

A DRENAGEM NOS CULTIVOS SEM SOLO: UM RESÍDUO OU UM RECURSO? (Parte II / II)

Por: Mário Reis¹
mreis@ualg.pt

¹Universidade do Algarve – FCT, Ed 8, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal.

ICAAM – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas – Universidade de Évora.

SOILLESS CULTURE DRAINAGE: RESIDUE OR RESOURCE? (Part II of II)

CONDUÇÃO DOS SISTEMAS FECHADOS DE CSS PARA MINIMIZAÇÃO E VALORIZAÇÃO DA DRENAGEM

Nos sistemas fechados, ou semi-fechados, de cultivo, a minimização e a valorização da drenagem podem ser alcançadas por diferentes vias, que se podem inserir na política dos R's.

Reduzir

Para reduzir a drenagem pode recorrer-se a água de melhor qualidade (21), que irá permitir manter uma menor percentagem de drenagem durante o cultivo.

A rega pode ser controlada em função de critérios mais rigorosos do que apenas o tempo, de que são exemplo: a variação de peso do conjunto planta-substrato, os medidores de caudal, a evapotranspiração na estufa ou a quantificação da água presente no substrato através de sensores aí instalados.

A solução nutritiva deverá ser analisada e ajustada com maior frequência, em função da sua composição atual e da fase do ciclo cultural, recomendando-se uma frequência pelo menos quinzenal (3). Existem métodos de análise expeditos, não muito dispendiosos, menos rigorosos que os métodos laboratoriais de referencia, mas com a vantagem de obtenção de resultados imediatos.

Reutilizar

A reutilização da drenagem, considerada no âmbito deste trabalho como o seu aproveitamento para a rega de outras culturas, pode efetuar-se com ou sem a sua prévia desinfecção, de acordo com a sensibilidade das culturas a regar. Estas poderão ser hortícolas, frutícolas, arvenses ou zonas verdes.

Em ensaios realizados no Algarve (22), a drenagem de cultura em substratos orgânicos

(em sistema aberto) e em lâ-de-rocha (em sistema semi-fechado), efluente de 2150 m² de área total de cultivo, foi preferencialmente reciclada, e a parte que não foi possível reciclar, foi reutilizada na rega de um pomar de citrinos com 1,4 ha. Esta drenagem foi previamente recolhida numa charca (Figura 1), de onde era injetada na água de rega do pomar. A drenagem recolhida na charca correspondeu a 54% do volume de solução nutritiva aplicada no sistema aberto, e de 19 a 64% da drenagem recuperada no sistema semi-fechado (Quadro 1). Este ensaio de reutilização da drenagem decorreu durante cerca de um ano, de abril de 2003 a junho de 2004, sem qualquer correção ou desinfecção prévia da drenagem. Neste período, o volume médio diário de drenagem aplicado na



Figura 1 Charca de recolha da drenagem antes de a enviar para a rega de um pomar de citrinos (22)

Quadro 1

Reaproveitamento da drenagem (L m⁻² dia⁻¹) de cultura em lâ-de-rocha em sistema semi-fechado (22)

Cultura	Ano	Drenagem	Reciclagem		Reutilização	
		(A+B)	A	%	B	%
Pimento	2002	1,1	0,4	36	0,7	64
Tomate	2003	1,6	1,1	69	0,5	31
	2004	1,6	0,8	51	0,8	49
	2005	1,4	1,1	79	0,3	21
Média		1,5	1,0	66	0,5	34

rega foi 0,95 L por m². A solução apresentou um equilíbrio iónico aceitável relativamente às exigências dos citrinos, com teor adequado em fósforo, embora com um ligeiro excesso em magnésio e um ligeiro défice em azoto e potássio (23).

Em zonas de horticultura ao ar livre, estas poderão ser regadas com os efluentes das estufas próximas, bem como quaisquer outros tipos de culturas, conforme referido a rega de pastagens ou cereais para a alimentação animal pode ser uma opção interessante. Um caso particular é a produção de forragem em sistema hidropónico, em alternativa a alimentos tradicionais.

Reciclar

A possibilidade de reciclar, total ou parcialmente, é condicionada pela qualidade da água-doce disponível, em particular pela sua condutividade elétrica. Considera-se aqui, como reciclagem, o aproveitamento da drenagem para reconstituir nova SN para a mesma cultura. Abaixo de 0,6 dS m⁻¹ não há limitações à reciclagem, as quais só começam a tomar importância quando este valor ultrapassa 1 dS m⁻¹ (5).

Durante o cultivo, a CE da drenagem recuperada irá aumentando até um valor que determine a sua eliminação, efetuando-se neste caso

uma reciclagem parcial. O valor limite para a reciclagem da drenagem é limitado por níveis máximos ou mínimos previamente estabelecidos. Poderá considerar-se como limite atingir um valor máximo de CE, por exemplo, de 5 dS m⁻¹ (24), ou até que algum dos íons mais críticos atinja níveis excessivos como, por exemplo, 0,6 a 2 meq L⁻¹ de sódio (25) ou 1,5 meq L⁻¹ de cloretos (26). Na reciclagem parcial, o limite para a rejeição da drenagem irá depender não apenas da sua salinidade total, mas também da cultura, do equilíbrio iônico da solução e das condições climáticas.

Nos ensaios anteriormente referidos (22), no cultivo de pimento e de tomate em lâ-de-rocha em sistema semi-fechado, a drenagem representou 39 a 47% da SN fornecida na rega e foi toda recuperada (Quadro 2). A recuperação, em média, dividiu-se em cerca de metade por reciclagem e metade por reutilização. No pimento (um único cultivo realizado), conseguiu-se reciclar 14% da solução nutritiva total fornecida pelo sistema de rega, enquanto no tomate se reciclou 24 a 33% daquela solução (três cultivos) (Quadro 2). Reciclou-se 36 a 79% da drenagem produzida (Quadro 1) sendo a restante reutilizada.

Reciclar é uma opção de recuperação mais exigente por se regar a mesma cultura, pelo que se deve garantir a ausência ou um nível suficientemente baixo de fitopatógenos na SN. O risco da disseminação de patógenos através da SN aconselha a desinfecção da drenagem antes de nova utilização, como medida profilática e para garantir uma maior segurança fitossanitária. Para a desinfecção da drenagem podem usar-se efeitos químicos (potencial de oxidação-redução), físicos (calor, radiação eletromagnética, filtração) ou biológicos (microrganismos antagonistas) (Quadro 3).

O grau de eficiência dos diferentes métodos de desinfecção é variável, exigindo-se sempre um controlo regular da sua eficácia. No decurso de ensaios em CSS (22) verificou-se uma variação acentuada da eficácia do processo de desinfecção por UV usado (Figura 3), uma lâmpada de radiação UV (254 nm, 95 W, 30 mJ cm⁻²) provavelmente por a intensidade da radiação ser reduzida face ao necessário (Quadro 3) e por inadequada frequência de manutenção da lâmpada. Apesar disso, durante os vários cultivos realizados, nunca se detetou qualquer problema fitossanitário decorrente de contaminação pela drenagem reciclada, confirmando os resultados práticos obtidos em numerosas outras situações descritas na literatura.

O custo com a desinfecção pode ser parcialmente recuperado atendendo ao valor da água e

Quadro 2

Balanço da solução nutritiva aplicada e da drenagem (L m⁻² dia⁻¹) em cultivo em lâ-de-rocha em sistema semi-fechado (22)

Cultura	Ano	Rega	Evapotranspiração		Drenagem		Reciclagem		Reutilização	
				%	(A+B)	%	A	%	B	%
Pimento	2002	2,6	1,5	57	1,1	42	0,4	14	0,7	28
	2003	3,8	2,2	59	1,6	42	1,1	30	0,5	11
Tomate	2004	3,4	1,8	52	1,6	47	0,8	24	0,8	24
	2005	3,4	2,0	60	1,4	39	1,1	33	0,3	7
Média		3,0	1,8	57	1,3	43	0,7	22	0,6	21

Quadro 3

Principais métodos de desinfecção empregues em CSS e síntese das suas condições de aplicação¹

Método	Custo ² (€ m ⁻³)	Vantagens	Inconvenientes	Ação - dose
Métodos físicos				
Radiação UV-C (254 nm)	0,30 a 0,40	Investimento e eficácia moderados	Exige pré-filtração (<80mm). Efeito variável. Destrói quelatos: EDDHA<DTPA<EDTA.	mJ cm ⁻² ; 100 (fungos, bactérias) e 250 (vírus)
Calor	0,80 a 0,90	Grande eficácia sobre vírus, bactérias e fungos.	Requere pré-acidificação (pH 4,5). Elevado investimento e custo de funcionamento. Empresas > 1ha	95° C 30 seg. 85° C 3 min.
Filtração por membranas		Grande eficácia	Muito caro. Curta duração das membranas, entupimentos.	Poros: 0,05 µm para <i>Fusarium</i> e 0,1 µm para <i>Verticillium</i>
Osmose inversa	0,50 a 0,7 – 0,8	Eficaz para fungos e bactérias	Caro. A eficiência depende da concentração da solução, pressão e caudal.	
Filtração lenta	0,20 a 0,25	Investimento baixo. Sobrevive 90% população microbiana aeróbia). Adaptado para empresas pequenas, de baixo nível tecnológico	Elimina totalmente fungos zoospóricos (<i>Pythium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp), parcialmente <i>Fusarium</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Thielaviopsis basicola</i> , <i>Cylindrocladium scoparium</i> , vírus e nematodos.	Biológico. Não afetado pela densidade de inóculo mas sim pela CE. Caudal 100 a 300 Lh ⁻¹ m ⁻²
Métodos químicos				
Peróxido de hidrogénio	0,20 – 0,35	Investimento baixo	Exige acidificação. Possíveis danos às raízes (0,05%). Não elimina completamente nematodos. Destrói quelatos.	Oxidação (ORP 750 mV). 100 ppm para <i>Fusarium</i> spp.; <i>Pythium</i> 0,005; fungos 0,01% e vírus 0,05%
Cloro		Grande eficácia. Usado na desinfecção da estufa e equipamentos	É difícil estabelecer a dose eficaz. O pH e os compostos orgânicos afetam a eficácia.	Oxidação (ORP 650 mV) 2 ppm para <i>P. cinnamomi</i>
Iodo		Eficaz contra a maioria dos fungos	Sistema pouco seguro	> 7 ppm
Ozono	0,20 – 0,35	Exige pouco espaço e tem grande eficácia (e.g. bactérias, <i>Verticillium</i> sp. e vírus: CMV, TMV, CGMMV)	Investimento elevado. Acidificação prévia (pH4), eliminação posterior do ozono e filtração preventiva. Destrói quelatos.	Oxidação. 8-10 g m ⁻³ h ⁻¹ . Pode oxidar Fe, Mn e resíduos de pesticidas. Flocula sólidos.
Hipoclorito de sódio			Não eficaz contra vírus, adiciona Na, fitotoxicidade (>50 ppm), corrosão.	
Advanced oxidation ⁵		Grande eficácia	fase experimental	H ₂ O ₂ + UV-C
Outros métodos				
Ionização Cu-Ag			Apenas para <i>Pythium</i> e <i>Phytophthora</i>	

¹Coligido e adaptado de 3, 11, 13, 33, 34, 36 e 37.

nutrientes que seriam desperdiçados. Por exemplo, considerando num cálculo muito simplificado, um gasto médio de 4000 a 6000 € ha⁻¹ em fertilizantes num CSS de 10 meses (J. Caço, comunicação pessoal) e a recuperação total da drenagem (admitindo esta como 30% da solução fornecida pela fertirrega), a economia em nutrientes poderia estimar-se em cerca de 1200 a 1800 € por ha, embora exista um conjunto de fatores que afetam o cálculo deste valor, tais como: o custo total do sistema de desinfecção, as alterações às infraestruturas existentes e os efeitos do sistema de desinfecção na composição química da drenagem, de entre outros).

Contudo, existem situações em que o cultivo pode decorrer sem problemas mesmo na ausência de desinfecção da drenagem reciclada, como por exemplo, partindo de um ambiente previamente e devidamente desinfetado, usando rigorosas medidas preventivas de infeção (e.g. através da água-doce, pessoas, materiais, equipamentos), e cultivando espécies e/ou cv. mais resistentes ou recorrendo a plantas enxertadas em porta-enxertos resistentes. Na realidade, é conhecido que a manifestação de uma doença não depende apenas da presença do agente patogénico, mas depende também da sensibilidade ou “predisposição” da planta e das condições ambientais. Assim, plantas saudáveis podem não exibir sintomas que outras, sob condições de stresse, apresentam (27).

O problema da salinização da drenagem ao longo do ciclo cultural pode ser minimizado usando água-doce de baixa EC na preparação da solução nutritiva, e de preferência água de muito

baixa EC, como a da chuva, na reconstituição da drenagem. Neste aspeto, o clima mediterrânico, com as chuvas concentradas no semestre frio, apresenta uma vantagem competitiva para os CSS realizados em estufa nesta altura do ano. Por exemplo, entre Faro e Porto, a precipitação média anual varia aproximadamente entre 500 e 1250 mm (28) isto é, existe um potencial de recolha de 5000 a 12500 m³ ha⁻¹ de água-doce de boa qualidade para utilização em CSS (Figura 2).

Repensar

Em vez da tradicional estratégia de fertirrega - manutenção de concentração iónica mais ou menos constante, que se vai alterando em função do desenvolvimento do ciclo cultural - poderá optar-se por outra estratégia de fertirrega. Por exemplo, restringindo alguns nutrientes durante determinados períodos, sem que de essa redução resulte significativo decréscimo da produtividade ou da qualidade (Quadro 4).



Figura 2
Estufas com recolha de água da chuva em charca no Algarve (estufa num produtor da O.P. Madre Fruta). A precipitação caída sobre a cobertura da estufa é conduzida pelas caleiras e canalizada para a charca.

Foto: M. Reis

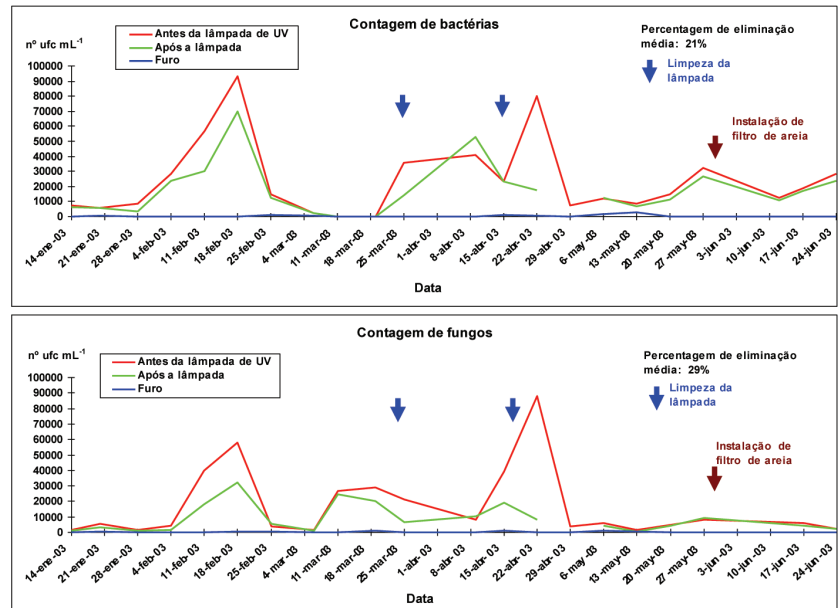


Figura 3
Contagem de microrganismos na solução recolhida imediatamente antes e depois da passagem pela lâmpada de UV, e na água-doce do furo (22)

Quadro 4

Alguns resultados¹ de diferentes estratégias em sistemas semi-fechados (A, B e C) e comparação com o sistema aberto (D) (7)

	Sistemas semifechados			Sistema aberto
	A - consumo de água compensado com nova SN (CE 2,5 dS m ⁻¹). Drenagem rejeitada se CE > 4,5 dS m ⁻¹	B - consumo compensado com água-doce. CE mantida ≈ 3,0 dS m ⁻¹ . Drenagem rejeitada se Na > 20 mmol L ⁻¹ e N < 1,0 mmol L ⁻¹	C = A, mas quando drenagem = 4,5 dS m ⁻¹ o consumo de água é compensado com água-doce para extrair todo o N da drenagem antes de a rejeitar	D
Gasto (L m ⁻²)	532c	595b	483d	1068a
Consumo plantas (L m ⁻²)	352b	343b	358ab	364a
% de drenagem	34c	43b	26d	66a
N lexiviado (g m ⁻²)	13b	0,6c	0,7c	70,7a
Produtividade (kg m ⁻²)	9,9a	9,2b	9,8a	9,9a

¹ Separação de médias ao nível de 5% (LSD).

Também o próprio sistema de cultivo pode ser questionado. Por exemplo, é conhecido que a rega por capilaridade ou subirrigação permite usar soluções nutritivas com salinidade mais alta, sem reduzir significativamente a produção (29, 8). Este sistema apresenta algumas limitações, devido à acumulação de sais na zona superior do substrato, mas poderá ser uma alternativa em algumas situações particulares de cultivo.

Pensando no cultivo em substrato com rega por capilaridade, deve referir-se que um substrato constituído por bagaço de uva compostado, colocado em sacos horizontais de 30 L de capacidade, regado por gota-a-gota, permitiu obter produções interessantes na cultura de tomate (Quadro 5). Este material apresentou características favoráveis para a sua utilização em sistema de rega por capilaridade (30) podendo, se necessário, efetuar-se a correção das suas propriedades físicas mediante mistura com materiais complementares, normalmente turfa ou fibra de coco.

Outros materiais têm demonstrado também o seu valor como substratos alternativos, inclusivamente os compostos obtidos com os próprios resíduos das culturas em estufa (31).

Quadro 5

Produtividade de tomate em substrato aquecido (17 - 18°C) em sistema semi-fechado (colheita: de 15 Março a 28 de Junho de 1999)¹ (6)

Substrato	Produtividade (kg m ⁻²)			Custo dos adubos ¹
	não comercializável	comercializável	total	
Lã-de-rocha				
1ª cultura	2,8	12,5	15,3	0,028
2ª cultura	2,6	13,2	15,8	0,026
Composto de bagaço de uva				
1ª cultura	3,4	13,3	16,7	0,026
2ª cultura	2,6	12,4	15,0	0,028

¹ valor expresso em € por kg de tomate comercializável.

No cultivo em substrato constituído ou incluindo compostos na sua formulação, observam-se alguns benefícios, nomeadamente uma maior resistência das plantas às doenças do solo, resultante, em parte, de mecanismos de supressividade desenvolvidos nestes materiais. A observação de processos de supressividade também em lâ-de-rocha ocorreu no final do séc. XX (32). Como consequência, tem-se desenvolvido a aplicação de microrganismos antagonistas em meios tradicionais inertes, e até tendencialmente "assépticos",

como a lâ-de-rocha, ou ainda uma alternativa potencialmente mais interessante do ponto de vista económico para os produtores, que é a promoção das populações naturais com efeito no controlo de doenças de solo, pois esta situação não apresenta as exigências legais inerentes à aplicação de agentes de controlo biológico.

Ao CSS tem sido associado um elevado nível de desinfeção, nomeadamente nos sistemas com substratos de cultivo inertes. Contudo, estas condições são também

propícias à rápida proliferação de alguns patógenos em caso de infecção. Este facto aliado à observação de supressividade em substratos inertes ou mesmo em cultivo hidropónico, incentivou o estudo e o desenvolvimento da promoção da microflora benéfica em detrimento da manutenção de um elevado nível de desinfeção. Neste sentido, a opção por sistemas de desinfeção menos drásticos, isto é, que permitam a sobrevivência de um elevado número de bactérias aeróbias, como é o caso do sistema de desinfeção por filtração lenta, é uma alternativa interessante para o controlo das doenças provocadas por patógenos como *Phythem* spp. ou *Phytophthora* spp.

Possuindo muitos dos produtos compostos uma natural capacidade supressiva para doenças do solo, seria natural a sua maior utilização como substratos de cultivo. Além disso, após a sua utilização, possível durante vários ciclos de cultivo, estes materiais podem ser reutilizados como corretivos em culturas no solo.

Como já anteriormente referido, a expressão das doenças nas plantas depende também da sensibilidade da planta, pelo que o emprego de plantas enxertadas em porta-enxertos resistentes pode ser uma alternativa viável à desinfeção da drenagem a reciclar.

Em síntese, a aplicação da política dos R's aos CSS implica a aplicação de determinados procedimentos, dos quais se resumem os principais no **Quadro 6**.

CONCLUSÕES

No CSS, em oposição à rejeição da drenagem, que origina um forte impacto ambiental negativo, deve-se promover a sua valorização por duas formas principais: incorporando-a total ou parcialmente no fabrico de nova solução de rega ou empregando-a na rega de outras culturas.

Conforme a solução adoptada, justificar-se-á ou não a existência de um sistema de desinfeção adequado. Aliás, este pode ser desejável mesmo para a desinfeção da água-doce utilizada na rega, quando esta é recebida já microbiologicamente contaminada.

A recolha da água da chuva deveria ser estimulada, tanto mais que as estufas metálicas são dotadas de calhas de recolha das águas pluviais que facilitam esta operação, e o mais importante período produtivo é o semestre em que habitualmente chove mais. ■

Quadro 6

Medidas para reduzir e valorizar a drenagem em CSS

Políticas	Medidas
Reduzir	Mais monitorização – ajuste mais frequente da solução nutritiva; Melhor controlo da rega; Alteração da estratégia de fertirrega; Uso de água de melhor qualidade (e.g.: da chuva).
Reutilizar	A drenagem na rega de outras culturas: – em estufa; – ao ar livre (hortícolas, fruteiras, arvenses, zonas verdes).
Reciclar	A drenagem em nova solução nutritiva.
Repensar	A forma de regar (e.g.: método, frequência, duração); O sistema de cultivo (e.g. recipientes, substratos); A concentração da solução nutritiva (e.g.: reduzir); O método de desinfeção (e.g.: filtração lenta); A introdução e/ou promoção de microrganismos antagonistas; As plantas a cultivar (e.g.: com maior resistência às doenças).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Diretiva Nitratos-91/676/EEC) e das águas superficiais. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1991:375:0001:0008:PT:PDF>.
- WFD- Diretiva-Quadro 2000/60/EC. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:PT:PDF>.
- María, O. 2000. La recirculación en los cultivos sin suelo. Elementos básicos. In: *Recirculación en cultivos sin suelo*. Compendios de Horticultura 14. Ediciones de Horticultura, S.L. Reus, Barcelona, p. 21-27.
- Morard, P. (1995). *Les cultures vegetales hors sol*. Ed. SARL Publications Agricoles. Agen. D., França, 304 pp.
- María, O. (2001). *Utilización eficiente de los fertilizantes en cultivo intensivo hidropónico en circuito cerrado*. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries, Cabrls, Espanha. www.virtual.chapingo.mx/dona/paginaIntAgronomia/fertiberia.pdf.
- PAMAF 6156 (2000) *Relatório final do Projeto Reutilização dos efluentes e substratos alternativos em culturas sem solo de tomate em estufa*. www.drapalg.min-agricultura.pt/downloads/projetos/Culturas%20sem%20solo/PAMAF%206156%20-%20Relatorio.pdf.
- Pardossi, A., Incrocci, L., Massa, D., Carmassi, G. e Maggini, R. (2009). The influence of fertigation strategies on water and nutrient efficiency of tomato grown in closed soilless culture with saline water. *Acta Hort.* (ISHS), 807: 445-450.
- Montesano, F., Parente, A. e Santamaria, P. (2010). Closed cycle subirrigation with low concentration nutrient solution can be used for soilless tomato production in saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 124: 338-344.
- Van Os, E.A. (2010). Disease management in soilless culture systems. *Acta Hort.* (ISHS), 883: 385-393.
- Van Kooten, O., Heuvelink, E. e Stanghellini, C. 2008. New developments in greenhouse technology can mitigate the water shortage problem of the 21st century. *Acta Hort.* (ISHS) 767:45-52
- Smee, J. (2009). Zany Vision or Critical Solution? Urban Greenhouses Aim to Help Cities Combat Climate Change. www.spiegel.de/international/europe/zany-vision-or-critical-solution-urban-greenhouses-aim-to-help-cities-combat-climate-change-a665236.html.
- Urrestarazu, M. (2004). *Tratado de cultivo sin suelo*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 914 pp.
- Hemming, S. (2010). *Intelligent water use in agriculture – trends in Dutch research*. Public Workshop, 20th August, UWS Hawkesbury, Australia. Disponível em: <http://edepot.wur.nl/158305>. Acesso em 2013.07.07.
- Pardossi, A. (2011). Fertigation management in greenhouse hydroponics. Euphoros Workshop, 28 de junho, Szentes, Hungria. www.wageningenur.nl/upload_mm/1/c/f/26821c36-eb95-4fcb-9dbb-d6c51639a253_Alberto_Pardossi_English_version.pdf.
- Victoria, N.G, Kempkes, F., Hernandez, J.C.L., Romero, E.J.B., Incrocci, L. e Pardossi, A. (2012). Evaluation trials of potential input reducing developments in 3 test locations. *Project: KBBE-2007-1-2-04. EUPHOROS - Efficient Use of Inputs in Protected Horticulture*. Deliverable n° 19.
- Van Widen. (1988). Soilless culture technique and its relation to the greenhouse climate. *Acta Hort.* (ISHS), 229: 125-132.
- Pardossi, A., Carmassi, G., Incrocci, L., Maggini, R. e Massa, D. (2011). Fertigation and substrate management in closed soilless culture. *Project: KBBE-2007-1-2-04. EUPHOROS - Efficient Use of Inputs in Protected Horticulture*. Deliverable n° 15.
- Pardossi, A. e Incrocci, L. (2012). Closed systems for soilless culture. www.fundacionajamar.com/public/static/contenidosTiny/www/agroalimentaria/seminarios/2011-2012/sta04/04_STA04_WP.pdf.
- Park, W.M., Lee, G.P, Ryu, K.H. e Park, K.W. (1999). Transmission of tobacco mosaic virus in recirculating hydroponic system. *Scientia Horticulturae*, 79: 217-226.
- Ehret, D.L., Alsanius, B.W., Wohanka, W., Menzies, J. e Utkhed, R.S. (2001). Disinfestation of recirculating nutrient solutions in greenhouse horticulture. *Agronomie*, 21: 323-339.
- Cunill i Prado, C. (2000). Recombinación de soluciones nutritivas. In: *Recirculación en cultivos sin suelo*, Compendios de Horticultura 14, Ediciones de Horticultura, S.L., Reus, p. 29-38.
- AGRO 197 (2005). *Cultura sem solo com reutilização dos efluentes, em estufa com controlo ambiental melhorado*. Relatório final do projeto n° 197 da Ação 8.1 DE&D, Medida 8 do Programa AGRO. www.drapalg.min-agricultura.pt/downloads/projetos/Projeto%20%20AGRO-197/AGRO%20197%20-%20Relat%20Final.pdf.
- Reis, M., Beltrão, J., Brito, J., Monteiro, A., Costa, J., Oliveira, P., Rosa, A., Caço, J., Pereira, J., Caneira, R. e Rodrigues, A. (2002). Reutilização dos efluentes e substratos alternativos em cultura sem solo de tomate em estufa. In: Livro de resumos das "VI Jornadas de Sustratos de la Sociedade Espanhola de Ciências Hortícolas". Escola Superior de Agricultura de Barcelona, de 20 a 22 de novembro.
- Molitor, H.D e Fischer, M. (1988). Stock plant cultivation in rockwool with and without recycling the nutriente solution. *Proc. ISOSC*: 323-333.
- Nederhoff, E. (1999). Quality of source water for soilless culture. *Commercial Grower* 54, 10: 42-43.
- Jeannequin, B e Fabre, R. (1998). Pilotage de la fertigation de la tomate à drainage recyclé. *PHM-Rev. Hort.*, 396: 17-20.
- Alabouvette, C., Rouxel F. e Lovet, J. (1979). Characteristics of Fusarium wilt suppressive soils and prospects for their utilization in biological control. In: *Soilborne Plant Pathogens*. R. Schippers e W. Gams (eds.). Academia Press, Londres, 686 pp.
- Instituto de Meteorologia (2012). Normais Climatológicas 1971-2000. www.meteo.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/008/.
- Incrocci, L., Malorgio, F., Della Bartola, A. e Pardossi, A. (2006). The influence of drip irrigation or subirrigation on tomato grown in closed-loop substrate culture with saline water. *Scientia Horticulturae*, 107: 365-372.
- Sant, D., Casanova, E., Segarra, G., Avilés, M., Reis, M e Trillas.M.I.A. (2010). Effect of *Trichoderma asperellum* strain T34 on Fusarium wilt and water. *Biological Control*, 53: 291-296.
- Urrestarazu, M., Salas, M.C., Padilla, M.I., Moreno, J., Elorrieta, M.A. e Carrasco, G.A. (2001). Evaluation of diferent composts from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soilless cropping. *Acta Hort.* (ISHS), 549:147-152.
- Postma, J., Willemsen-de Klein, M.J.E.I.M. e van Elsas, J.D. (2000). Effect of the indigenous microflora on the development of roots and crown rot caused by *Pythium aphanidermatum* in cucumber grown on rockwool. *Phytopathology*, 90: 125-133.
- Bergstrand, K.-J.I. (2009). *Variables limiting efficacy of slow filters integrated into closed hydroponic growing systems*. Dissertação de doutoramento. Faculty of Agriculture, Horticulture and Landscape Planning, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Suécia, 42 pp.
- Runia, W.T. (1994). Disinfection of recirculating water from closed cultivation systems with ozone. *Acta Hort.* (ISHS), 361: 388-396.
- Newman, S.E. (2004). Disinfecting irrigation water for disease management. 20th Annual Conference on Pest Management on Ornamentals, SAF, San Jose California. 10 pp.
- Martinez, F., Castillo, S. Carmona, E. e Avilés, M. (2010). Dissemination of *Phytophthora cactorum*, cause of crown rot in strawberry, in open and closed soilless growing systems and the potential for control using slow sand filtration. *Scientia Horticulturae*, 125: 756-760.
- Runia, W.T. (1995). A Review of possibilities of disinfection of recirculating water from soilless cultures. *Acta Hort.* (ISHS), 382: 221-229.

