon, V.; Du Penhoat, C.H.; Faucheur, N.; Laprevote, O. & Scalbert, A. (1998) - Polyphenols isolated from the bark of *Castanea sativa* Mill. chemical structures and auto-association in honour of professor G. H. Neil Towers 75th birthday. *Phytochemistry*, vol. 49, n. 2, p. 623-631. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(98\)00114-9](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(98)00114-9)
- Morana, A.; Squillaci, G.; Paixão, S.M.; Alves, L.; La Cara, F. & Moura, P. (2017) - Development of an energy biorefinery model for chestnut (*Castanea sativa* Mill.) shells. *Energies*, vol. 10, n. 10, p. 1504-1518. <https://doi.org/10.3390/en10101504>
- Moure, A.; Conde, E.; Falqué, E.; Domínguez, H. & Parajó, J.C. (2014) - Production of nutraceuticals from chestnut burs by hydrolytic treatment. *Food Research International*, vol. 65, part C, p. 359-366. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.08.052>
- Mujić, A.; Grdović, N.; Mujić, I.; Mihailović, M.; Živković, J.; Poznanović, G. & Vidaković, M. (2011) - Antioxidative effects of phenolic extracts from chestnut leaves, catkins and spiny burs in streptozotocin-treated rat pancreatic β -cells. *Food Chemistry*, vol. 125, n. 3, p. 841-849. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.068>
- Munekata, P.E.S.; Franco, D.; Trindade, M.A. & Lorenzo, J.M. (2016) - Characterization of phenolic composition in chestnut leaves and beer residue by LC-DAD-ESI-MS. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 68, p. 52-58. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.017>
- Pinto, D.; Braga, N.; Rodrigues, F. & Oliveira, M.B.P.P. (2017a) - *Castanea sativa* bur: An undervalued by-product but a promising cosmetic ingredient. *Cosmetics*, vol. 4, n. 4, p. 50-65. <https://doi.org/10.3390/cosmetics4040050>
- Pinto, D.; Rodrigues, F.; Braga, N.; Santos, J.; Pimentel, F.B.; Palmeira-de-Oliveira, A. & Oliveira, M.B.P.P. (2017b) - The *Castanea sativa* bur as a new potential ingredient for nutraceutical and cosmetic outcomes: Preliminary studies. *Food & Function*, vol. 8, n. 1, p. 201-208. <https://doi.org/10.1039/c6fo01469k>
- Vázquez, G.; Fernández-Agulló, A.; Gómez-Castro, C.; Freire, M.S.; Antorrena, G. & González-Álvarez, J. (2012) - Response surface optimization of antioxidants extraction from chestnut (*Castanea sativa*) bur. *Industrial Crops and Products*, vol. 35, n. 1, p. 126-134. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.06.022>

- Vázquez, G.; González-Álvarez, J.; Freire, M.S.; Fernández-Agulló, A.; Santos, J. & Antorrena, G. (2009b) - Chestnut burs as a source of natural antioxidants. *Chemical Engineering Transactions*, vol. 17, p. 855-860.
- Vázquez, G.; González-Álvarez, J.; Santos, J.; Freire, M.S. & Antorrena, G. (2009a) - Evaluation of potential applications for chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. *Industrial Crops and Products*, vol. 29, n. 2-3, p. 364-370. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.07.004>
- Vella, F.M.; Laratta, B.; La Cara, F. & Morana, A. (2018) - Recovery of bioactive molecules from chestnut (*Castanea sativa* Mill.) by-products through extraction by different solvents. *Natural Product Research*, vol. 32, n. 9, p. 1022-1032. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1378199>
- Živković, J.; Zeković, Z.; Mujić, I.; Gođevac, D.; Mojović, M.; Mujić, A. & Spasojević, I. (2009) - EPR spin-trapping and spin-probing spectroscopy in assessing antioxidant properties: Example on extracts of catkin, leaves, and spiny burs of *Castanea sativa*. *Food Biophysics*, vol. 4, p. 126-133. <https://doi.org/10.1007/s11483-009-9109-8>