



# DESAFIOS E POTENCIAL DA CIRCULARIDADE EM HORTICULTURA EM ESTUFA

A horticultura, através dos seus variados produtos e serviços, tem papel essencial na qualidade de vida das populações, especialmente das urbanas. No entanto, o setor tem também impacte ambiental que necessita de ser devidamente caracterizado e minimizado. Consumidores e distribuidores mais informados e políticas europeias ambientais mais restritas, focadas no princípio da economia circular e maior sustentabilidade, obrigam o setor a promover o uso de práticas mais eficientes de produção e a otimizar a reciclagem de resíduos numa lógica de “resíduos zero” e menor impacte ambiental. Tal transformação exige mais dados sobre o setor e também incentivos à sua aplicação.

J. Miguel Costa<sup>1</sup>, R. Silvestre<sup>2</sup>, H. Ribeiro<sup>1</sup>, M. Reis<sup>3</sup>, M.E. Ferreira<sup>4</sup>

<sup>1</sup> DCEB, LEAF – Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Instituto Superior de Agronomia, Univ. Lisboa



<sup>2</sup> APPPFN – Associação Portuguesa de Produtores de Plantas e Flores Naturais



<sup>3</sup> MED – Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Algarve, FCT



<sup>4</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária



## Introdução

A horticultura em geral abrange a produção de hortícolas (de folha e fruto), flores de corte e plantas ornamentais, assim como viveiros, jardinagem e espaços verdes, e além do seu valor económico tem influência direta na saúde e bem-estar das populações, em especial em meio urbano.

Como qualquer setor produtivo, a horticultura tem também um impacto ambiental que deve ser caracterizado e minimizado, em especial porque as exigências impostas pela legislação ambiental comunitária são cada vez maiores e a temática da sustentabilidade está cada vez mais na mira de consumidores e distribuidores (Marcelis *et al.*, 2019). As linhas orientadoras da União Europeia (UE) apontam para a promoção da economia circular, que se define como um sistema económico que substitui o conceito de “fim de ciclo/vida” por via da reciclagem e reutilização. Esta visão europeia surge como continuação das políticas anteriores relacionadas com o ambiente e com a proteção ambiental [p. ex. diretivas tratamento de águas residuais urbanas (91/271/EEC) e resíduos (2008/98/EC)] (EC, 2015; Vollaro *et al.*, 2016).

A UE está focada na implementação da economia circular, nomeadamente ao nível da horticultura (EIP-AGRI, 2019). No modelo da economia circular, os resíduos (sólidos e efluentes) deverão ser transformados em potenciais subprodutos que permitam a sua reutilização e reciclagem, assumindo-se que os produtos usados ou no final da sua vida útil são valorizados/transformados, voltando à exploração na forma de novos produtos reciclados (p. ex. tubos de rega, substratos, embalagens plásticas, etc.) ou outras formas de menor impacte ambiental, otimizando o seu ciclo de vida (EU, 2016).

Portugal tem procurado implementar este sistema na agricultura através do “Plano de Ação para a Economia Circular”, transposto pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 190-A/2017. O Pacto Ecológico Europeu (*Green Deal*), o compromisso da UE para executar a Agenda 2030 e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável visam impulsionar a utilização eficiente dos recursos através da transição para uma economia circular.

No final de 2020, foi aprovada em Portugal a Agenda de Inovação para a Agricultura 2020-2030, através da resolução do Conselho de Ministros n.º 86/2020. Uma das 15 Iniciativas emblemáticas diz respeito à Agricultura circular que “desenvolverá o aproveitamento dos subprodutos agrícolas, pecuários e agroindustriais, de forma integrada e sustentável do ponto de vista económico e ambiental”.

A aplicação do conceito de economia circular ao setor da horticultura em estufa é estratégico para a competitividade do setor, pois assegurará maior eficiência no uso de recursos e menor impacto ambiental (EIP-AGRI, 2019). Na Holanda e em Espanha (p. ex. Almeria), a transição para a economia circular e a identificação de possíveis problemas tem sido feita com base na análise e quantificação de fluxos dos recursos e materiais (p. ex. água e nutrientes, materiais) que entram e saem das estufas e na análise de oportunidades para o setor (Aznar-Sánchez *et al.*, 2020). Estes estudos referem, como obstáculos à transição para a economia circular, os custos de investimento e a falta de transferência de informação e de apoio do governo. Em Portugal, continuam a faltar estatísticas específicas para o setor que permitam uma caracterização mais detalhada deste, como, por exemplo, ao nível do tipo e idade das estruturas de produção e equipamentos; uso de água, fertilizantes e substratos; uso da drenagem dos cultivos sem solo; quantidade e localização de resíduos e efluentes. A área de culturas protegidas em Portugal era de 4301 ha, em 2016 (INE, 2017), maioritariamente de cultivos hortícolas, e cerca de 260 ha de cultivo de plantas e flores (Costa *et al.*, 2020). A expansão tem sido muito rápida nos últimos anos, nomeadamente no litoral alentejano, facto preocupante, se atendermos a que está a decorrer num Parque Natural (Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina) e onde a área de horticultura protegida triplicou nos últimos sete anos, sendo estimada em cerca de 1000 ha em 2019 (Parola *et al.*, 2020), com forte peso da produção de pequenos frutos e por empresas multinacionais. Tal expansão, rápida e desorganizada, resultará em problemas ambientais e sociais, se não for devidamente planeada e monitorizada, à semelhança do

que acontece, por exemplo, em Almeria, que tem vindo a tentar corrigir os problemas derivados do desordenamento territorial e demasiado rápida expansão do setor (Castro *et al.*, 2020).

## **Legislação sobre horticultura e ambiente**

A legislação europeia tem vindo a tornar-se mais restritiva em termos ambientais. Além de mais limitações nas substâncias ativas permitidas, surgiram várias diretivas comunitárias para a qualidade da água (2000/60/CE), a proteção da água contra a poluição por nitratos de origem agrícola (91/676/EEC), colocação dos produtos fitofarmacêuticos no mercado (91/414/EC), atribuição do rótulo ecológico a suportes de cultura, corretivos de solos e coberturas [Decisão (EU) 2015/2099] e a colocação no mercado de fertilizantes [Regulamento (UE) 1009/2019, que revoga o Regulamento CE n.º 2003/2003, com efeitos a partir de 16/07/2022].

Seguindo as diretrizes da UE, Portugal progrediu na proteção do solo e recursos hídricos com o estabelecimento das “zonas vulneráveis” (DL 235/97 alterado pelo DL 68/99), transpondo para o direito interno as disposições contidas na Diretiva n.º 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de dezembro de 1991, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. Contudo, outras zonas onde a atividade hortícola é intensa e com tendência para aumento, como no litoral alentejano, continuam ainda sem essa classificação (Portaria 259/2012), o que pode aumentar os riscos de impacto ambiental, em virtude dos solos arenosos e lençóis freáticos superficiais característicos destas zonas.

## **Água e efluentes da estufa**

A Comissão da UE lançou o pacote legislativo sobre economia circular em 2015, que inclui as normas de qualidade para os nutrientes/fertilizantes reciclados e as normas para a reutilização das águas residuais tratadas. No cultivo em estufa, os efluentes/lixiviados podem resultar da fertirrega e perdas de solução por gravidade, mas também da lavagem das estufas e equipamentos (p. ex. pulverizadores) e/ou de embalagens (p. ex. produtos fitofarmacêuticos).



**Figura 1** – Charca impermeabilizada para recuperação da drenagem de culturas em substrato e das águas pluviais, para reutilização (Bayflor Sociedade Agrícola S.A.).

uticos, tabuleiros de vasos/alvéolos) (Fig. 1). A gestão deficiente de cultivos em solo ou sem solo (em substrato) resulta em problemas de lixiviação. No caso do cultivo sem solo, a gestão da drenagem da solução nutritiva das culturas é importante e varia com a qualidade (salinidade) da água para rega, podendo ser superior a 20% do volume de solução nutritiva fornecida (Sonneveld e Voogt, 2009), e atingindo com frequência 30% ou mais (Reis, 2014). O volume de drenagem é também elevado se consideramos uma má gestão da rega.

No caso da produção de plantas em vaso, são utilizados maioritariamente adubos encapsulados de libertação controlada que permitem minimizar o impacto ambiental dos fertilizantes nas águas de drenagem. Todavia, a mais recente legislação europeia, que entrará em vigor em 2022, impõe apertadas restrições às características dos polímeros que podem ser utilizados na formulação destes adubos, o que poderá ter consequências no fabrico, na disponibilidade e, muito possivelmente, no preço dos mesmos.

Para aumentar a eficiência do uso dos recursos no cultivo em estufa é necessário monitorizar o estado hídrico do solo ou do substrato, como, por exemplo, através do uso de sensores do teor de humidade, para controlar a drenagem da água de rega ou da solução de nutrientes empregue na fertirrega (Costa *et al.*, 2019; EIP-AGRI, 2019).

### Biomassa e resíduos sólidos

A biomassa com origem no setor hortícola tem elevado potencial de circularidade, atendendo ao volume de produção a nível europeu (EIP-AGRI, 2019). Todavia, há ainda problemas na sua reutilização devido à presença de outros resíduos não degradáveis, como fios e *clips* de plástico e alguns resíduos químicos, os quais são difíceis e caros de remover e/ou neutralizar (Fig. 2). Mesmo após compostagem, esta biomassa pode ter limitações no seu uso devido a teores elevados de CE e pH inadequados (EIP-AGRI, 2019). Os resíduos sólidos orgânicos produzidos pelo setor englobam as partes das plantas não aproveitadas,



**Figura 2** – Mistura de resíduos orgânicos (substrato) e inorgânicos (fios plásticos), o que dificulta a sua reciclagem.



**Figura 3** – Cultura de tomate em substrato (esquerda) e resíduos (biomassa, substrato, plásticos, etc.) no final do ciclo cultural (direita).

material de podas, plantas não comercializadas (por baixa qualidade ou doentes) e grandes quantidades de substratos usados (Fig. 3). Este último resíduo foi mesmo considerado como um dos que a circularidade poderia ser mais efetiva em horticultura em estufa, a par do papel e do vidro (EIP-AGRI, 2019). Em condições mediterrânicas, as quantidades produzidas de resíduos orgânicos de culturas horticolas em cultura protegida podem variar entre 29 t/ha/ano (Cara e Rivera, 1998) e 130-170 t/ha/ano (Boulard *et al.*, 2011), dependendo das espécies cultivadas e grau de intensificação cultural. Quanto aos substratos utilizados, as quantidades produzidas encontram-se entre 0,6-1,0 kg/m<sup>2</sup>/ano (Cara e Rivera, 1998). A caracterização da produção em Portugal destes resíduos é essencial, não só de forma quantitativa, mas também qualitativa, além da identificação da sua frequência e sazonalidade (Grade *et al.*, 2019). Porém, as estatísticas nacionais neste setor são praticamente inexistentes. Outros resíduos sólidos correspondem aos plásticos de origem diversa (p. ex. cobertura de solo e da estufa, recipientes, embalagens e suporte no transporte de plantas/flores) e, em menor escala, a vidro e metal (Fig. 4). Em Portugal, a massa dos resíduos plásticos das coberturas dos abrigos, considerando filme de polietileno (200 µm) substituído cada três anos e com uma área coberta de 14 000 m<sup>2</sup>/

/ha, estima-se em cerca de 2060 t/ano, dos quais cerca de 400 t/ano dizem respeito à horticultura ornamental (Costa *et al.*, 2019), mas a dificuldade de contabilizar estes montantes e localizá-los no espaço e no tempo dificulta a sua gestão e reciclagem, como referido por outros autores (Vox *et al.*, 2016; EIP-AGRI, 2019).

No cultivo em estufa, o grau de circularidade do material técnico para produção e pós-produção, como substratos, plásticos e biomassa vegetal, é ainda baixo. Os substratos usados, provenientes de plantas envasadas ou sementeiras, e os resíduos da biomassa das culturas são por vezes direcionados para aterros sanitários, apesar das limitações impostas pelo seu alto teor de carbono orgânico (DL 183/2009). Os resíduos orgânicos são também incorporados diretamente nos solos, pelo desconhe-



**Figura 4** – Resíduos inorgânicos e orgânicos de diferentes tipos, de culturas protegidas.



**Figura 5** – Viveiro de plantas ornamentais (A) e resíduos de substratos de plantas ornamentais em vaso (B) e de placas de viveiros de hortícolas (C).

cimento do seu potencial de valorização através da compostagem ou pela falta de capacidade técnica para a realizar.

No setor das plantas ornamentais e viveiros, seria relevante quantificar o volume de plantas envasadas não vendidas, para avaliar o volume disponível de substratos usados (Fig. 5). A criação de parcerias entre empresas do setor poderia facilitar a reutilização destes substratos. Por exemplo, certos substratos usados, resultantes de plantas saudáveis de refugio ou não vendidas, de um viveirista que propague e produza plantas em recipientes pequenos, poderiam ser usados por outras empresas que produzam árvores de jardim, em vasos de maiores dimensões, após algum tratamento, nomeadamente a cocompostagem ou a desinfecção por vapor (Vandecasteele *et al.*, 2020).

A operação de reciclagem de substratos inorgânicos, como a lâ de rocha, é também custosa, sendo por vezes mais fácil/barato a sua incorporação direta no solo, o que pode ter algum impacto ambiental, sendo esta prática proibida em alguns países. O envolvimento de empresas fornecedoras na organização e recolha deste tipo de produtos deveria ser considerado a nível regional, tal como acontece já com a empresa Grodan.

Os resíduos de culturas hortícolas são usados por vezes como matéria-prima para compostagem ou vermicompostagem (Fig. 6). O composto é uma alternativa orgânica para melhorar o solo e poderia ser mesmo usado no cultivo de algumas espécies ornamentais e hortícolas, substituindo outros substratos, como a turfa, ou ser também uma alternativa renovável de nutrientes (Raviv, 2005, Vandecasteele *et al.*, 2018).

A substituição da turfa é outra necessidade do setor da horticultura, tendo sido já sugeridas alternativas (Barrett *et al.*, 2016), mas a sua heterogeneidade em termos físicos e químicos limita ainda a sua utilização comercial. O impacto ambiental da exploração das turfeiras, a disponibilidade de turfa e a evolução da legislação ambiental da UE para o fabrico de substratos, tem levado as empresas fornecedoras de substratos a propor novos produtos, de produção mais sustentável e com menor teor em turfa. Em alternativa à turfa, e com algumas vantagens, estão a ser utilizados materiais como a fibra de coco e a fibra de madeira, conjugadas ou isoladamente, e que podem chegar aos 30 a 40% do substrato final.

Desde o seu início em 2006, o Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura recolheu e valorizou mais de 3,5 milhões de



**Figura 6** – Resíduos de culturas em estufa que poderiam ser tratados por compostagem.

quilos de resíduos de embalagens de produtos fitofarmacêuticos, integralmente encaminhados para reciclagem. A taxa de retoma em 2020 foi cerca de 49%, correspondente a cerca de 500 t de embalagens recolhidas (Valorfito, 2021). Ainda em 2020, a taxa de retoma de embalagens de sementes foi de 21,1% e a de biocidas de 1,4%. Apesar de esta última taxa de retoma ter sido ainda reduzida, verificou-se um aumento de cerca de 98% da quantidade recolhida, relativamente a 2019. No entanto, a recolha de plásticos agrícolas, como os filmes de cobertura do solo e dos abrigos e as fitas de rega, continua problemática devido à sujidade dos materiais. Além dos aspetos logísticos que encarecem a recolha seletiva destes resíduos, há o problema causado pelos plásticos sujos que são encaminhados muitas vezes para os Sistemas de Gestão de Resíduos Urbanos e depostos em aterro, ou são abandonados e até queimados ilegalmente. Esta situação está a ser avaliada por um grupo de agricultores, empresas de reciclagem e autarquias para garantir uma redução dos custos do processo (p. ex. logística), simplificação de procedimentos e sensibilização dos intervenientes (Valorfito, 2020).

## Conclusões e Futuro

O setor da horticultura em estufa necessita de gerir melhor os seus resíduos sólidos (orgânicos e inorgânicos) e efluentes, sendo crucial a sua melhor caracterização para minimizar riscos de poluição, dispersão de pragas/doenças, e promover a sua valorização através da reciclagem e reutilização.

A disponibilidade de informação e estatísticas sobre o setor é crucial para alimentar ferramentas de análise da sustentabilidade, como a análise de ciclo de vida (*Life Cycle Analysis – LCA*), que tem vindo a ser usada em áreas como a viticultura, olivicultura e em horticultura em estufa (Foresi *et al.*, 2016; Pineda *et al.*, 2020). Estas ferramentas de cálculo são essenciais para avaliar o impacto ambiental e comunicar resultados (ex. projeto EUPHOROS – <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Projects-and-programmes/Euphoros.htm>).

Ligado ao potencial de implementação da circularidade em horticultura está o grau de modernização

da gestão e das infraestruturas de produção em estufa (p. ex. circuitos abertos vs circuitos fechados com reciclagem de águas e nutrientes, nível tecnológico), como também aspetos como o grau de concentração e “clusterização” do setor.

É necessário também melhorar a caracterização dos resíduos, tendo em vista a sua reutilização e reciclagem assentes no conhecimento científico atual, e divulgar as boas práticas ao nível da utilização de recursos (solo, água, energia). Quanto à utilização de substratos para cultivo sem solo, prevê-se que esta quadruple até 2050 (Blok *et al.*, 2021), ao mesmo tempo que a disponibilidade de produtos como a turfa diminua e aumentam as restrições ao seu uso em vários países (p. ex. Reino Unido), situação para a qual o setor tem de estar preparado.

Métricas e *standards* relacionados com a quantidade e qualidade de *inputs* e *outputs* do setor, por cultura, tipo de tecnologia e por zonas de produção, devem ser publicadas para melhor gestão de resíduos e permitir avaliar a viabilidade económica das estratégias de circularidade para o setor (Berkmoes *et al.*, 2019).

A nível da empresa, é essencial monitorizar os consumos (*inputs*), para melhor perceção das quantidades usadas, e a aplicação das normas e boas práticas devem ser analisadas e implementadas. Contudo, a falta de estatísticas atualizadas relacionadas com áreas de produção, nível de uso de fatores de produção e produção de resíduos (qualidade e quantidade) e da variação ao longo dos ciclos culturais dificultam a disseminação das normas e boas práticas.

A logística é um aspeto fundamental para se implementar a circularidade (EIP-AGRI, 2019). O transporte de resíduos tem um custo elevado, em termos económicos e ambientais. Na biomassa, a separação da parte sólida da líquida pode ser uma estratégia (Grade *et al.*, 2019). A existência de grupos especializados (*clusters*) do setor, com localização próxima, ajudaria a baixar os custos com a logística (Gonzalez *et al.*, 2019). Regiões como Almeria (Espanha) ou Westland (Holanda) assumem este tipo de estrutura, o que facilita a implementação de soluções re-

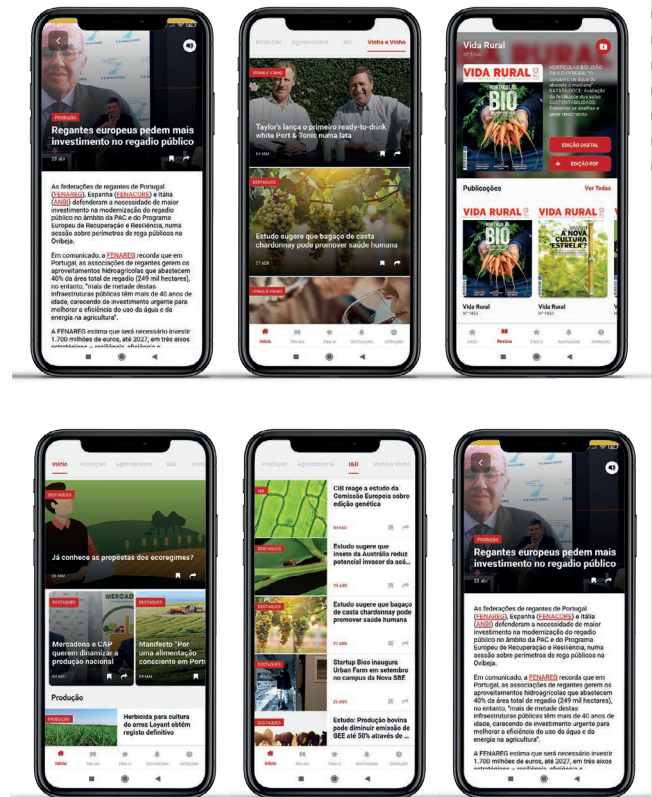
lacionadas com a recolha seletiva de resíduos e sua valorização. Em Portugal, regiões como o Montijo, o Ribatejo e Oeste, e mesmo o Sudoeste Alentejano, poderiam seguir este exemplo, em virtude de concentrarem elevado número de empresas nestas zonas. Ao mesmo tempo, o apoio oficial para investimentos ao nível de recolha seletiva de resíduos e reutilização no setor deveria ser considerado.

A adoção de novos métodos e tecnologias na fileira da horticultura em estufa que favoreça a circularidade requer não só investimento, mas também alteração na forma de pensar dos intervenientes da cadeia, desde viveiristas, produtores, indústria auxiliar relacionada com os fatores de produção (p. ex. substratos, fertilizantes, tecnologia de estufas e rega) até à grande distribuição e os reguladores oficiais. O papel e a interação de cooperativas, associações profissionais, centros tecnológicos e grande distribuição são relevantes para maior formação e inovação no domínio da sustentabilidade e circularidade (Costa et al., 2020). Por sua vez, as instituições governamentais europeias e nacionais deverão atualizar e promover os incentivos legais, fiscais ou de outra natureza, técnica e cientificamente apoiados, para promover soluções tecnológicas mais acessíveis para a circularidade em horticultura em estufa. 🌱

## Referências

- Aznar-Sánchez et al. (2019). Identification of Opportunities for Applying the Circular Economy to Intensive Agriculture in Almería (South-East Spain). *Agronomy*, **10**:1499. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101499>.
- Barrett et al. (2016). Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems – A review. *Sci. Hortic.*, **212**:220–234. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.030>.
- Berckmoes et al. (2019). Mini-paper – Monitoring and metrics to boost circularity in horticulture. EIP-AGRI Focus Group – Circular horticulture. [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/fg27\\_mini-paper\\_monitoring\\_metrics\\_2019\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/fg27_mini-paper_monitoring_metrics_2019_en.pdf).
- Boulard et al. (2011). Environmental impact of greenhouse tomato production in France. *Agron. Sustainable Development*, **31**:757-777. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593->

# AGORA É MAIS FÁCIL COM A APP



CONTEÚDOS EXCLUSIVOS

MELHOR EXPERIÊNCIA  
DE UTILIZAÇÃO

REVISTA DIGITAL

LEITURA OFFLINE

NÚMEROS ANTIGOS



Subscrição gratuita até 30 de junho!



- 011-0031-3.
- Castro et al. (2019). Six Collective Challenges for Sustainability of Almería Greenhouse Horticulture. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2019, **16**:4097. <https://doi.org/10.3390/ijerph16214097>.
- Cara & Rivera (1998). *Resíduos en la agricultura intensiva. El caso de Almería*. Encuentro medioambiental Almeriense: En busca de soluciones. Almería, España 7 y 8 de Marzo. p.128–132.
- Costa et al. (2019). *Mini-paper – Water use in greenhouse horticulture: efficiency and circularity*. EIP-AGRI Focus Group – Circular horticulture. [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/fg27\\_mini-paper\\_water\\_2019\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/fg27_mini-paper_water_2019_en.pdf).
- Costa et al. (2020). Tecnologia e formação para promover a produção ornamental. *AGROTEC*, **37**:37–39. DOI: 10.13140/RG.2.2.23436.64648.
- EC (2015). *Closing the loop – An EU Action Plan for the Circular Economy*. COM/2015/0614 final.
- EIP-AGRI (2019). *EIP-AGRI Focus Group Circular Horticulture. Final Report*. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/publications/eip-agri-focus-group-circular-horticulture-final>.
- EU (2016). *Circular economy package four legislative proposals on waste*. <http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-573936-Circular-economy-package-FINAL.pdf>.
- Foresi et al. (2016). *Sustainability assessment tools for organic greenhouse horticulture*. BioGreenhouse COST Action FA 1105, [www.biogreenhouse.org](http://www.biogreenhouse.org).
- Grade et al. (2019). *Mini-paper – Circularity and/or Valorisation of Biomass: Crop Residues, By-products and Extraction of Molecules*. EIP-AGRI Focus Group – Circular horticulture. [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/fg27\\_mini-paper\\_circularity\\_biomass\\_2019\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/fg27_mini-paper_circularity_biomass_2019_en.pdf)
- Gonzalez et al. 2019. *Mini-paper – Clusters Enhancing Circular Horticulture*. EIP-AGRI Focus Group – Circular horticulture. [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/fg27\\_mini-paper\\_clusters\\_2019\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/fg27_mini-paper_clusters_2019_en.pdf).
- INE (2017). *Inquérito à Estrutura de Explorações Agrícolas 2016*. Lisboa.
- Marcelis et al. (2019). Achieving sustainable greenhouse production: present status, recent advances and future developments. In: L. Marcelis & E. Heuvelink (Eds.), *Achieving sustainable greenhouse cultivation* (1 ed., pp. 1–14). Burleigh Dodds Science Publishing Limited. <https://doi.org/10.19103/as.2019.0052.01>.
- Parola et al. (2020). *Remote Sensing of Greenhouses in Southwest Alentejo National Park*. ISA/UL.
- Pineda et al. (2020). Environmental Impact of Fresh Tomato Production in an Urban Rooftop Greenhouse in a Humid Continental Climate in South Korea. *Sustainability* 2020, **12**(21):9029. <https://doi.org/10.3390/su12219029>.
- Raviv (2005). Production of High-quality Composts for Horticultural Purposes: A Mini-review. *HortTechnology*, **15**(1):52–57.
- Reis (2014). A drenagem nos cultivos sem solo: Um resíduo ou um recurso? Parte I/II. *Agrotec*, **10**:50–53.
- Sonneveld & Voogt (2009). *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. Springer, NY.
- Valorfito (2020). Entrevista. *Valorfito @tual*, **28**, dezembro: 11–12.
- Valorfito (2021). *Sistema Integrado de Gestão de Embalagens e Resíduos em Agricultura*. <https://valorfito.com/docs/comunicados/Valorfito%20Resultados%20Finais%202020.%20Comunicado%20de%20Imprensa.pdf> (acedido em 1/04/2021.)
- Vandecasteele et al. (2018). Recycling of P and K in circular horticulture through compost application in sustainable growing media for fertigated strawberry cultivation. *European Journal of Agronomy*, **96**:131–145. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.12.002>.
- Vandecasteele et al. (2020). Grow - Store - Steam - Re-peat: Reuse of spent growing media for circular cultivation of Chrysanthemum. *Journal of Cleaner Production*, Volume 276, 10 December 2020, 124128. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124128>.
- Vollaro et al. (2016). The circular economy and agriculture: new opportunities for re-using phosphorus as fertilizer. *Bio-based and Applied Economics*, **5**(3):267–285. ISSN 2280-6180. DOI: 10.13128/BAE-18527.
- Vox et al. (2016). Mapping of agriculture plastic waste. *Agric. Agric Sci. Proc.*, **8**:583–591.