

A Horticultura Protegida em Portugal

Mário Reis

Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências Biológicas e Bioengenharia, MED - Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento

mreis@ualg.pt

Abstract

Protected horticulture concerns the use of mulches, tunnels, nett covered shelters and greenhouses, changing natural conditions to increase horticultural yield and product quality. Greenhouses, the most efficient plant protection structures, reached 3000 ha in 2020 in Portugal. It is estimated that about half of this area is cultivated with soilless systems, either on substrates or hydroponics, under steel structures covered with plastic films, rarely glass or other material. The main crops under protected cultivation are vegetables and ornamentals, and more recently berries, namely raspberry. Protected cultivation, namely in greenhouses, developed initially in typical vegetable production areas in Algarve and around Lisbon, but rapidly expanded to other regions, taking advance of technological evolution in greenhouses and local factors such as market proximity, water availability, land price or farmer's experience. There is a large potential for the development of protected horticulture, but it requires a careful planning to assure its sustainability. Actually, both low technology and highly technological greenhouses present favourable and negative aspects, that must be carefully evaluated under local conditions. The main issues affecting the sustainability of protected horticulture are water availability, environment traits, landscape change and required hand work, demanding a strong improvement of the research, experimentation and knowledge dissemination structures, required to support the activity.

Keywords: protected horticulture, greenhouses, soilless culture, environment.

Resumo

A horticultura protegida abrange o uso de cobertura de solo e das plantas, como a cobertura directa, tuneis, abrigos de rede e estufas, alterando as condições naturais para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos. A área de estufas, o meio mais eficaz de protecção, atingiu cerca de 3000 ha em 2020. Estima-se que em metade desta área se utilize algum sistema de cultivo sem solo, em substrato ou hidropónico, em estufas de estrutura em aço galvanizado cobertas com filme plástico, e raramente vidro ou plástico rígido. As principais culturas são hortícolas para consumo em fresco, ornamentais e mais recentemente os pequenos frutos, como a framboesa. A horticultura protegida, em particular em estufa, desenvolveu-se inicialmente em zonas hortícolas tradicionais e expandiu-se rapidamente a outras regiões aproveitando a evolução tecnológica nas estufas e factores locais como a proximidade dos mercados, a disponibilidade de água, custo da terra e a experiência dos produtores. Existe um largo potencial de desenvolvimento para a horticultura protegida, mas requer um planeamento cuidadoso para assegurar a sua sustentabilidade. Como principais condicionantes para a sustentabilidade destacam-se a disponibilidade de água, a poluição ambiental, a alteração da paisagem e a carência de mão-de-obra, o que exige um forte investimento na investigação, experimentação e disseminação do conhecimento, para apoio da actividade. Tanto as estufas de baixa como as de elevada tecnologia apresentam aspectos positivos e

negativos, que têm de ser estudados e ponderados com rigor nas diferentes zonas do território.

Palavras-chave: horticultura protegida, estufas, cultivo sem solo, ambiente

Introdução

Horticultura Protegida (HP) designa a horticultura realizada com algum meio físico de proteção das plantas, normalmente ecrãs em material plástico na forma de filme, tecido ou rede, incluindo, por isso, desde a cobertura de solo até ao cultivo em estufas (Almeida e Reis, 2017; Gruda et al., 2019). A HP aplica-se com maior frequência em horticultura herbácea comestível, horticultura ornamental e em fruticultura, actividades integradas no conceito internacional de Horticultura (ing. *Horticulture*), seguido pela Associação Portuguesa de Horticultura, onde se inclui ainda a viticultura e a olivicultura (Janick, 1997; Almeida, 2002). Maior eficiência de uso dos recursos e produtividade são dois dos pontos de interesse da HP. Por exemplo, em 2014, embora a HP tivesse ocupado apenas 4,1 % da área dedicada às culturas hortícolas no continente, forneceu 14,7 % da produção (INE, 2015).

São conhecidas as favoráveis condições climáticas no país para a Horticultura, coexistindo, em algumas zonas, com solos leves, fáceis de trabalhar e disponibilidade de água. Em algumas destas regiões, como o Algarve e a Outra Banda, o cultivo protegido é uma prática antiga, nas quais o cultivo em estufa se desenvolveu nos anos 60 do séc. XX, em estruturas de madeira de telhado em capela, cobertas em filme de polietileno. Posteriormente, sobretudo nos anos 80, as estufas expandiram-se a outras regiões, melhoraram-se as estruturas com a adopção do aço galvanizado, em parte ou na totalidade da estrutura. A ventilação lateral foi melhorada com ventilação zenital, em estufas do tipo multi-tunel (Meneses e Castilla, 2009; Meneses, 2011), que em 2012 constituíam cerca de 75% das sua estruturas (Costa et al., 2012). A partir dos anos 90, instalaram-se sistemas de cultivo sem solo (CSS) para ultrapassar os problemas de salinidade e doenças de solo, resultantes do seu uso intensivo, que se têm vindo a desenvolver devido às vantagens que apresentam. Após algumas aplicações pontuais, o cultivo sem solo generalizou-se no Algarve, em substratos como a perlite e a lâ-de-rocha (Reis et al., 1993; Rosa, 1999). Mais tarde, acompanhando a disseminação do CSS no país, cresceu o cultivo em fibra de coco e instalaram-se sistemas hidropónicos em filme de água (NFT) (Louro e Reis, 2020), estimando-se que actualmente cerca de metade do cultivo em estufa decorra em algum sistema de CSS (Incrocchi et al., 2020). Em 2020, estimava-se área de estufas em 3000 ha, sendo cerca de 70% desta área destinada à produção de hortícolas comestíveis, nomeadamente tomate, alface, pequenos frutos, melão e feijão-verde, e a restante a ornamentais, onde predomina o cravo, a rosa e a gerbera (Ferreira et al., 2020).

Situação actual

Não é fácil consultar a informação nacional referente à HP devido à variação das culturas abrangidas pela designação “Horticultura” e por algumas se poderem realizar em condições protegidas ou não, o que não é detalhado na informação disponível. Nas Estatísticas Agrícolas (INE) a Horticultura apresenta-se dispersa por: culturas hortícolas, frutos frescos, pequenos frutos, frutos subtropicais, citrinos, frutos de casca rija, azeitona para mesa e uva de mesa, arvores de viveiro, e não se referem as plantas ornamentais. Nos Inquéritos à Estrutura das Explorações Agrícolas (INE, 2017) a Horticultura distribui-se por horticultura extensiva (incluída nas Culturas arvenses); horticultura intensiva e floricultura, e em frutos secos, casca rija e citrinos (incluídos nas Culturas

permanentes); não se refere a uva e azeitona de mesa, os pequenos frutos e os viveiros, e disponibiliza-se informação sobre a HP em estufas e abrigos altos.

Entre 2007 e 2016, a área de cultivo de produtos hortícolas frescos (incluindo em HP), aumentou 26%, de 37 518 para 47 270 ha, embora com forte redução no Algarve (de 1 501 para 609 ha), Trás-os-Montes (de 661 para 446 ha) e Entre-Douro-e-Minho (de 2 759 para 2 610 ha) (GPP, 2018). Naquele período, o défice na balança comercial do “setor hortícola” reduziu-se de 123 milhões para 85 milhões de euros, isto é, recuperou 31%. Nos frutos frescos o défice em 2017 era de 103 milhões de euros, reduzindo-se 62% no mesmo período.

Analisando apenas a informação sobre as explorações com a OTE Horticultura intensiva e floricultura, em 2016 existiam 8467 explorações, representando 4,7% do total de explorações especializadas do país, das quais 20% com estufas e abrigos altos (1695 explorações). A HP efectua-se maioritariamente em empresas familiares de pequena dimensão, com baixo nível de especialização e de recursos financeiros, embora no litoral sul se tenham concentrado empresas de grande dimensão, orientadas para a exportação (Costa et al., 2017). Em 2016, a superfície agrícola utilizada (SAU) de 45% das explorações com a OTE Horticultura Intensiva e Floricultura era inferior a 1 ha; 45% situavam-se entre 1 a 5 ha; 8% entre 5 a 20 ha e menos de 2% tinham uma SAU acima de 20 ha. Relativamente à distribuição nacional (NUTS II), 30% das explorações situavam-se na Madeira, 25% no Centro, 22% no Norte, 13% em LVT, 4% no Alentejo e nos Açores e 2% no Algarve (INE, 2017b)

Apesar da pandemia provocada pela Covid-19, as exportações do sector agroalimentar (HP incluída), no passado mês de Junho aumentaram 5,2% em relação a Junho de 2019 (de 524 para 552 milhões de euro), enquanto as importações decresceram 0,7% no mesmo período (de 807 para 801 milhões de euro). Esta tendência observou-se também ao comparar os períodos de Janeiro a Junho dos dois anos, com um acréscimo de 0,4% das exportações e uma redução de 4,5% das importações. Neste período, a produção hortícola no sector das plantas vivas e produtos da floricultura apresentou o melhor comportamento, aumentando 39,7% (Nota à imprensa, 2020.)

A Horticultura tem manifestado elevado dinamismo, capacidade de modernização e preocupação com a qualidade dos produtos, e em especial quanto a resíduos de fitofármacos. A crescente preocupação, social e institucional, com os resíduos nos alimentos e no meio, a que a exigência de controlo na fileira não será certamente alheia, reforça a segurança para os consumidores e o ambiente.

A percepção positiva da Horticultura é por vezes ensombrada com preocupações ambientais decorrentes das melhorias tecnológicas introduzidas. Por isso, os componentes da fileira devem contribuir para preservar a confiança dos consumidores, sobretudo mantendo elevada transparência sobre a actividade nas empresas que, tal *como a mulher de César*, não só devem cumprir as boas práticas agrícolas e ambientais como devem evidenciar claramente o seu cumprimento.

A aposta na diferenciação pela qualidade dos produtos hortícolas de Portugal é muito importante para o desenvolvimento do sector, como se depreende da análise de um infograma sobre as trocas comerciais na Europa (Figura 1).

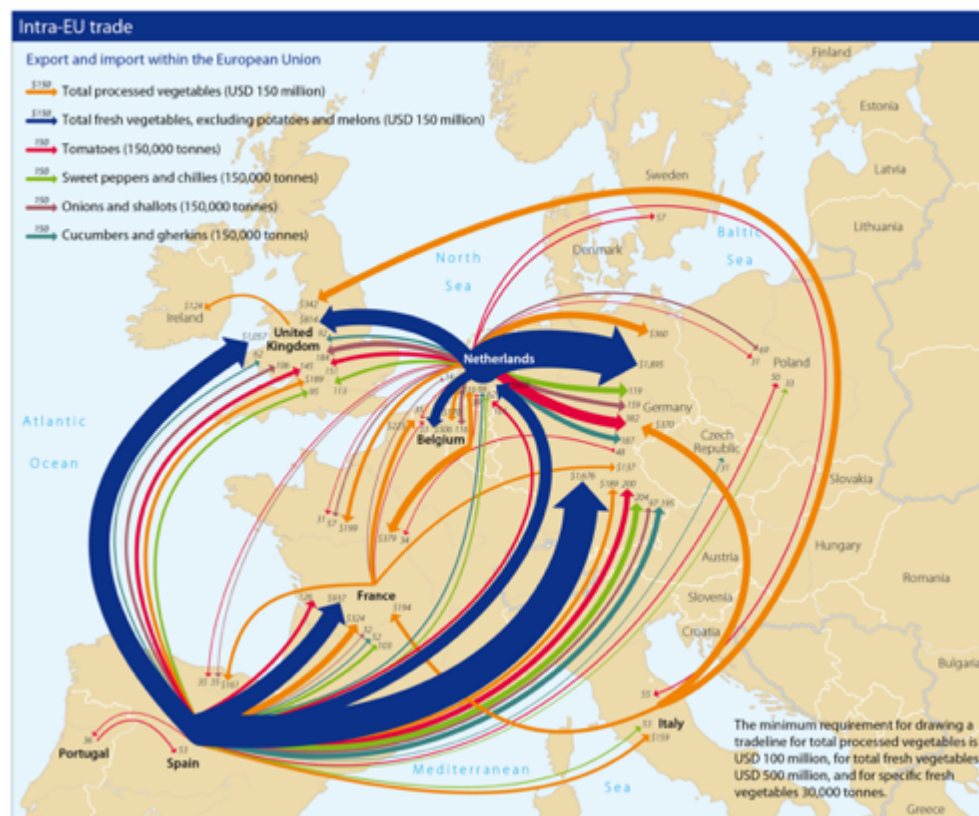


Figura 1 – Representação gráfica de trocas comerciais na EU no *World Vegetable Map* 2018. A espessura das setas é proporcional ao valor ou à quantidade de produto transacionado. Espessura unitária: \$100 000 para hortícolas processados; \$500 000 para valor total dos produtos hortícolas frescos; 30 000 t para espécies hortícolas em fresco (Fonte: Rabobank, 2018).

Com a escala usada, a produção nacional representada é apenas a de tomate para consumo em fresco. Este desnível de produção, reforça a diferenciação pela qualidade como uma prioridade (Meneses e Castilla, 2009), para fidelizar os consumidores nacionais e atrair clientes no exterior.

Potencial de desenvolvimento

O potencial de desenvolvimento da HP no país é grande, destacando-se, no entanto, como possíveis condicionantes da sua sustentabilidade: a disponibilidade de água; o impacte ambiental; a alteração da paisagem e a escassez de mão-de-obra.

Disponibilidade de água

A água é um factor crítico para a horticultura, o que exige o rigoroso planeamento da actividade e a adopção de medidas para reduzir as perdas, incentivar a utilização de recursos hídricos alternativos, e maximizar a reciclagem e reutilização da água. Os recursos hídricos não têm uma distribuição uniforme no país, enfrentando o Sul um maior e crescente problema de escassez (REA, 2019; Reis, 2020).

A HP, em particular em estufa, apresenta maior eficiência no uso da água em relação ao cultivo ao ar livre (Klohn, 2002), o que resulta nomeadamente do mais rigoroso controlo ambiental e da rega. Embora a água seja um factor de produção escasso, a verdade é que que *cai do céu*, permitindo a sua recolha directa pelas estufas (Delcour et al., 2017), uma opção interessante no nosso país onde a precipitação atinge valores relativamente elevados que convém não desperdiçar (Reis et al., 2019). Conscientes desta oportunidade,

a recolha directa da água pluvial é já comum em muitas empresas, apesar de o apoio a este aproveitamento ser uma acção ambiental elegível apenas para as centrais horto-frutícolas (Ação 7.12), prevista na *Estratégia Nacional para programas operacionais sustentáveis de organizações de produtores de frutas e produtos hortícolas* (GPP, 2018). A HP sem solo é ainda mais interessante, pois além da maior eficiência de uso da água, pode-se instalar em zonas de solos poucos férteis, degradados, contaminados (Borreli, 2013, ou até inexistentes. O desenvolvimento do CSS em sistema fechados ou semi-fechados, possibilita o reaproveitamento da água e nutrientes da drenagem (Figura 2), e o tratamento dos efluentes antes de serem lançados no meio (Pronk et al., 2007).



Figura 2 – Autonomia em água: empresa com charca de armazenamento da água pluvial (ao centro em baixo) captada na cobertura das estufas, utilizada na rega após mistura com a drenagem do cultivo sem solo (Hortomaria Lda, A-dos-Cunhados). Esta solução permitiu regar nos últimos 3 anos sem recurso a outras fontes de água (Foto: Emanuel Rolim).

Impacte ambiental

A intensificação tecnológica da HP requer maior consumo de energia e aumenta o uso de produtos susceptíveis de contribuir para a poluição da água e do solo (e.g.: plásticos, fitofármacos e fertilizantes), contribuindo para o aumento da emissão de gases de efeito de estufa. O consumo de energia depende fortemente das condições climáticas locais. Na Europa, a potência instalada nas estufas varia de 50 a 150 W m⁻² nas regiões a sul, 200 a 280 W m⁻² no centro e norte, e pode atingir 400 W m⁻² em estufas tecnologicamente evoluídas (ETE) (Campiotti et al., 2012).

Em contrapartida, a intensificação tecnológica aumenta a produtividade devido à extensão do período de colheita, à optimização das condições ambientais (e.g.: temperatura, humidade, radiação, CO₂), ao rigoroso ajuste da rega e fertilização, e a práticas culturais (e.g.: densidade de plantação, poda, *intercropping*) (Heuvelink e Dorais, 2005). Por exemplo, a intensificação resultante da evolução tecnológica nos sistemas fechados de CSS pode reduzir o impacte ambiental, devido não só à maior produtividade e eficiência de uso dos factores de produção (e.g.: água, nutrientes e fitofármacos), mas

também ao menor consumo de fertilizantes e pesticidas, e redução das emissões para o exterior (e.g.: água, fitofármacos e fertilizantes, em particular N) (Mugnozza et al., 2007). Em tomate, por exemplo, a produtividade no solo ao ar livre varia entre 4 a 10 kg m⁻², enquanto numa ETE pode atingir 80 kg m⁻² ou mais (Heuvelink e Dorais, 2005; Costa e Heuvelink, 2018). A elevada produtividade e as condições ambientais na estufa podem reduzir o consumo de água a 11 L por kg de tomate produzido, ou menos (Kooten et al., 2008), muito abaixo do consumo no solo ao ar livre, onde se pode situar entre 43 a 123 L (Jensen, 1988; Munóz et al., 2008; Montero et al., 2009; Ntinis et al., 2017) ou mais.

Nas ETE, as emissões para o meio, por exemplo de azoto, são as mais baixas (64 a 262 kg N ha⁻¹ ano⁻¹) (Pronk et al., 2007; Soto et al., 2015), muito inferiores às registadas em estufas em modo de produção biológico nos Países Baixos (709 kg N ha⁻¹ ano⁻¹) (Voogt et al., 2011). Estas emissões, incluindo a de água, poderão anular-se ao empregar sistemas de cultivo sem solo fechados (Pronck et al., 2007) onde, ao contrário do solo, é possível a recuperação e tratamento dos efluentes.

A melhoria tecnológica na HP facilita o controlo biológico de pragas, impedindo a sua presença e/ou recorrendo a insectos auxiliares, com maior possibilidade de controlo ambiental no espaço condicionado das estufas. O controlo biológico de pragas é há muito uma prática comum em HP (van der Blom, 2008), já adoptada pelos produtores nacionais. A melhoria tecnológica das estufas permite reduzir para menos de um terço a quantidade de fitofármacos de síntese empregues (Montero et al., 2011). Em tomate, comparando estufas com elevada produtividade (50 kg m⁻², Países Baixos) com estufas de menor produtividade (9 kg m⁻², Almeria), observou-se nas primeiras uma redução do uso de fitofármacos de 70% e 94% por ha e por kg de produto, respectivamente (van der Velden et al., 2004). Novos biofertilizantes têm surgido no mercado e o seu consumo aumentado, substituindo ou reduzindo o uso de adubos de síntese.

Nos Países Baixos, no CSS é já obrigatório maximizar a recirculação da solução nutritiva e proceder ao tratamento dos efluentes (Van Ruijven et al., 2017), tendo como objectivo vir a atingir zero emissões (Beerling et al., 2017). A HP, em particular em sistemas fechados de CSS, reduz o uso de fitofármacos com maior risco de utilização e a poluição decorrente dos fertilizantes libertados para o ambiente, mas a meta de zero emissões, em nutrientes e água, apenas se consegue atingir com maior consumo energético, condição relativamente mais favorável em regiões como a nossa, onde a possibilidade de recurso a diferentes fontes renováveis de energia eléctrica é elevada.

Alteração da paisagem

A sociedade é cada vez mais sensível à alteração da paisagem. Se é forçoso alterar o espaço “natural” para a agricultura, essencial à nossa sobrevivência, tal deve ser alcançado com a garantia de sustentabilidade, conforme preconizado no Relatório Brundtland (1987). Para isso, é necessário desenvolver e adaptar os instrumentos de análise e de avaliação dos impactes da HP, que permitam definir as condições para a sua instalação (Lopes, 2016), numa base pluridisciplinar. Apenas um planeamento cientificamente apoiado pode evitar excessos e, em sentido oposto, impedir que *se tome a nuvem por Juno*, impondo injustificadas limitações às actividades produtivas que, como a HP, são essenciais à manutenção de um nível de vida socialmente aceitável, e no rigoroso respeito pela paridade dos três esteios da sustentabilidade: o ambiental, o económico e o social.

É curioso notar o paradoxo de que algumas das nossas mais belas paisagens resultaram de drásticas intervenções - dos agricultores - no meio natural, e constituem actualmente zonas de elevado e inequívoco valor ambiental, como o Douro Vinhateiro (Património da Humanidade, como Paisagem Cultural), o Montado do Alentejo ou o Campo Branco de

Castro Verde (Reserva da Biosfera da UNESCO). O nível de intervenção humana envolvido nessas transformações seria impensável hoje, época em que aflora, com frequência preocupante, um “ambientalismo” pouco e mal informado.

Escassez de mão-de-obra

O trabalho agrícola não tem tido a devida valorização social e económica, o que reduz a atracção da mão-de-obra nacional. A HP é vulgarmente conotada com condições duras de trabalho, mas a melhoria do controlo ambiental nos abrigos e a adequação dos horários de trabalho podem contribuir para mitigar esta situação.

A imigração tem sustentado uma parte do sector, mas podem-se gerar graves problemas se não houver um adequado enquadramento social. A valorização social e económica do trabalho agrícola, capaz de atrair a força de trabalho autóctone, além de contribuir para a sustentabilidade social do sector, poderia contribuir para atenuar o despovoamento do território rural onde muitas empresas se inserem.

O futuro da horticultura protegida

Existe um potencial elevado de desenvolvimento da HP no país, cuja sustentabilidade tem de ser avaliada nos seus três pilares: o ambiental, o social e o económico. A transição para uma HP sustentável passa pela generalização de melhorias tecnológicas como: melhores estruturas, automatização, fontes renováveis de energia (e.g.: solar, biomassa, biogás, geotérmica), novos conceitos na produção (e.g.: sistemas fechados ou semi-fechados de CSS) (Vourdoubas, 2015; Nabais, 2015; Gruda et al., 2019).

Na *Estratégia Nacional para programas operacionais sustentáveis de organizações de produtores de frutas e produtos hortícolas* (GPP, 2018), a análise SWOT à fileira hortofrutícola indica como um *Ponto Forte* a *Entrada de jovens qualificados na fileira*. Porém, em análise idêntica (Ferreira et al. 2020), a *Educação e a falta de profissionalização* são apontadas como *Ameaças* ao sector. De uma maneira global, a formação nacional disponibilizada em HP situa-se aquém do actualmente exigido, resultado sobretudo da erosão dos recursos humanos, económicos e estruturais. Enquanto nas instituições nacionais, de ensino superior e outras, existe normalmente um trabalho pontual em HP, os nossos concorrentes dispõem de centros de investigação, com corpos técnicos a tempo inteiro. Conforme referido, a investigação científica é o principal instrumento para melhorar a HP e produzir com menos impacte ambiental, estudando técnicas inovadoras, cuja aplicação está normalmente associada a elevados custos e riscos (Gruda et al., 2019) (Figura 3).



Figura 3 – Ensaio de cultivo de tomate em estufa com sistema sem solo semi-fechado, controlo automatizado da temperatura, aquecimento localizado por circulação de água, aumento da concentração de CO₂ por recuperação dos gases de combustão do gás consumido no aquecimento da água, ecrã de uso misto (redução da temperatura e conservação de calor) e fertirrega controlada pela radiação solar, instalada no Centro de Experimentação Hortofrutícola do Patacão, durante o projecto AGRO 197 (2005) em colaboração com o Centro de Hidroponia e Utilidades Hortofrutícolas Lda. e a Universidade do Algarve.

Sem uma aposta forte no desenvolvimento científico continuaremos dependentes de esforços individuais, e a recorrer à importação de soluções, nem sempre as mais adequadas. Observa-se, com frequência, que a opção por certas soluções técnicas está mais relacionada com a eficácia comercial do que com a eficácia das técnicas em si, o que só se pode evitar com uma adequada formação no sector (Costa et al., 2017).

Esperemos que o retrocesso dos últimos anos, muitas vezes sob discutíveis pretextos económicos, possa ainda ser revertido através da recentemente apresentada intenção de criar a Rede de Inovação no âmbito da Agenda de Inovação da Agricultura 20|30 "Terra Futura", com o objetivo primordial de organizar e modernizar as infraestruturas do Ministério da Agricultura (Canadas, 2020). Contudo, o sucesso deste objectivo dependerá necessariamente das sinergias desenvolvidas com as entidades vocacionadas para a investigação e a disseminação do conhecimento, situação que uma insuficiente capacidade de organização poderá comprometer.

O desenvolvimento científico na agricultura, e em particular da horticultura protegida, é indispensável para otimizar o uso racional e sustentável do território – capaz de contrariar tanto eventuais excessos de intervenção como as restrições meramente ideológicas - em articulação com as empresas, às quais muitas vezes falta capacidade de

assimilação da abundante informação técnico-científica a que hoje facilmente podem ter acesso.

Bibliografia

- AGRO 197 (2005) - Cultura sem solo com reutilização dos efluentes, em estufa com controlo ambiental melhorado. Relatório Final do Projecto 197 da Acção 8.1 DE&D, Medida 8 do Programa AGRO. Disponível em: <http://www.drapalg.min-agricultura.pt/downloads/projectos/Projecto%20AGRO-197/AGRO%20197%20-%20Relat%20Final.pdf>, acessado em 12/10/2020.
- Almeida, D. (2002). *De oleribus*. Argumentos a favor da utilização do termo olericultura. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/olericultura/artigos/ARGUMENTOS%20A%20FAVOR%20DA%20UTILIZACAO%20DO%20TERMO%20OLERICULTURA.pdf>
- Almeida, D. & Reis, M. (2017). Engenharia Hortícola. Publindústria – Edições Técnicas (ed.). 252 pp. ISBN: 978-989-723-260-2
- Beerling, E.A.M., Blok, C., Van Der Maas, A.A., Van Os, E.A. (2014). Closing the water and nutrient cycles in soilless cultivation systems. *Acta Hort.* 1034: 49–55. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1034.4>
- Borrelli, J. (2013). Hydroponics Reinvigorating Japan Following Fukushima Disaster. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em <http://www.rosebudmag.com/hydro-pop/hydroponics-reinvigorating-japan-fukushima-disaster>
- Campiotti C., Viola C., Alonzo G., Bibbiani C., Giagnacovo G., Scoccianti M., Tumminelli, G. (2012). Sustainable greenhouse horticulture in Europe. *Journal of sustainable energy* 3 (3).
- Canadas, N. (2020). Comunicação na sessão de apresentação da Rede de Inovação da Agenda de Inovação da Agricultura 20|30, em 22 de Set., Nelas. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em https://scontent.flis5-1.fna.fbcdn.net/v/t66.36281-6/10000000_403144834010175_6689036543199216767_n.mp4?_nc_cat=102&_nc_sid=985c63&efg=eyJ2ZW5jb2RlX3RhZyI6Im9lcF9zZCJ9&_nc_eui2=AeFA2jBIPzJ_EwcLyuQOvUck43EXVo1GQpTjcRdWjUZC1OOhgLpviZY4eBVfEf-yZcmngW2tdE98F0bhxfyIge3W&_nc_ohc=uJ9Kyh6fOnkAX_cC0K3&_nc_ht=scontent.flis5-1.fna&oh=522b642106bc4acc79cab140b06c58ca&oe=5F8F4814
- Costa, J.M., Palha, M.G., Ferreira, M.E., Vargues, A. & Almeida, D. (2012). Protected Cultivation in Portugal: an Investment for the 21st Century. *Acta Hort.* 927, 139-148.
- Costa, J.M., Reis, M., Passarinho, J.A., Ferreira, M.E. & Almeida, D.P.F. (2017). Microeconomic and environmental sustainability of Portuguese greenhouse horticulture: a critical assessment. *Acta Hort.* 1170: 1117-1124.
- Delcour, I. Berckmoes, E., Hand, R. & Lechevallier, E. (2017). Providing water (Chapter 2) - The Fertigation Bible. Introduction Transfer of INNOvative techniques for sustainable water use in FERTigated crops. FERTINNOWA Project. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em <https://www.fertinnowa.com/the-fertigation-bible>
- Ferreira, M.E. Palha, M.G., Costa, M., Carvalho, S., Almeida, D., Reis, M. & Passarinho, J.A. (2020). Overview of greenhouse horticulture in Portugal: technology and environment. VIII Congresso Ibérico de Ciências Horticolas. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 30: 115-123.
- GPP (2018). ESTRATÉGIA NACIONAL para programas operacionais sustentáveis de organizações de produtores de frutas e produtos horticolas. MAFDR-GPP.

- Gruda, N, Bisbis, M. & Tanny, J. (2019). Impacts of protected vegetable cultivation on climate change and adaptation strategies for cleaner production - A review. *Journal of Cleaner Production* 225: 324-339.
- Costa, J.M. & Heuvelink, E. (2018). The global tomato industry. In Ep Heuvelink (ed.) – Tomatoes. *Crop Production Science in Horticulture* 13. CABI Publishing. ISBN 0851993966. p. 1-26.
- Heuvelink, E. & Dorais, M. (2005). Crop growth and yield. In Ep Heuvelink (ed.) – Tomatoes. *Crop Production Science in Horticulture* 13. CABI Publishing. ISBN 0851993966. p. 25-144.
- Incrocci, L., Thompson, R.B., Fernandez-Fernandez, M.D., De Pascale, S., Pardossi, A., Stanghellini, C. Roupael, Y. & Gallardo, M. (2020). *Agricultural Water Management* 242 106393.
- INE (2012). A Atividade das Empresas Agrícolas em Portugal 2004-2010. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaquas&DESTAQUESdest_boui=140730677&DESTAQUESmodo=2
- INE (2017). Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas 2016. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaquas&DESTAQUESdest_boui=281413215&DESTAQUESmodo=2
- INE (2017b). Destaque: Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas 2016.
- Janick, J. (1997). *Horticultural Science*. 4th ed. ISBN 0-7167-1742-5. New York W.H. Freeman & Company. 747 pp.
- Jensen, M.H. (1988). Controlled environmental agriculture: Today and Tomorrow, International Symposium on High Technology in Protected Cultivation, Tóquio, Japão: 145-155.
- Klohn, W. (2002). Re-assessment of the water resources and demand of the island of Cyprus: Synthesis Report, Nicosia, Cyprus. Chapter D.3, Agricultural water use. FAO/WDD TCP/CYP/2801. p.16-17.
- Lopes, D. (2016). Territorial impact of greenhouses in Portugal. In Olsson, I.A.S., Araújo, S.M. & Vieira, M.F. (ed.) - *Food Futures – Ethics, Science and Culture*. Wageningen Academic Publishers, Países Baixos. p. 536-542.
- Louro, M. & Reis, M. (2020). *Manual de cultivo sem solo: aspetos teóricos e práticos dos cultivos hidropónicos e em substrato*. ISBN 9789898927798. Porto, Quântica Editora- Conteúdos Especializados Lda, 417 pp.
- Meneses J.F. (2011). Estufas e abrigos na Península Ibérica: situação actual e perspectivas futuras. *Revista da APH*, 67: 31-35.
- Meneses, J.F. & Castilla, N. (2009). Protected cultivation in Iberian horticulture. *Chron. Hortic.* 49 (4): 37-39.
- Montero, J.I., Antón, A. & Torrellas, M. (2011). Environmental and economic profile of presente greenhouse production systems in Europe. Annex 1–51.
- Mugnozza, G.S., Russo, G., De Lucia Zeller, B. (2007). LCA methodology application in flower protected cultivation. *Acta Hortic.* (ISHS) 761: 625-632. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.761.87>.
- Nota à imprensa (2020). Exportações do setor agroalimentar dão sinais de retoma. Gabinete da Ministra da Agricultura. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em <http://www.drapal.min-agricultura.pt/drapal/images/servicos/noticias/2020/NOTA-IMPRESA-EXPORTAES.pdf>

- Pronk, A.A., Voogt, W., de Kreijl, C., Smit, A.L., van der Lugt, G.G. & Marcelis, L.F.M. (2007). Bouwstenen voor het opstellen van gebruiksnormen voor nutriënten bij teelten onder glas, Rapport. Plant Research International.
- Rabobank (2018). World Vegetable Map. RaboResearch Food & Agrobusiness. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em https://research.rabobank.com/far/en/sectors/regional-food-agri/world_vegetable_map_2018.html
- REA (2019). Água - Disponibilidades de águas superficiais e subterrâneas. Portal do estado do ambiente. Agência Portuguesa do Ambiente 11 de Nov. de 2019. Consultado em 4 de Out. de 2020. Disponível em <https://rea.apambiente.pt/content/disponibilidades-de-águas-superficiais-e-subterrâneas>
- Relatório Brundtland (1987). Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Volker Hauff (ed.) Oxford University Press. Consultado em 10 Out. 2020. Disponível em <https://ambiente.wordpress.com/2011/03/22/relatorio-brundtland-a-verso-original/>
- Reis M., Pestana, M., Lagoa, A. & Faria, E.A. (1993). Sobre a utilização de um sistema de hidroponia. II Congresso Ibérico de Ciências Hortícolas, 27 a 30 de Maio, Saragoça, Espanha. Actas de Horticultura da SECH 10:1219-1222.
- Reis, M., Antunes, C. & Costa Freitas, M. (2019). Greenhouse rain harvest: economical evaluation for greenhouse industry in Portugal. Proceedings of the GreenSys 2019 International Symposium on Advanced Technologies and Management for Innovative Greenhouses: 51. 16 a 20 de Junho. Angers, França.
- Reis, M. (2020). A água para a rega em horticultura protegida. Revista da Associação Portuguesa de Horticultura 136: 34-37. Disponível em <https://aphorticultura.pt/revista-136/>
- Rosa, A. (1999). Cultivos hortícolas sem solo no Algarve. Folha Informativa da APH 56:6-10.
- Soto, F., Gallardo, M., Thompson, R.B., Peña-Fleitas, M.T. & Padilla, F.M. (2015). Consideration of total available N supply reduces N fertilizer requirement and potential for nitrate leaching loss in tomato production. Agric. Ecosyst. Environ. 200: 62–70.
- van der Blom, J., Miras, A.R., Torres, S., Sánchez, J.A. (2008) Control biológico de plagas en Almería - revolución verde después de dos décadas. Phytoma España 198: 42-48
- van der Velden, N.J.A., Janse, J., Kaarsemaker, R.C. & Maaswinkel, R.H.M. (2004). Sustainability of greenhouse fruit vegetables: Spain versus The Netherlands; development of a monitoring system. Acta Horticulturae (ISHS) 655: 275–281.
- van Kooten O. & Heuvelink, E. (2008) New developments in greenhouse technology can mitigate the water shortage problem of the 21st century. Proc. XXVII IHC-S11 Sustain. through Integr. and Org. Hort. Eds.-in-Chief: R.K. Prange and S.D. Bishop. Acta Hort. (ISHS) 767: 45-52.
- Voogt, W., de Visser, P.H.E., van Winkel, A., Cuijpers, W.J.M. & van de Burgt, G.J.H.M. (2011). Nutrient management in organic greenhouse production: Navigation between constraints. Acta Hort. 915: 75–82.
- Vourdoubas, J. (2015). Possibilities of using renewable energy sources for covering all the energy needs of agricultural greenhouses. J. of Agric. and Life Sci. 2: 111-118.