

Aspectos técnicos e ambientais da produção de hortaliças de fruto em sistemas “abertos” e “fechados” de cultivo em substrato

Roberta Peil /PPGSPAF/ Depto de Fitotecnia/ FAEM/ Universidade Federal de Pelotas

Chaiane Signorini / PPGSPAF/ Depto de Fitotecnia/ FAEM/ Universidade Federal de Pelotas

1. Introdução

A área destinada à produção de hortaliças de fruto (principalmente o tomateiro, o pepineiro, o pimentão e o morangueiro) em substratos tem aumentado significativamente nos últimos dez anos no sul do Brasil. Atualmente, estima-se que 100% da produção de morangos do Município de Bom Princípio e 60% da produção do Município de Feliz advêm do cultivo em substrato.

As razões que impulsionam o aumento do cultivo em substratos se referem à otimização da mão de obra, ao maior potencial produtivo por unidade de área, à redução do uso de agrotóxicos, à diminuição dos custos de implantação da cultura a partir do segundo ano e ao aumento da produtividade e da qualidade dos frutos.

Do ponto de vista de drenagem da solução nutritiva lixiviada, podem ser caracterizados dois tipos de sistemas de cultivo em substrato: o sistema ‘aberto’ e o sistema ‘fechado’.

No cultivo em sistema aberto, a solução nutritiva drenada é liberada diretamente no solo (Figura 1). Este sistema representa a grande maioria dos cultivos comerciais de morango e, praticamente, a totalidade da produção das demais hortaliças de fruto. Causa sérias consequências ambientais, podendo salinizar o solo, contaminar o lençol freático e fontes de água. Além disso, ocasiona o desperdício de água e fertilizantes.



Figura 1: Produção de tomate salada (A), de pimentão (B), de pepino de conserva (C) e de morangueiro (D) em sistemas abertos de cultivo em substrato. Fotos: R. Peil

O cultivo em sistema fechado promove a coleta e a recirculação da solução nutritiva drenada (Figura 2) sendo, portanto, mais complexo e, assim, exigindo maior conhecimento

técnico para o manejo. Por outro lado, representa um baixo impacto ambiental e diminui de forma significativa o gasto de água e de fertilizantes.

A região sul do Rio Grande do Sul foi pioneira no desenvolvimento do sistema fechado para a produção comercial de morangos. Através de uma parceria entre o produtor Sr. Alvacir Neushrank, a EMATER Municipal de Turuçu, a Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e a Embrapa Clima Temperado, técnicas e conhecimentos desenvolvidos pela pesquisa foram adaptados para a produção comercial desde o ano de 2013. Atualmente, tem-se o conhecimento da existência de mais de 15 produtores trabalhando em sistema fechado na região sul do estado.

Nas regiões do Vale do Rio Caí e da Serra Gaúcha, o avanço na área cultivada com as demais hortaliças de fruto em substrato tem sido notável. Vários agricultores relatam o cultivo de 8.000 a 10.000 plantas de tomate e/ou pimentão em substrato. Os sistemas abertos são, invariavelmente, adotados. Além do morangueiro, outras hortaliças têm sido pesquisadas em sistemas fechados de cultivo na UFPEL. Porém, a adoção comercial desta modalidade de produção ainda não ocorreu. Possivelmente, isso se deve à inexistência da produção dessas hortaliças em substrato na região sul do estado, o que dificulta a divulgação da tecnologia.

O conteúdo deste trabalho visa comparar aspectos técnicos e ambientais dos sistemas de cultivo em substrato para hortaliças de fruto.



Figura 2: Sistemas fechados de cultivo em substrato: tomateiro em vasos (A); pepineiro (B) e morangueiro em calhas (C, D). Fotos: F. Carini (A); C. Neutzling (B); R. Peil (C, D).

2. Caracterização dos sistemas abertos

Os recipientes adotados variam em função da cultura e da disponibilidade de recursos. Para o tomateiro e o pimentão, é comum o emprego de vasos com capacidade para oito litros (Figura 1 A, B), preenchidos com substrato de fibra de coco, substrato comercial ou misturas preparadas com casca de arroz carbonizada (CAC) e composto orgânico (CO) comercial na proporção de 50%. Normalmente, para estas culturas, se fornece solução nutritiva em todos os

turnos de irrigação. Alguns produtores empregam o sistema de calhas, no qual o substrato é depositado diretamente no interior de um canal (“calha”) que pode ser confeccionado de plástico. Este sistema, empregando a mistura CAC + CO como substrato, é o mais adotado para o pepineiro conserva por agricultores familiares do Vale do Caí (Figura 1C).

O sistema de cultivo em substrato mais empregado para o morangueiro caracteriza-se pelo uso de “travesseiros plásticos” ou *slabs* com dimensões que variam de 1,0 a 1,5 m de comprimento, 0,25 a 0,30 m de largura e 0,15 a 0,20 m de altura (Figura 1D). Os *slabs* são dispostos em bancadas elevadas do solo. Existem produtores que cultivam o morangueiro no sistema de calhas. Recomenda-se o volume médio de substrato equivalente a 6 litros planta⁻¹. A maioria dos produtores utiliza a mistura de CAC + CO numa proporção que varia entre 30 e 50%. Sendo o morangueiro uma cultura muito sensível à salinidade, o fornecimento de solução nutritiva é seguido de irrigações somente com água.

Normalmente, os vasos e as calhas de PVC já vêm com a base perfurada para o lixiviado ser liberado no solo (Figura 1A, B). As calhas de plástico e os *slabs* são perfurados na face inferior (Figura 1D). Como não há o aproveitamento do drenado, cada fornecimento exige a aplicação de nova solução nutritiva equilibrada, sempre que realizada a fertirrigação. Desta maneira, o manejo da condutividade elétrica e do pH da solução é simples.

Em sistemas abertos, são empregadas elevadas proporções de compostos orgânicos no substrato, objetivando reduzir a frequência de fornecimento e, conseqüentemente, as perdas de solução nutritiva e de água. Neste sentido, ressalta-se a importância de manter uma significativa fração de drenagem, variando entre 15 e 40%, para evitar a salinização do meio radicular.

2. Caracterização dos sistemas fechados

Do ponto de vista de estruturas de cultivo, a grande modificação, em relação ao sistema aberto, é a presença de um sistema de captação e condução do drenado lixiviado até o reservatório de solução nutritiva. É possível realizar o fechamento dos diferentes tipos de cultivo em substrato, seja com vasos, *slabs* ou calhas. Porém, do ponto de vista prático, o fechamento dos sistemas de vasos e *slabs* é bastante oneroso, exigindo canais de coleta e de condução do lixiviado sob os recipientes (Figura 2A). Já para o cultivo em calhas, bastaria proporcionar declividade a calhas não perfuradas na base e contar com um sistema de captação e condução do drenado até o reservatório de solução nutritiva (Figura 2B e D).

O emprego de calhas de madeira devidamente impermeabilizadas com lona plástica é uma alternativa para o cultivo em sistema fechado (Figura 2B e C). Sobre a calha preenchida com substrato, é instalado um filme plástico dupla face com a face clara voltada para cima (Figura 2B, C e D). É fundamental que seja aplicada significativa declividade (3 a 5%) às bancadas de cultivo. Este declive é necessário para forçar o escoamento da solução nutritiva até a estrutura de coleta do drenado, localizada na extremidade de menor cota do sistema (Figura 2B e D). Dentre as principais vantagens das calhas destacam-se ser desnecessário a aquisição de recipientes para o substrato e a maior praticidade de montagem da estrutura. Por outro lado, a desuniformidade do teor de umidade do substrato ao longo da calha pode ser um problema.

Devido ao elevado risco de salinização do substrato, apregoa-se o emprego de materiais com baixa CTC, como a CAC e, até mesmo, a casca de arroz *in natura* (CAIN). Os resultados obtidos e a experiência prática de produtores pioneiros no cultivo fechado do morangueiro na região Sul do Rio Grande do Sul vêm demonstrando adequados resultados com o emprego da CAC (100%) como substrato para o sistema fechado. A elevada lixiviação da solução nutritiva, em função da baixa capacidade de retenção de água da casca, não se configura como um problema ambiental devido à reutilização do lixiviado.

O manejo da solução nutritiva em sistemas fechados assemelha-se a um tradicional cultivo hidropônico, sendo todas as irrigações realizadas com solução nutritiva.

Especificamente, com foco no estudo sobre substratos à base de CAC e de CAIN (Tabela 1), observou-se que o uso da CAIN proporcionou resultados semelhantes aos obtidos com a CAC para a cultura do minitomateiro em vasos. Porém, para a cultura do morangueiro, até o momento, os resultados obtidos com a CAIN foram inferiores aos da CAC. Numa segunda etapa, constatou-se que a adição do composto orgânico na proporção de 20% não resultou em elevação da produtividade do tomateiro salada em vasos com CAIN e nem do morangueiro cultivado em *slabs* com CAC. Em relação à comparação entre sistemas, obtiveram-se maiores produtividades de minitomateiros *grape* e cereja em calhas do que em vasos. Quanto à reutilização da CAIN em segundo ciclo de cultivo, não houve diferenças em relação ao substrato novo quanto à produtividade de plantas de minitomateiro *grape* e de pepineiro conserva. A reutilização da CAC promoveu aumento de produtividade de plantas de morangueiro em relação à CAC nova no primeiro ano de cultivo, porém, este efeito não se manteve no segundo ano de cultivo.

Tabela 1. Produtividades (kg/planta) obtidas em pesquisas realizadas na Universidade Federal de Pelotas sobre o uso da casca de arroz como substrato para produção de hortaliças em sistemas com recirculação do lixiviado.

CAC x CAIN				
	Minitomateiro Grape Monterey® (vasos; ciclo: 96 dias; Rosa, 2015)		Morangueiro (bolsas/ 1º ano; Portela, 2015)	
CAC*	2,3 a		0,44 a	
CAIN	2,2 a		0,33 b	
Adição de composto orgânico (CO) à casca de arroz				
	Tomateiro salada (CAIN/ vasos; ciclo: 168 dias, Carini, 2016)		Morangueiro (CAC/ <i>slabs</i> / 1º ano; Marques, 2016)	
CA	6,6 a		0,81 a	
CA + CO	6,7 a		0,80 a	
Vasos x Calhas (CAIN; ciclo: 274 dias; Perin, 2017)				
	Minitomateiro Cereja		Minitomateiro Grape	
Calhas	10,9 a		6,2 a	
Vasos	8,9 b		4,9 b	
Reutilização da CA em segundo ciclo				
	Minitomateiro Grape (CAIN/ vasos; ciclo: 179 dias; Rosa, 2015)	Pepineiro conserva (CAIN/ calhas; ciclo: 74 dias; Neutzling, 2018)	Morangueiro (CAC/ <i>slabs</i> /; Rosa, prelo) 1º ano 2º ano	
CA nova	3,5 a	2,3 a	0,45 b	0,93 a
CA reutilizada	3,7 a	2,3 a	0,64 a	0,92 a

*CAC: casca de arroz carbonizada; CAIN; casca de arroz *in natura*.

3. Análise comparativa de dados técnicos e ambientais referentes aos sistemas abertos e fechados

A Tabela 2 mostra dados comparativos entre os sistemas abertos e fechados para as culturas do morangueiro e do minitomateiro. Os números expostos se originaram de estimativas baseadas em informações fornecidas por produtores e pela pesquisa. O grande diferencial entre os sistemas refere-se aos volumes de água e solução nutritiva gastos e descartados no ambiente, sendo alarmantes os números referentes aos sistemas abertos. Por exemplo, um produtor cuidadoso que forneça solução nutritiva em “pulsos” de sete minutos, quatro vezes ao dia, e considerando que a cinta de gotejo empregada possua gotejadores espaçados em 20 cm (5 gotejadores/*slab*) e com vazão individual de 1,6 l/h, terá o gasto diário de 3,6 litros por *slab*. Considerando a fração de drenagem de 20%, chega-se ao volume aproximado de 0,75 litros de solução nutritiva perdida diariamente por um único *slab* com sete plantas. Desta maneira, em um abrigo de 5,0 m x 50 m (400 *slabs* ou 2800 plantas), ter-se-á uma perda diária de 300 litros de solução drenada, o que equivaleria a uma perda anual de 110 m³ ou 4,4 milhões de litros/ha.

Tabela 2. Aspectos técnicos e ambientais de sistemas aberto e fechado de cultivo do morangueiro e do minitomateiro grape em substrato.

	Morangueiro (1º ano)		Minitomateiro grape (ciclo de 10 meses)	
	Sistema		Sistema	
	Aberto (Slabs: CAC + CO; drenagem= 20%)	Fechado (Calhas madeira: CAC)	Aberto (Vasos: fibra de coco; drenagem= 15%)	Fechado (Calhas madeira: CAIN)
Custo implantação	R\$ 5,00/planta	R\$ 8,00/planta	R\$ 33,00/planta	R\$ 35,00/planta
Produtividade	0,9-1,2 kg/planta/ano	0,9-1,2 kg/planta/ano	8,0 kg/planta	7,2 kg/planta
Gasto de SN*	190-265 l/planta/ ano	29 l/planta/ano	455 l/planta	333 l/planta
Descarte SN	40-55 l/planta/ ano	5,5 l/planta/ano	68 l/planta	1,3 l/planta

*No caso da cultura do morangueiro, os valores consideram a soma dos volumes de solução nutritiva (SN) e água gastos no sistema.

Do ponto de vista técnico, para os sistemas abertos é possível empregar uma gama maior de substratos e o manejo da solução nutritiva é simplificado, enquanto nos sistemas fechados estes são restritos a materiais com baixa CTC e há a necessidade de monitoramento mais frequente das condições de CE e pH da solução drenada. Quanto aos problemas fitossanitários, na prática, não se tem observado uma maior incidência de doenças ou pragas em decorrência da recirculação da solução drenada nos sistemas fechados. Ambos os sistemas reduzem a incidência de patógenos de forma semelhante em relação ao cultivo no solo. Da mesma forma, as produtividades obtidas têm sido semelhantes e dependem muito mais do manejo adequado das plantas, do clima e da cultivar adotada do que dos sistemas em questão.

É urgente promover o ‘fechamento’ dos sistemas de cultivo em substrato. Além do desperdício de água e fertilizantes, os sistemas de cultivo abertos geram vários problemas ambientais: a salinização do solo e a contaminação do lençol freático e de fontes de água pelo lixiviado. Por esses motivos, a substituição dos sistemas abertos por sistemas com a coleta e a recirculação da solução nutritiva drenada surge como uma eficiente forma de reduzir impactos econômicos e ambientais.

5. Referências

- CARINI, F. *Sistemas de cultivo sem solo para a cultura do tomateiro sob uma perspectiva de baixo impacto ambiental*. 2016, 99p. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Agronomia/PPGSPAF) - UFPel, Pelotas, 2016.
- MARQUES, G.N. *Substrato, combinação de cultivares e mudas produzidas nas condições locais para o cultivo do morangueiro com solução nutritiva recirculante*. 2016, 152 p. TESE (Doutorado em Agronomia/ PPGSPAF) - UFPel, Pelotas, 2016.
- NEUTZLING, C. *Reutilização de substrato de casca de arroz in natura em sistema de calhas com recirculação do lixiviado para o cultivo de híbridos de pepineiro conserva*. 2018, 100p. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Agronomia/PPGSPAF) - UFPel, Pelotas, 2018.
- PERIN, L. *Sistemas fechados de cultivo sem solo, produção e ecofisiologia do minitomateiro*. 2017, 122p. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Agronomia/PPGSPAF) - UFPel, Pelotas, 2017.
- PORTELA. I.P. *Sistemas de cultivo sem solo com solução nutritiva recirculante e cultivares de morangueiro*. 2015, 84p. TESE (Doutorado em Agronomia/PPGSPAF) - UFPel, Pelotas, 2015.
- ROSA, D.S.B. *Número de hastes para o cultivo do tomateiro grape em substrato de casca de arroz e sistema fechado*. 2015, 127p. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Agronomia/PPGSPAF) - UFPel, Pelotas, 2015.