



Substratos para o cultivo de pequenos frutos

Mário Reis
Universidade do Algarve, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Gambelas, 8005-139 Faro, mreis@ualg.pt

RESUMO

Numerosos materiais podem ser usados como suporte de cultivo das plantas, em alternativa ao cultivo no solo, ou seja como substratos. Os resultados obtidos com o cultivo em substratos dependem não só das suas características físico-químicas, mas também da espécie cultivada, da forma como se rega, do volume e geometria do vaso, e das condições ambientais de cultivo, isto é, não existe um material melhor em todas as situações de cultivo. Por isso, além de ser importante conhecer previamente as características de cada produto disponível, é aconselhável a sua experimentação no contexto de cultivo, o que pode economizar tempo e dinheiro.

O cultivo sem solo apresenta vantagens, de natureza técnica, económica e ambiental, que justificaram a sua crescente adopção. De entre os sistemas de cultivo sem solo existentes, o cultivo em substratos, talvez pelas semelhanças com o tradicional cultivo no solo, mas também, sem dúvida, por características próprias destes sistemas, é o aplicado normalmente no cultivo de pequenos frutos. Neste trabalho abordam-se, de forma sucinta, as características que os substratos de cultivo devem apresentar, assim como outros factores que determinam os resultados obtidos com os diferentes produtos disponíveis.

Do ponto de vista técnico, destacam-se como características relevantes: a estabilidade, a homogeneidade, e o equilíbrio entre a capacidade de retenção de água e de ar. Habitualmente, são referidas ainda outras características físico-químicas dos substratos, como pH, condutividade eléctrica, densidade, capacidade de troca catiónica, ou o teor em nutrientes, as quais, embora importantes, podem normalmente ser corrigidas ou ultrapassadas, quer previamente à utilização dos substratos (e.g.: a correcção do pH), quer durante o cultivo, através da tecnologia seguida (e.g.: pela formulação da solução nutritiva).

A estabilidade do substrato, ou seja a sua resistência à degradação física, durante o período previsto para o cultivo é essencial. Uma acentuada ou prematura degradação do substrato altera o tamanho das partículas que o constituem, modificando as propriedades físicas iniciais, devido à variação da distribuição relativa da macro e da microporosidade, que condicionam o arejamento e a retenção de água, respectivamente. Esta alteração da porosidade, resulta do desaparecimento das partículas muito finas, por decomposição e/ou arraste pela rega, e da fragmentação das partículas maiores. A curto prazo pode



Figura 1. Substratos à base de fibra de coco, aplicados em dois recipientes diferentes, em saco (esquerda) e em bolsa plástica NGS® (Foto: Mário Reis).

ocorrer um aumento transitório do arejamento do meio, em resultado do desaparecimento da fracção mais fina, mas a médio e longo prazo a tendência é de redução do tamanho médio das partículas, com o aumento relativo da microporosidade, provocando a redução do arejamento e o aumento da retenção de água. Para uma cultura que permaneça no seu recipiente durante vários anos, a resistência à degradação física é uma característica mais importante do que para uma espécie cultivada apenas durante um ano ou menos. Por isso, para cultivar mirtilo a estabilidade física do substrato deve ser maior do que para morango ou framboesa. A relação entre macro e microporosidade num substrato condiciona a quantidade de água retida a diferentes tensões, o que determina a facilidade de essa água ser extraída pelas plantas. Por esta razão, a água que fica no substrato, após a drenagem que se segue a cada rega, é classificada em: água facilmente assimilável, água dificilmente assimilável, água de reserva, constituindo o somatório destas fracções a água total do substrato. A porosidade, além de influenciar a capacidade de armazenar e de disponibilizar água às plantas, determina ainda o arejamento das raízes, factor que influi na absorção de nutrientes e na resistência das plantas às doenças de solo. Habitualmente, é recomendado que, após a drenagem, o substrato disponha de cerca de 20 a 30 % de ar (em volume) e outro tanto de água facilmente utilizável (Quadro 1), mas produtos que se afastem desta norma podem ainda ser usados com sucesso, com as necessárias adaptações técnicas, nomeadamente a nível da rega

e do tipo de recipiente. Se a relação ar/ água no substrato após a rega não for a mais adequada, existe – dentro de certos limites – a possibilidade de ajustar a frequência e dotação de rega para tentar alcançar as condições ideais de humidade no substrato: nem demasiado húmido e mal arejado; nem com pouca água utilizável pelas plantas, embora eventualmente bem arejado. A porosidade do meio é alterada pela progressiva degradação do substrato mas também pela acumulação de raízes. Por isso, haverá sempre uma inevitável alteração das características físicas iniciais do substrato durante o cultivo, tanto maior quanto mais longo o ciclo cultural. Outro aspecto importante num substrato é a sua homogeneidade, tanto num dado lote do produto como entre lotes diferentes. Elevada homogeneidade é essencial para se poder manter a frequência e a dotação de rega habituais, bem como um determinado plano de fertilização. A homogeneidade num substrato é assegurada pela selecção e preparação da matéria-prima ou dos materiais que integram uma mistura. A mistura de diferentes componentes na formulação de um substrato permite aproveitar as suas características complementares, e reduzir as possíveis diferenças entre lotes do substrato final no caso (indesejado) algum dos componentes apresentar ligeira variação da suas características habituais. De forma simplificada, pode afirmar-se que o melhor substrato é aquele com que se consegue a maior produtividade, da qualidade desejada, ao custo mais baixo. Naturalmente, este

Quadro 1. Exemplo de valores recomendados para as propriedades físicas dos substratos.

Variável	Valor óptimo (% v/v)
Espaço poroso total	> 85
Capacidade de ar	20 a 30/ 10 a 45
Água facilmente utilizável	20 a 30
Água de reserva	4 a 10
Água total	24 a 40
Contração do volume após secagem	< 30
Granulometria	0,25 a 2,5 mm
valor mínimo	0,5 a 1 mm
Densidade	< 0,4

Fonte: De Boodt & Verdock, 1972; Raviv *et al.*, 1986; Berjón *et al.*, 2004

custo deve incluir não só o preço de aquisição mas também os encargos com as alterações técnicas no cultivo necessárias para alcançar os resultados desejados. Por exemplo, pode suceder que para usar um substrato mais barato seja necessário usar um maior volume para se obter o mesmo desenvolvimento de uma cultura. Este maior volume de substrato irá necessitar de um recipiente maior, de mais tempo de enchimento dos recipientes, etc. mas, no final, pode verificar-se – ou não – ser uma opção mais económica do que o uso de outro substrato mais caro. Para obter esta resposta há que experimentar produtos, condições de cultivo, ... e fazer as contas. Recomenda-se que os produtos a usar como substratos apresentem determinadas características, mas na prática os resultados obtidos podem variar de acordo com a tecnologia seguida e as condições climáticas. De entre estes aspectos pode destacar-se: o tipo de recipiente, a forma como se rega, e o controlo ambiental.

O tipo de recipiente, nomeadamente o seu volume e geometria, além de limitar a quantidade de água e de nutrientes (Figura 1), e a temperatura atingida no substrato, influi também na distribuição relativa da água e do ar no substrato. Por isso, um dado substrato pode apresentar distinto comportamento em cultivo, consoante o tipo de recipiente usado. Por exemplo, um mesmo volume de um dado substrato, colocado num recipiente mais alto, proporciona um meio mais arejado e retém menos água do que se for colocado num recipiente mais baixo (Figura 2). A forma como se rega é muito importante devido ao reduzido volume do recipiente para exploração pelas raízes, quando comparado com o volume que a planta dispõe no solo, e também porque a duração de cada rega é muito curta, condições que acentuam a necessidade de elevado rigor na distribuição da água. Por isso, é fundamental o correcto dimensionamento do sistema de rega, a qualidade dos componentes do sistema de rega (e.g.: gotejadores), a formulação



Figura 2. Nas esponjas A, B e C que simulam substratos, é visível que após saturação e drenagem, a zona onde a água fica retida nos poros (faixa mais secura na zona inferior das esponjas) é sensivelmente idêntica em altura, o que faz com que, da esquerda para a direita, estas retenham, em volume, maior percentagem de água e menor arejamento (Foto: Mário Reis).

da solução nutritiva, a dotação e frequência da rega, e o controlo e manutenção do sistema. Diferentes condições climáticas determinam diferente resposta fisiológica das plantas, o que exige diferentes formas de regar. Por outro lado, a dotação e a frequência de rega, podem ser optimizadas em função do tipo de substrato, e do volume e geometria do recipiente. Ao regar, não interessa apenas o número de regas e a quantidade de água aplicada em cada rega. É igualmente importante assegurar a sua homogênea distribuição no substrato pois, sobretudo nos orgânicos, a água tende a formar zonas preferenciais de infiltração, o que pode criar grandes diferenças de humidade, mesmo em vasos relativamente pequenos como são os habitualmente usados no cultivo da framboesa. Por isso, usar mais do que um gotejador por vaso melhora a uniformidade da humidade no substrato, com reflexo positivo no desenvolvimento plantas. Isto é particularmente importante no cultivo do mirtilo, pois a água absorvida pela raiz não é uniformemente distribuída na planta, devendo

por isso procurar-se regar o máximo da zona radical, caso contrário os ramos do lado da planta cujas raízes não são regadas não crescem ou podem morrer (Gough, 1984; Shelton e Freeman, 1989). Obviamente, é necessário também ter em conta as exigências de cada espécie, ou mesmo da variedade ou cultivar. Neste âmbito, destaca-se a sensibilidade ao excesso de humidade e ao arejamento, e à sua salinidade. Conforme a planta a cultivar, assim o substrato deverá favorecer a retenção de água ou o arejamento, não esquecendo que, como anteriormente referido, a forma do recipiente irá também condicionar esta relação. No caso do mirtilo, a

maioria dos híbridos cultivados provêm de espécies americanas cuja evolução se deu em solos alagados (Fonseca e Oliveira, 2007), sendo por isso de admitir que, para esta espécie, um substrato menos arejado possa, ainda assim, não dar um resultado tão mau como com outras espécies, como o morango, bastante sensível a doenças de solo. Quanto à salinidade, é conhecida a maior tolerância e menor sensibilidade da framboesa, por exemplo em relação ao morango, o que permite ou obriga a usar substratos e/ou soluções nutritivas distintas. O estabelecimento de micorrizas é benéfico para as plantas, e no mirtilo é particularmente importante pois as suas

Quadro 2. Problemas associados a pH excessivo.

Problema	pH baixo	pH elevado
Tóxicidade	Fe, Mn, Zn, Cu	
Deficiência	Ca, Mg	Fe, Mn, Zn, Cu, B
Sensibilidade	NH ₄	
Lexiviação	PO ₄	

(Fonte: Bailey et al., 2007b)

raízes não apresentam pêlos radiculares. Por isso, os substratos ricos em matéria orgânica, com elevada actividade microbiológica, como sucede com muitos compostos, são favoráveis ao estabelecimento natural de micorrizas, o que os torna componentes particularmente interessantes na preparação de substratos para esta espécie. As condições climáticas do local de cultivo podem influir na escolha do binómio substrato/vaso, pois condicionam a evaporação da água do substrato, a evapotranspiração da planta e a temperatura no substrato. A evaporação a partir do substrato pode ajudar a reduzir a sua temperatura superficial. Vasos em terracota,

cuja superfície pudesse ser mantida húmida poderiam contribuir para reduzir ligeiramente a temperatura do substrato, aspecto particularmente importante no mirtilo, espécie em que o crescimento das raízes para acima dos 22°C (Fonseca e Oliveira, 2007), mas são menos práticos de usar. Um maior volume de substrato, além de aumentar a reserva de água e nutrientes, aumenta a inércia térmica, factor positivo tanto em tempo frio como quente. Os valores de pH e de condutividade eléctrica do substrato podem ser naturalmente adequados à cultura ou haver necessidade de correção (Quadro 2). O pH é elevado ou reduzido usando os produtos habituais, e também

em certa extensão através da formulação da solução nutritiva. Para o cultivo de morango ou framboesa indicam-se valores de pH óptimos entre 6,2 e 6,5, e mais baixos para o mirtilo, entre 4,2 e 4,8 (Pritts, s.d.). Na formulação de um substrato, podem escolher-se materiais que apresentem valores aceitáveis de condutividade eléctrica em função da cultura a realizar. Alguns compostos de resíduos orgânicos podem apresentar condutividade elevada o que pode limitar a sua incorporação numa mistura. São recomendados valores de nutrientes no substrato (Quadro 3), mas a solução nutritiva pode ser suficiente para fornecer os nutrientes necessários às plantas. Em qualquer caso,

para comprovar as adequadas condições de desenvolvimento das plantas num dado substrato pode, além de se avaliar o aspecto da planta, determinar-se os teores foliares de nutrientes (Quadro 4). No caso do mirtilo, devido à sua evolução em solos alagados, a planta desenvolveu elevada tolerância ao manganês, o que a diferencia do morango e da framboesa, e faz com que possa apresentar valores mais elevados deste elemento. Numa perspectiva económica e ambiental, a recuperação de resíduos de origem local, sobretudo de origem agrícola ou florestal, na preparação de substratos hortícolas deveria ser estimulada, evitando-se a utilização de produtos fabricados especificamente com este objectivo ou importados. São bons exemplos de utilização de resíduos como substratos: a casca de pinheiro, a casca de arroz ou as fibras mais curtas da casca do coco. Estes materiais obtiveram elevado sucesso, em diferentes contextos geográficos e sistemas de produção, mas muitos outros têm sido testados e o seu valor comprovado. Contudo, nem sempre se tem conseguido fazer vingar novos materiais por diversas razões, como a irregularidade da sua disponibilidade, uma oferta muito localizada, a falta de garantia de homogeneidade, a necessidade de alterações do sistema de cultivo habitual das empresas, ou apenas por insuficiente divulgação dos resultados experimentais alcançados. Uma nota relativa à não admissão do cultivo em substrato no Modo de Produção Biológico (MPB), conforme estabelece o Regulamento CE nº 889/2008 de 5 de Setembro de 2008), embora com excepções: em quatro países do

Norte da Europa onde o cultivo em substrato já existia antes da elaboração da legislação (EGTOP, 2013); e para algumas formas de produção, como viveiros, plantas comercializadas no próprio vaso ou as plantas jovens comercializadas como forragem hidropónica. Na realidade o Reg. 889/2008 apenas proíbe, de forma objectiva, o cultivo hidropónico, no nº 4 do seu preâmbulo: *... a produção hidropónica, segundo a qual as plantas se desenvolvem num meio inerte com nutrientes e minerais solúveis, não deve ser permitida.* Mas, como cultivo hidropónico é claramente definido neste mesmo Regulamento, na alínea g) do artº 2, como sendo o: *método de produção vegetal segundo o qual as plantas se desenvolvem com as raízes apenas numa solução de nutrientes minerais ou num meio inerte, tal como a perlite, a gravilha ou a lã mineral, ao qual é adicionada uma solução de nutrientes*, isto significa que em MPB não é proibido o cultivo em substratos orgânicos, como a fibra de coco, turfa, casca de pinheiro e outros. Infelizmente, o início do mesmo ponto nº 4 do preâmbulo, refere que: *A produção vegetal biológica baseia-se na nutrição das plantas essencialmente através do ecossistema solo...*, o que condiciona apenas ao solo as culturas em MPB. Não deixa de ser peculiar a formulação da lei: *nutrição das plantas essencialmente através do ecossistema solo*, pois em termos práticos, a fertilidade do solo para agricultura resulta sempre do que lhe é fornecido (e.g.: estrumes, compostos, siderações) e das interações com o ecossistema que nele se desenvolve. Ora, idêntica situação ocorre no cultivo em

Quadro 3. Exemplos de valores recomendados para as características físico-químicas de substratos.

Variável	Valor óptimo
Condutividade eléctrica	0,75 a 2 dS.m ⁻¹
pH	5,2 a 6,3
Relação C/N	20 a 40
Matéria orgânica total	> 80 % (p/p)
Nutrientes assimiláveis (mg.kg⁻¹)	
Azoto nítrico	100 a 200
Azoto amoniacal	0 a 20
Potássio (K)	150 a 250
Fósforo (P)	6 a 10
Magnésio (Mg)	> 70
Cálcio (Ca)	> 200
Ferro (Fe)	0,3 a 3
Manganês (Mn)	0,02 a 3
Molibdénio (Mo)	0,01 a 0,1
Zinco (Zn)	0,3 a 3
Cobre (Cu)	0,001 a 0,5
Boro (B)	0,05 a 0,5

Fonte: Berjon et al., 2004

substrato, onde a fertilização é assegurada pelos produtos que se incluem no substrato ou na água de rega – os quais podem ser exactamente os mesmos que se aplicam ao solo (e.g.: extractos de composto, fertilizantes à base de produtos naturais). Além disso, tal como num solo, estabelece-se no substrato um ecossistema próprio, com microrganismos responsáveis por aspectos tão importantes para as plantas como a protecção contra doenças do solo ou o estabelecimento de micorrizas.

Esta limitação legal é ainda mais absurda porque o cultivo em substrato apresenta maior eficiência de utilização de água e de fertilizantes; pode-se cultivar em substratos orgânicos à base de compostos de resíduos orgânicos, beneficiando dos nutrientes neles contidos e das populações microbianas que os colonizam; e proporciona uma poupança de energia, máquinas e materiais (e.g.: mobilização do solo e controlo de infestantes). Ou seja, o cultivo em substrato apresenta – e em maior extensão – benefícios

ambientais e ecológicos, em que assenta o MPB (artº 3, do Regulamento CE nº 834/2007), mas não é admitido neste modo de produção. Esta situação é penalizante para os produtores, pois lhes veda um importante e crescente mercado. Pelo exposto, pode concluir-se que um elevado número de produtos pode ser usado com sucesso no cultivo de pequenos frutos, não existindo um único substrato ideal em todos os contextos de cultivo. Uns substratos apresentam características mais fáceis

de controlar ou com maior resistência ao desequilíbrio, outros exigem mais atenção e controlo para conseguir manter condições nas raízes adequadas ao melhor desenvolvimento das plantas. Assim, também na utilização dos substratos se pode aplicar o princípio de que a generalização conduz facilmente ao erro, sendo fundamental uma experimentação séria e metódica para estabelecer as tecnologias mais adequadas a cada planta, condições ambientais e tipo de produto desejado. ♀

Quadro 4. Níveis de referência para os teores de nutrientes nas folhas (quantidade de macronutrientes expressa em % e a de micronutrientes em mg.kg⁻¹).

	Morango		Framboesa		Mirtilo	
	crítico	normal	crítico	normal	crítico	normal
Azoto (N)	1,9%	2 – 2,8%	1,9%	2 – 2,8%	1,7%	1,7 – 2,1%
Fósforo (P)	0,2	0,25 – 0,4	0,2	0,25 – 0,4	0,08	0,1 – 0,4
Potássio (K)	1,3	1,5 – 2,5	1,3	1,5 – 2,5	0,35	0,4 – 0,65
Cálcio (Ca)	0,5	0,7 – 1,7	0,5	0,7 – 1,7	0,13	0,3 – 0,8
Magnésio (Mg)	0,25	0,3 – 0,5	0,25	0,3 – 0,5	0,1	0,15 – 0,3
Boro (B)	23 ppm	30 -70 ppm	23 ppm	30 -70 ppm	20 ppm	30 a 70 ppm
Manganês (Mn)	35	50 – 200	35	50 – 200	25	50 -350
Ferro (Fe)	40	60 – 250	40	60 – 250	60	60 – 200
Cobre (Cu)	3	6 – 20	3	6 – 20	5	5 – 20
Zinco (Zn)	10	20 – 50	10	20 – 50	8	8 – 30

Fonte: Pritts, M. (sd)

BIBLIOGRAFIA

- Berjón, M.A., Noguera, P. & Carrión, C. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. In Gavilán, M.U., 2004. *Tratado de Cultivo Sin Suelo*. Ed. Mundi-Prensa. 3ª Ed.:113-158
- Bailey, D.A., Nelson, P.V., Fonteno, W.C., Lee, Ji-Weon & Huang, Jin-Sheng. 2007b. Plug pH pandect. Greenhouse Substrates and Fertilization Department of Horticultural Science, NCSU, acedido em 12/07/07.
- De Boodt, M. & O. Verdonck. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, 26:37-44.
- EGTOP, 2013. Final Report On Greenhouse Production (Protected Cropping). European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, Directorate H. Sustainability and Quality of Agriculture and Rural Development, H.3. Organic farming. Disponível em https://ec.europa.eu/agriculture/organic/sites/orgfarming/files/docs/body/final_report_eg-top_on_greenhouse_production_en.pdf, acedido em 3/05/17.
- Fonseca, L., L. & Oliveira, P. B. 2007. A Planta do Mirtilo: Morfologia e fisiologia. *Divulgação Agro* 556, 2, 24p. Disponível em http://www.iniav.pt/fotos/gca/2_a_planta_de_mirtilo_morfologia_e_fisiologia_1369130315.pdf, acedido em 3/05/17.
- Gough, R. E. 1984. Split-root fertilizer application to Highbush blueberry plants. *HortScience*, 19: 415-416.
- Pritts, M. (sd). Chapter 6 - Interpreting Foliar Analysis Results. Cornell University. Disponível em <http://www.fruit.cornell.edu/berry/production/soilnutrientmgmt/pdfs/Chapter6.pdf>, acedido em 3/05/17.
- Raviv, M., Chen, Y. & Inbar, Y. 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants, p. 257-287. In: *The role of organic matter in modern agriculture*. Y. Chen e Y. Avnimelech (eds.). Martinus Nijhoff Publishers, The Hague.
- Shelton, L. L. e Freeman, B. 1989. Blueberry cultural practices in Australia. *Acta Horticulturae*, 241: 250-253.