

CIRCULAR TÉCNICA

150

Bento Gonçalves, RS
Julho, 2020

Micropropagação de Kiwizeiros *Actinidia arguta*, *Actinidia deliciosa* e *Actinidia chinensis*

Samar Velho da Silveira
Lia Rosane Rodrigues
Flavio Bello Fialho



Micropropagação de Kiwizeiros *Actinidia arguta*, *Actinidia deliciosa* e *Actinidia chinensis*¹

Introdução

O kiwizeiro pode ser propagado por método sexual (sementes) ou assexual (estaquia, alporquia, enxertia ou micropropagação). As plantas obtidas de sementes são, em sua maioria (até 80%), masculinas. Além disso, a variabilidade de plantas obtidas por sementes, devido à segregação genética, inviabiliza a obtenção de clones, não recomendando-se o plantio das mesmas para obtenção da planta produtora. No sul do Brasil, normalmente a variedade produtora (copa) é enxertada sobre o porta-enxerto, o qual costuma ser propagado de forma sexuada (Saquet; Brackmann, 1995; Souza et al., 1996).

Existem dois importantes métodos de propagação para a produção em larga escala de mudas de qualidade, que garantem a preservação das características da planta mãe de geração a geração: estaquia e micropropagação. Entretanto, a estaquia só é viável em uma época restrita do ano, sendo necessário o uso da micropropagação no restante do tempo.

Os patógenos do sistema vascular são graves ameaças aos plantios comerciais de kiwi no Sul do Brasil, sendo o fungo *Ceratocystis fimbriata* (Ell. & Halst.) responsável pela eliminação de 15% dos plantios por ano na Serra do Nordeste do estado do Rio Grande do Sul (Silveira et al., 2012; Soares, 2017). A micropropagação permite gerar e manter matrizes isentas de patógenos, assegurando o fornecimento de mudas saudáveis aos agricultores.

¹ Samar Velho da Silveira, Engenheiro Agrônomo, Dr. em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS; Lia Rosane Rodrigues, Engenheira Agrônoma, Dra em Ciências, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS; Flavio Bello Fialho, Eng. Agrônomo, Dr. em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

Etapas da micropropagação

A micropropagação envolve quatro etapas: indução de explantes iniciais, multiplicação de brotações, enraizamento de brotações e aclimatização ex vitro da muda (Grattapaglia e Machado, 1998). Destas, a etapa de enraizamento é a mais problemática para o kiwi, pois as raízes formadas in vitro não são funcionais (Pedroso et al., 1992).

O enraizamento ex vitro foi demonstrado viável e vantajoso para micropropagação comercial de várias espécies, como teca (Fermino Junior et al., 2011), carvalho-vermelho (Meier-Dinkel et al., 1993), macieira (Pedrotti & Voltolini, 2001), amoreira-preta (Pelizza et al., 2013), eucalipto (Xavier & Comério, 1996) e ornamentais (Debergh & Maene, 1981), tornando o processo menos oneroso e mais eficiente.

A viabilidade do enraizamento de brotações geradas in vitro em substrato foi demonstrada para batata por Rigato et al. (2001) e ajustada para kiwi conforme citação em Rigato (2006), motivando a execução deste trabalho, que permite desonerar e abreviar o protocolo de produção comercial de mudas de kiwizeiro no Brasil.

O enraizamento de brotos micropropagados é uma etapa realizada classicamente in vitro (Álvares et al., 1989; Harbage & Stimart, 1996; De Klerk et al., 1997). O enraizamento ex vitro diretamente na aclimatização em substrato reduz custos e mão-de-obra na propagação de mudas (Augusto et al., 2006). A etapa de aclimatização, que sucede o enraizamento, exige que as plantas produzam novas raízes em substratos porosos, com condições físicas e nutricionais adequadas (Pedrotti & Voltolini, 2001). Como estratégias adaptativas, as plantas aclimatizadas devem desenvolver mecanismos de controle da transpiração e condutância estomática (Diaz-Perez et al., 1995; Pospisilová et al., 1999), ativar os mecanismos de controle de perda de água pelas células (Sutter, 1988) e aumentar a taxa fotossintética (Van Telgen et al., 1992).

Para realizar corretamente a micropropagação do kiwizeiro, é de suma importância dispor de protocolos validados nas condições brasileiras.

O objetivo desta publicação é apresentar o protocolo de micropropagação validado às nossas condições, tendo sido testados recipientes e substratos

disponíveis no Brasil para promover a simultaneidade das etapas de enraizamento e aclimatização de mudas de kiwizeiro das espécies *Actinidia arguta* ((A. Chev.) E.F. Liang & A.R. Ferguson), *Actinidia deliciosa* ((A. Chev.) E.F. Liang & A.R. Ferguson) e *Actinidia chinensis* (Planch.).

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção de vitroplantas

Estacas dormentes coletadas de plantas da coleção de campo da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR), Brasil, foram levadas ao Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, onde foram higienizadas com etanol 70% e NaOCl 1% de Cloro ativo e colocadas a brotar sob condições controladas, previamente definidas no laboratório, com base em adaptações das metodologias de Ponce & Gardiazabal (1983), Zuccherelli & Zuccherelli (1990), Chat et al. (1992), Ono et al. (1995) e Ferri et al. (1996).

Após 21-30 dias, as brotações (Figura 1A) foram removidas das estacas e submetidas à desinfestação por imersão em etanol 70% e NaOCl 1% de Cloro ativo e triplo enxágue em água destilada esterilizada. Ao estereoscópio, sob fluxo estéril, ápices caulinares foram removidos e estabelecidos individualmente em tubos de ensaio contendo 10 mL de meio de cultivo MS modificado (Murashige e Skoog, 1962; George, 1993) acrescido de sulfato de adenina (AdS, 0,4 mg/L), 6-benziladenina (BAP, 1 mg/L), ácido indolacético (AIA, 0,1 mg/L) e sacarose (20 g/L). O pH foi ajustado para 5,4 previamente à autoclavagem.

Os explantes foram cultivados em sala climatizada com temperatura de 24 ± 2 °C e fotoperíodo de 16 h a 250 lux (Figura 1B e 2A) até a geração de um mínimo de 200 vitroplantas homogêneas de cada genótipo: *A. arguta*, *A. deliciosa* e *A. chinensis* (Fig 1C).

Experimento 1

Foi testado o enraizamento em dois tamanhos de alvéolos (12 mL e 20 mL) e quatro diferentes substratos: Substrato comercial constituído de turfa

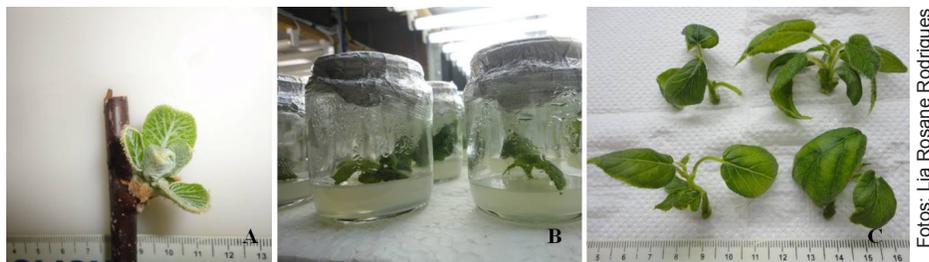


Figura 1. Detalhes da micropropagação das variedades de kiwi. A) Brotação da qual é retirado o explante inicial (ápice caulinar); B) Cultivo em meio MS modificado e acrescido de fitorreguladores AdS, AIA e BAP; C) Vitroplantas transferidas para novo meio nutritivo a cada 40/50 dias para obtenção de brotações homogêneas.

canadense + vermiculita média (TCV), fibra de coco (FC), casca de arroz carbonizada (CAC) e mistura destes três em iguais proporções (Mistura). Vitroplantas de *A. arguta* foram cortadas em brotações de 2 a 3 folhas (Figura 2B) e estabelecidas em bandejas alveoladas pretas, de poliestireno de alto impacto, 100 % recicláveis, acondicionadas dentro de caixas transparentes (Figura 2C).

Cada bandeja recebeu 24 brotações, sendo 12 avaliadas e as outras 12 consideradas bordadura, tendo três repetições com quatro plantas cada uma, em delineamento fatorial com oito combinações de tratamentos: 1 - bandejas de 40 alvéolos de 12 mL contendo substrato TCV; 2 - bandejas de 40 alvéolos de 12 mL contendo substrato FC; 3 - bandejas de 40 alvéolos de 12 mL contendo substrato CAC; 4 - bandejas de 40 alvéolos de 12 mL contendo substrato Mistura; 5 - bandejas de 24 alvéolos de 20 mL contendo substrato TCV; 6 - bandejas de 24 alvéolos de 20 mL contendo substrato FC; 7 - Bandejas de 24 alvéolos de 20 mL contendo substrato CAC; 8 - Bandejas de 24 alvéolos de 20 mL contendo substrato Mistura.

As bandejas foram acomodadas nas caixas plásticas lacradas e mantidas em sala climatizada a 24 ± 2 °C e fotoperíodo de 16 h a 250 lux. Após quatro semanas, as plantas foram avaliadas quanto à sobrevivência (%), percentagem de enraizamento, número de raízes emitidas, comprimento de raízes (cm) e número de folhas emitidas.

Experimento 2

Uma vez definido o tamanho apropriado de alvéolo, o enraizamento de três espécies (*A. arguta*, *A. deliciosa* e *A. chinensis*) foi comparado em diferentes substratos (TCV, FC e mistura destes dois substratos com CAC em proporções iguais).

Cada bandeja contendo 24 alvéolos de 20 mL recebeu 24 brotações com 2 a 3 folhas e foi acomodada em caixa transparente lacrada e mantida em sala climatizada a 24 ± 2 °C e fotoperíodo de 16 h a 250 lux. Após quatro semanas, as plantas foram avaliadas quanto à sobrevivência, formação de raízes e de parte aérea (Figura 2D).

Fotos: Lia Rosane Rodrigues



Figura 2. Detalhes do enraizamento ex vitro de kiwi. A) Obtenção do material por multiplicação in vitro a 24 ± 2 °C com fotoperíodo de 16 h a 250 lux. B) Vitroplanta (acima) da qual foram individualizadas brotações (abaixo) para os experimentos. C) Caixas transparentes contendo as bandejas alveoladas pretas. D) Brotação com enraizamento após quatro semanas.

Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro (GIBF, 2019).

Preparo e análise dos substratos

Os substratos foram esterilizados a seco por 12 horas em estufa a 121 °C e umedecidos, à capacidade de vaso, com água destilada esterilizada por autoclavagem.

Todos os substratos foram caracterizados química (pH, condutividade elétrica (CE) e macronutrientes) e fisicamente (Umidade da amostra (UA), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água disponível (AD), água tamponante (AT), água remanescente à pressão de sucção de 100 hPa (AR-100), (Tabela 1), no Laboratório de Biotecnologia, Análise de Substratos Hortícolas, do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS, excetuando-se a análise de macronutrientes, a qual foi realizada no Laboratório de Solos da Embrapa Uva e Vinho.

A determinação da densidade foi realizada através do Método da Autocompactação (Hoffmann, 1970) e as curvas de retenção de água nas tensões de 0, 10, 50 e 100 hPa, foram determinadas em funis de tensão, conforme os princípios de De Boodt & Verdonck (1972). Para construção da curva, utilizaram-se os percentuais de água retidos em cada ponto de sucção, transformados para valores de umidade volumétrica. A partir destes valores, foram obtidas as seguintes características:

- Porosidade Total (PT): corresponde à umidade volumétrica presente nas amostras saturadas (tensão 0 hPa);
- Espaço de Aeração (EA): representado pela diferença obtida entre a porosidade total e a umidade volumétrica na tensão de 10 hPa;
- Água Facilmente Disponível (AFD): volume de água encontrado entre os pontos 10 hPa e 50 hPa de tensão;

- Água Tamponante (AT): volume de água liberado entre 50 hPa e 100 hPa de tensão;
- Água Disponível (AD): volume de água liberado entre 10 hPa e 100 hPa de tensão;
- Água Remanescente (AR-100): equivale ao volume de água que permanece no material após ter sido submetido à pressão de sucção de 100 hPa.

Para as análises químicas foram consideradas as avaliações de condutividade elétrica (CE) e potencial hidrogeniônico (pH), em uma diluição substrato:água deionizada de 1:5 (v:v), conforme a IN nº 17, de 21 de maio 2007 (Brasil, 2007), que estabelece os métodos para análise de substratos para plantas. Todas as análises foram realizadas com três repetições (Brasil, 2007). As análises de macronutrientes foram realizadas segundo metodologia de Tedesco et al. (1995) (Tabela 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físicas e químicas dos substratos testados

Em função dos dados da Tabela 1, observamos que TCV apresentou melhor equilíbrio quanto às características físicas entre os substratos testados, pois teve uma relação de sólidos (13%) para espaços vazios (87%) mais próxima da ideal, que é de 15% para 85%, segundo Kämpf (2000). Essa relação indica uma boa sustentação à muda e, ao mesmo tempo, uma porosidade adequada. A porosidade total é composta por volume de macro, meso e microporos, responsáveis, respectivamente, pelo espaço de aeração, água facilmente disponível e o somatório de água tamponante e água residual. Apesar do TCV apresentar índices perto das faixas ideais para essas variáveis, observamos que o seu volume de macroporos e mesoporos está um pouco abaixo do ideal, enquanto o de microporos está um pouco acima, indicando que a irrigação para plantas cultivadas nesse substrato precisa ter a frequência bem ajustada para evitar o encharcamento.

O substrato FC, de acordo com a Tabela 1, apresenta o segundo melhor conjunto de características físicas, devido à boa relação de mesoporos e microporos, resultando em maiores índices de AFD, AD e AR, ou seja, plantas conduzidas nesse substrato e irrigadas corretamente têm uma boa disponibilidade de água. No entanto, é inferior a TCV por ter poucos sólidos (1,85%) e excesso de porosidade total (98,15%), o que propicia pouca sustentação à muda em recipiente pequeno e uma perda de água mais rápida em relação ao TCV, exigindo um turno de rega mais frequente.

O substrato que representa a mistura dos três materiais testados neste trabalho (Mistura), de acordo com a Tabela 1, apresentou propriedades físicas piores que TCV e FC, apresentando valores dentro da faixa ideal, ou próximo dela, para DS, AT e AR, o que permite maior sustentação à planta e baixa tendência ao encharcamento. Normalmente, a mistura de materiais na composição de um substrato costuma ser superior ao uso de materiais isolados (Kämpf, 2000), o que, entretanto, não se observou neste trabalho. Observam-se valores elevados para PT e EA em Mistura, o que o faz perder água de forma mais rápida que TCV e FC, disponibilizando água à planta por um período mais curto de tempo.

CAC, segundo os dados da Tabela 1, apresenta os menores índices de propriedades físicas, demonstrando ser um material que drena muito rapidamente a água presente nos macroporos, mesoporos e microporos, ou seja, o substrato fica seco rapidamente, sem reter água disponível à planta, o que exige uma frequência de irrigação muito elevada, podendo predispor ao surgimento de doenças. A elevada umidade relativa do ar, associada às altas temperaturas, propiciam condições para algumas doenças da parte aérea tornarem-se muito mais severas nos cultivos em ambiente protegido do que nos convencionais (Vida et al., 2004). Por outro lado, seus baixos valores de DS e DU denotam baixa sustentação à planta, tanto em ambiente seco quanto úmido, fator agravante quando as plantas são conduzidas em recipientes pequenos, como neste trabalho.

Para o valor de pH em água, Kämpf (2000) descreveu nove faixas, desde extremamente baixo (< 4,5), até extremamente alto (> 6,9), sendo considerado como valor ótimo para substratos sem solo mineral a faixa de 5,2 a 5,5. Na fase de aclimatização das plantas, segundo o que se propõe neste trabalho, o substrato deve ter a função de meio de sustentação e enraizamento, e não

nutricional, pois as plantas permanecerão pouco tempo nessa fase, podendo nutrir-se pela fotossíntese. A maior concentração de sais no substrato reduz a absorção de água pelas plantas, a ponto de poder comprometer processos fisiológicos (Beckmann-Cavalcante et al., 2010). A salinidade em excesso pode tornar-se um fator limitante ao desenvolvimento das mudas e deve ser evitada, pois plantas mais jovens são mais sensíveis (Kämpf, 2000). A condutividade elétrica (CE) indica a presença de sais ionizados na solução do meio de cultivo, que conduzem corrente elétrica proporcionalmente à sua concentração.

Segundo a Tabela 1, o substrato TCV apresentou, além das melhores características físicas, também, as melhores propriedades químicas, pois apresenta pH dentro da faixa ideal proposta por Kämpf (2000) e uma CE baixa, pelos parâmetros de Cavins et al. (2000), devido aos reduzidos teores de macronutrientes presentes em seu meio. O substrato Mistura apresentou a segunda melhor resposta em termos de parâmetros químicos, devido à baixa CE, mas com um pH acima do ideal. O substrato CAC apresentou um pH muito acima da faixa ideal, podendo interferir nos processos fisiológicos da planta. Esse substrato precisa ter, portanto, o seu nível de pH previamente corrigido. A sua CE é a mais baixa de todos os materiais testados, não sendo, portanto, um fator negativo ao enraizamento. Os substratos FC e CAC apresentam níveis de pH acima do ideal e intermediários aos níveis apresentados por TCV e CAC, mas sem, igualmente, apresentarem problemas de CE. O substrato FC apresenta pH acima da faixa ideal e a mais elevada CE, devido a maior presença de macronutrientes (Tabela 1), embora dentro da faixa ideal proposta por Cavins et al. (2000).

A Figura 3 permite visualizar a curva de retenção de água de cada substrato. Dessa forma, observa-se que o substrato TCV apresentou uma curva de retenção de água mais suave, com quedas menos abruptas entre os diferentes pontos de tensão e, portanto, mais próximo do preconizado por Kämpf (2000). Com isso, esse substrato permitiu um fornecimento de água mais constante às plantas. No caso de ser utilizado sob sistema de irrigação, no entanto, tanto a frequência de irrigação quanto o volume de água precisam ser bem ajustados, pois é o substrato com maior retenção de água, entre 10 e 100 hPa, entre os substratos testados neste trabalho. Em sentido oposto, o substrato CAC apresentou abrupta queda na retenção de água entre os

Tabela 1. Densidade úmida (DU), densidade seca (DS), porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD), água disponível (AD), água tamponante (AT), água remanescente (AR), pH em água, condutividade elétrica (CE) e macronutrientes dos diferentes substratos (TCV = turfa canadense + vermiculita média; FC = fibra de coco; CAC = casca de arroz carbonizada; Mistura = 1/3 TCV + 1/3 FC + 1/3 CAC), antes da instalação de brotações de kiwi.

Tratamentos	TCV	FC	CAC	Mistura	Valores ideais *
DU (kg/m ³)	308,53	629,74	128,75	477,71	-
DS (kg/m ³)	122,71	87,98	107	106,64	400 - 500
PT (%)	87,39	98,15	66,8	96,86	85
EA (%)	27,34	40,29	60,02	53,71	30
AFD (%)	16,92	17,66	0,82	12,26	20 - 30
AD (%)	19,99	25,91	1,1	16,73	24 - 40
AT (%)	3,07	8,25	0,28	4,47	5
AR (%)	40,06	31,95	5,69	26,42	25 - 30
pH	5,24	6,35	6,52	6,1	5,2 - 5,5
CE (mS/cm)	0,12	0,31	0,06	0,11	0,36 - 0,65
N (mg/kg)	0,34	0,69	0,43	0,43	-
P (mg/kg)	0,07	0,4	0,09	0,16	-
K (mg/kg)	0,18	1,5	0,49	0,62	-
Ca (cmolc/kg)	0,33	0,65	0,37	0,56	-
Mg (cmolc/kg)	3,41	0,18	0,06	2,05	-

(*) *Referem-se aos valores ideais para o desenvolvimento das plantas sugeridos por Bunt (1974) para densidade seca (DS), por De Boodt & Verdonck (1972) para porosidade total (PT), água disponível (AD) e água facilmente disponível (AFD), por Penningsfeld (1983) para espaço de aeração (EA), por Cattivello (1991) para água tamponante (AT), por Verdonck & Gabriels (1988) para água remanescente (AR), por Kämpf (2000) para pH e por Cavins et al. (2000) para condutividade elétrica (CE).

pontos de tensão de 0 e 10 hPa e, após, baixíssima retenção de água, o que justifica ter sido eliminado do segundo experimento. O CAC, portanto, quando utilizado como único substrato, necessita de frequência de irrigação mais elevada, pois a água é logo drenada.

Os substratos FC e Mistura, por sua vez, apresentaram abruptas perdas de água entre 0 e 10 hPa, denotando elevada presença de macroporos, mas curvas de retenção de água intermediárias entre TCV e CAC, de 10 a 100 hPa (Figura 3). Portanto, são substratos que requerem menor frequência de irrigação do que CAC, devido a maior presença de mesoporos e microporos, mas maior frequência de irrigação do que TCV.

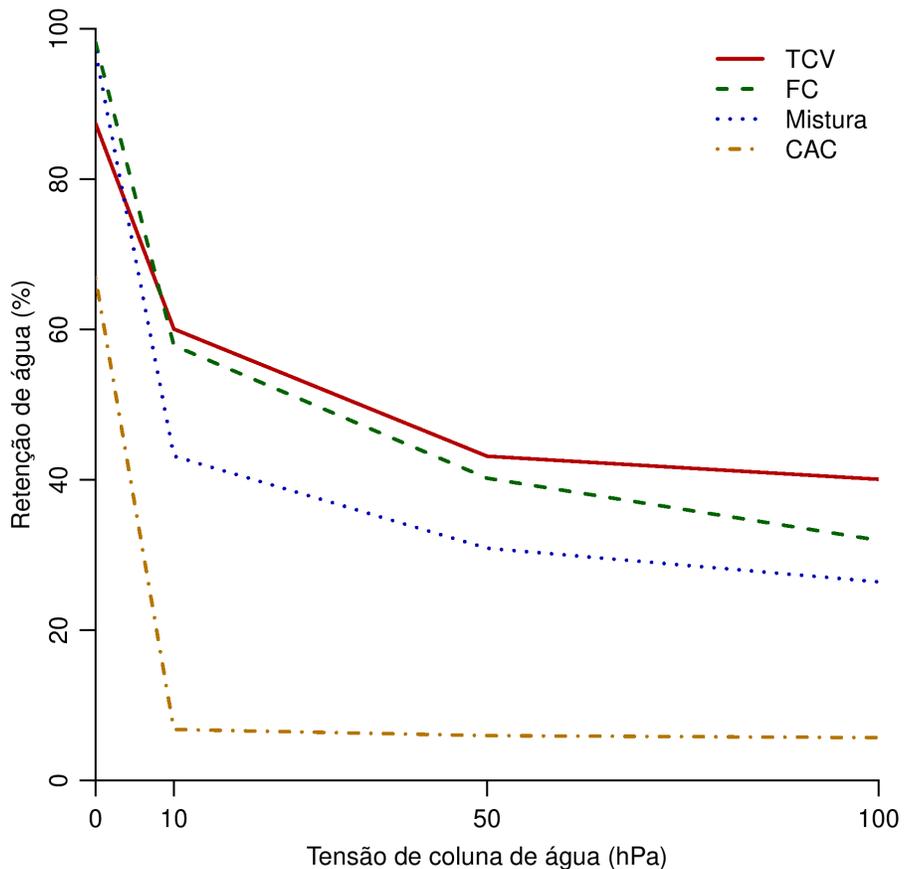


Figura 3. Curva de retenção de água dos diferentes substratos (TCV = turfa canadense + vermiculita média; FC = fibra de coco; CAC = casca de arroz carbonizada; Mistura = 1/3 TCV + 1/3 FC + 1/3 CAC) submetidos a diferentes tensões de coluna de água.

A comparação das curvas de retenção de água de FC e Mistura (Figura 3), permite observar uma inflexão maior entre 0 e 10 hPa para Mistura, o que denota maior proporção de macroporos e, portanto, uma drenagem inicial mais rápida do meio, mas inflexões mais suaves entre 10 hPa e 50 hPa e, depois, entre 50 hPa e 100 hPa. Conseqüentemente, as proporções de mesoporos e microporos estiveram mais equilibradas no substrato Mistura do que no substrato FC, permitindo perda de água mais gradual após a rápida drenagem inicial.

Resultados do experimento 1

De acordo com a Tabela 2, observou-se efeito de interação positivo, a 5% de significância, entre tamanho do alvéolo e tipo de substrato para a percentagem de plantas enraizadas, que foi menor quando usado CAC em alvéolo de 12 mL (67% de enraizamento) do que em todas as demais combinações (92 a 100% de enraizamento). A raiz mais comprida da plântula foi maior em alvéolos de 20 mL do que em alvéolos de 12 mL ($p = 0,001$), não havendo diferença entre alvéolos nas demais variáveis medidas. Estes resultados coincidem com os observados por Oliveira et al. (2008), que observou maior desenvolvimento vegetativo durante a aclimação de bananeiras micropropagadas em tubetes de 180 cm³ do que em tubetes de 115 cm³, não havendo efeito do tamanho do recipiente na sobrevivência. Gonçalves et al. (2019), trabalhando com aclimação de mudas de cafeeiro micropropagadas, verificaram que o desenvolvimento do sistema radicular foi significativamente maior em mudas cultivadas em tubetes de 120 mL e 180 mL, do que naquelas cultivadas em tubetes de 40 mL de volume.

Houve diferença significativa entre substratos no comprimento médio de raízes, comprimento da maior raiz e número de folhas. Nas três variáveis, o substrato CAC foi inferior aos demais (Tabela 2). Em virtude desses resultados e das características físicas e químicas apresentadas na Tabela 1, o experimento seguinte não utilizou o substrato CAC nem o alvéolo de 12 mL de volume.

Tabela 2. Enraizamento ex vitro e aclimatização simultâneos de brotações de *Actinidia arguta*, após 32 dias em sala climatizada. TCV = turfa canadense + vermiculita média; FC = fibra de coco; CAC = casca de arroz carbonizada; Mistura = 1/3 TCV: 1/3 FC: 1/3 CAC.

	% de plantas vivas	% de plantas enraizadas	Nº de raízes	Comprimento (mm)		Nº de folhas
				médio de raízes	da maior raiz	
Alvéolos	p=1,00	p=0,074	p=0,56	p=0,050	p=0,0010	p=0,51
12 mL	98	90	4,4	20	28 b	8,9
20 mL	98	98	4,1	26	39 a	9,3
Substratos	p=0,58	p=0,069	p=0,038	p=0,0047	p=0,0004	p<0,0001
TCV	100	100	4,8	27 a	43 a	10,8 a
FC	100	96	4,4	23 ab	32 ab	10,4 a
CAC	96	83	3	15 b	24 b	5,8 b
Mistura	96	96	4,8	27 a	35 a	9,5 a
p (Interação)	0,27	0,013	0,058	0,1	0,21	0,058
Média Geral	98	94	4,2	23	34	9,1

Médias seguidas de mesma letra ou não seguidas de letra, no mesmo fator (alvéolo ou substrato) e na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 5\%$).

Resultados do experimento 2

No segundo experimento, pôde-se observar diferenças significativas entre espécies de kiwizeiro nos parâmetros avaliados. Observa-se, na Tabela 3, que *A. arguta* apresenta resultados superiores às outras espécies em todas as variáveis, à exceção da percentagem de plantas vivas, que não diferiu das demais. A espécie *A. deliciosa* apresentou menor número de folhas que as demais, enquanto *A. chinensis* teve menor número e comprimento de raízes. Apesar dos resultados terem sido satisfatórios para as três espécies avaliadas, podemos constatar que *A. arguta* apresentou resposta superior nas condições deste experimento. Entretanto, ajustes no protocolo a serem testados em novos experimentos podem vir a melhorar o desempenho de *A. deliciosa* e *A. chinensis*.

Não houve efeito do substrato na viabilidade (% plantas vivas) nem no enraizamento (% plantas enraizadas). Nas demais variáveis, houve interação

significativa entre espécie e substrato, o que indica que o efeito de substrato depende da espécie sendo avaliada (Tabela 3).

Em *A. arguta*, o número de raízes e o seu comprimento médio foram maiores com TCV do que nos demais substratos, e o número de folhas foi menor com o substrato Mistura. Esse resultado, em conjunto com as melhores características físicas do TCV em relação aos demais substratos (Tabela 1 e Figura 3), indica que ele é o mais recomendado para essa espécie.

Já em *A. deliciosa*, a única diferença observada foi um maior número de folhas com o substrato FC. Avaliando também os valores das demais variáveis, há um indicativo de que a fibra de coco pode ser um substrato viável para essa espécie.

Em *A. chinensis*, o substrato TCV apresentou maior comprimento de raízes (tanto médio quanto máximo) e o substrato Mistura produziu plântulas com mais folhas. O substrato FC teve resultados piores, diminuindo a eficiência da propagação. De forma semelhante, Schuck et al. (2012), trabalhando com aclimatização de plantas micropropagadas de videira, constataram que a fibra de coco não deve ser utilizada sozinha como substrato ou em proporções maiores do que 25%.

Os resultados inferiores do substrato Mistura podem ser devidos à presença da CAC em sua composição, já que esse componente apresentou os piores resultados de características físicas dentre os substratos analisados (Tabela 1 e Figura 3). É possível que uma mistura de TCV e FC, sem CAC, apresente resultados superiores, principalmente para as espécies mais exigentes (*A. deliciosa* e *A. chinensis*).

Este processo de enraizamento e aclimatização simultâneos oferece outras vantagens: mudas mais vigorosas, com maior crescimento, geram brotos laterais e/ou entrenós adicionais, sobrepondo-se às demais plântulas da mesma bandeja. Estas brotações podem ser removidas com uma tesoura limpa em etanol 70% e usadas para repor mudas não enraizadas na mesma bandeja ou para gerar bandejas adicionais sem recorrer ao material *in vitro*. Assim, assegura-se a homogeneidade entre as mudas e a obtenção de mudas extras.

Tabela 3. Enraizamento ex vitro e aclimatização de três espécies de kiwizeiro: *Actinidia arguta*, *Actinidia deliciosa* e *Actinidia chinensis*, após 28 dias em sala climatizada mediante tratamentos. TCV = turfa canadense + vermiculita média; FC = fibra de coco; Mistura = iguais proporções de TCV, FC e casca de arroz carbonizada.

Espécies	% de plantas vivas	% de plantas enraizadas	Nº de raízes	Comprimento (mm)		Nº de folhas
				médio de raízes	da maior raiz	
<i>A. arguta</i>	100	100 a	5,2 a	P<0,0001	P<0,0001	P<0,0001
<i>A. deliciosa</i>	97	81 b	2,4 b			
<i>A. chinensis</i>	98	74 b	1,3 c			
Substratos	P=0,14	P=0,37	P<0,0001	P=0,012	P=0,012	P=0,29
TCV	98	87	3,4 a			
FC	97	82	2,8 b			
Mistura	100	87	2,6 b			
Substratos por espécie	P=0,034	P=0,78	P=0,0043	P=0,010	P=0,028	P<0,0001
<i>A. arguta</i>	100	100	6,3 a			
FC	100	100	4,8 b			
Mistura	100	100	4,4 b			
<i>A. deliciosa</i>	85	85	2,6			
FC	77	77	2,4			
Mistura	81	81	2			
<i>A. chinensis</i>	69	69	1,1			
Mistura	79	79	1,3			

Médias seguidas de mesma letra ou não seguidas de letra, no mesmo grupo (genótipo, substrato ou substrato dentro de genótipo) e na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 5\%$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As melhores condições de enraizamento ex vitro e aclimatização das plântulas foram obtidas em bandejas com alvéolos de 20 mL. A embalagem em caixas transparentes assegurou a manutenção de umidade necessária para a maioria das mudas não desidratarem, sobreviverem e enraizarem. Já o substrato ideal depende da espécie de kiwizeiro, sendo que um composto de turfa é mais adequado para *Actinidia arguta* e *Actinidia chinensis*, enquanto fibra de coco é mais adequado para *Actinidia deliciosa*, ao passo que casca de arroz carbonizada (CAC) provou ser inadequado. Misturas de composto de turfa e fibra de coco, sem casca de arroz, devem ser testadas em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, R.; NISSE, S. J.; SUTTER, E. G. Relationship between indole-3-acetic acid levels in Apple (*Malus pumila* Mill.) rootstocks cultured in vitro and adventitious root formation in presence of indole-3-butyric acid. **Plant Physiology**, v. 89, n. 2, p. 439-443, 1989. Doi: 10.1104/pp.89.2.439
- AUGUSTO, C. S. S.; BIASI, L. A.; TELLES, C. A. Enraizamento e aclimatização de plantas micropropagadas de amoreira-preta cv. Brazos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 473-476, 2006. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000300029>
- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; PIVETTA, K. F. L.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; BELLINGIERI, P. A.; CAMPOS, M. C. C. Condutividade elétrica da solução nutritiva para o cultivo do crisântemo em vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, p. 747-756, 2010. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000300016>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa SDA Nº 17, de 21 de maio de 2007. Aprovar os métodos analíticos oficiais para análise de substratos e condicionadores de solos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de maio 2007. Seção 1, p. 8. Disponível em: < https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/fertilizantes-substratos/copy2_of_INSTRUONORMATIVASDAN17DE21DEMAIODE2007.pdf >. Acesso em: 06 maio de 2020.
- BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Acta Horticulturae**, v. 37, p. 1954-1965, 1974. DOI:10.17660/ActaHortic.1974.37.6
- CATTIVELLO, C. Physical parameters in commercial substrates and their relationships. **Acta Horticulturae**, v. 294, p. 183-196, 1991. DOI: 10.17660/ActaHortic.1991.294.20
- CAVINS, T. J.; WHIPKER, B. E.; FONTENO, W. C.; HARDEN, B.; MCCALL, I.; GIBSON, J. L. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru Extraction Method. **Horticulture Information Leaflet 590**, new 7, 2000. 17 p. Disponível em:< <https://studylib.net/>

doc/14882470/monitoring-and-managing-ph-and-ec-using-the-pourthru-extr.>. Acesso em: 07 fev. 2020.

CHAT, J.; BONNET, A.; MONET, R. Dossier kiwi: Selection de porte-graffe resistents ao gel. **L'arboriculture Fruithere**, v. 3, n. 456, p. 32-33, 1992.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 26, p. 37-44, 1972. Doi: 10.17660/ActaHortic.1972.26.5. Disponível em: <https://www.actahort.org/books/26/26_5.htm>. Acesso em: 26 set. 2012.

DE KLERK, G. J.; BRUGGE, J. T.; MARINOVA, S. Effectiveness of indoleacetic acid, indolebutyric acid and naphthalenacetic acid during adventitious root formation in vitro in Malus 'Jork 9'. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 39-44, 1997.

DEBERGH, P. C.; MAENE, L. J. A scheme for commercial propagation of ornamental plants by tissue culture. **Scientia Horticulturae**, v. 14, n. 4, p. 335-345, april 1981. Doi: 10.1016/0304-4238(81)90047-9.

DIAZ-PÉREZ, J. C.; SUTTER, E. G.; SHACKEL, K. A. Acclimatization and subsequent gas exchange, water relations, survival and growth of microcultured apple plantlets after transplanting them in soil. **Physiologia Plantarum**, v. 95, n. 2, p. 225-232, 1995. Doi: 10.1111/j.1399-3054.1995.tb00831.x.

FERMINO JUNIOR, P. C. P.; RAPOSO, A.; PEREIRA, J. E. S. Enraizamento ex vitro e aclimatização de plantas micropropagadas de *Tectona grandis*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, p. 79-86, jan./mar. 2011.

FERRI, V. C.; KERSTEN, E.; MACHADO, A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de kiwi (*Actinidia deliciosa*, A.Chev.) cultivar Hayward. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 2, n. 1, 63-66, 1996. Doi: 10.18539/CAST.V2I1.155.

GEORGE, E. F. **Plant propagation by tissue culture**. 2nd ed. Exegetic: Edington, 1993, 547p.

GIBF. Global Biodiversity Information Facility. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. Disponível em: <<https://www.gbif.org/pt/tool/81287/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

GONÇALVES, W.; ALMEIDA, J. A. S. de; SALOMON, M. V.; GUERREIRO-FILHO, O. Aclimatização e aclimatação de mudas micropropagadas de híbrido f1 de *Coffea arabica* L. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória. Pesquisa, Inovação e Sustentabilidade dos Cafés do Brasil. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2019.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.) **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-CNPq, 1998. v. 1, p. 183-260.

HARBAGE, J. F.; STIMART, D. P. Effect of pH and 1H-indole-3-butyric acid (IBA) on rooting of apple microcuttings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 121, n. 6, p. 1049-1053, 1996.

HOFFMANN, G. Verbindliche methoden zur untersuchung von TKS und gartnerischen erden. **Mitteilungen der VSLUFA**, v. 6, p. 129-153, 1970.

KÄMPF, A. N. (Coord.). **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

MEIER-DINKEL, A.; BECKER, B.; DUCKSTEIN, D. Micropropagation and ex vitro rooting of several clones of late-flushing *Quercus robur* L. **Annals of Forerst Science**, v. 50, (Suppl), p. 319s–322s, 1993. Doi: 10.1051/forest:19930733.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for a rapid growth and bio assays with tobacco tissues cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962. Doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

OLIVEIRA, J. P. de; COSTA, F. H. da S.; PEREIRA, J. E. S. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira aclimatizadas nas condições da Amazônia Sul Ocidental sob a influência de diferentes substratos e recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 459-465, 2008. Doi: 10.1590/S0100-29452008000200033.

ONO, E. G.; RODRIGUES, J. D.; PINHO S. Z. de. Enraizamento de estacas caulinares de kiwi (*Actinidia chinensis* Planch, cv Abbott) tratadas com auxinas e boro. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 3, p. 462-468, 1995. Doi: 10.1590/S0103-90161995000300010.

PEDROSO, M. C.; OLIVEIRA, M. M.; PAIS, M. S. S. Micropropagation and simultaneous rooting of *Actinidia deliciosa* var. *deliciosa* 'Hayward'. **HortScience**, v. 27, n. 5, p. 443-445, 1992.

PEDROTTI, E. L.; VOLTOLINI, J. A. Enraizamento ex vitro e aclimatização do porta-enxerto de macieira M.9. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 234-239, agosto 2001. Doi: 10.1590/S0100-29452001000200006.

PELIZZA, T. R.; MUNIZ, J.; CAMARGO, P.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Enraizamento ex vitro e aclimatização de plântulas micropropagadas de amoreira-preta 'Xavante' **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 333 - 337, Março 2013. Doi: 10.1590/S0100-29452013000100039.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate fur den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Jberblick. **Plant and Soil**, The Hague, v. 75, n. 3, p. 269-281, 1983.

PONCE, A.; GARDIAZABAL, F. Propagacion del kiwi por estacas. **Revista Fruticola**, Curico, v. 4, n. 1, p. 17-20, 1983.

POSPÍŠILOVÁ, J.; TICHÁ, I.; KADLEČEK, P.; HAISEL, D.; PLZÁKOVÁ, Š. Acclimatization of micropropagated plants to ex vitro conditions. **Biologia Plantarum**, v. 42, n. 4, p. 481-497, 1999.

RIGATO, S. Desarrollan una nueva tecnología para producir plantas de kiwi. **TodoAgro**, 26 de Octubre de 2006. Disponível em:< <http://www.aodoagro.com.ar/noticias/nota.asp?nid=2916>>. Acesso em: 06 maio 2020.

RIGATO, S.; GONZÁLES, A.; HUARTE, M. A. Producción de plântulas de papa a partir de técnicas combinadas de micropropagación e hidroponía para la obtención de semilla prebasica. **Revista Latinoamericana de la Papa**, v. 12, p. 110-120, 2001.

SAQUET, A. A.; BRACKMANN, A. A cultura do kiwi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n.1, p.177-182, 1995.

SILVEIRA, S. V. da; ANZANELLO, R.; SIMONETTO, P. R.; GAVA, R.; GARRIDO, L. da R.; SANTOS, R. S. dos S.; GIRARDI, C. L. **Aspectos técnicos da produção de kiwi**. Bento

Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 82 p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 79). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/662824/aspectos-tecnicos-da-producao-de-quivi>>. Acesso em: 12 maio 2020.

SCHUCK, M. R.; LIPSKI, B.; SILVA, A. L. L. da; CARVALHO, D. C. de; BIASI, L. A. Acclimatização de plantas micropropagadas de videira cv. Bordô (*Vitis labrusca* L.) em diferentes substratos. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 206-212, nov. 2012. Doi: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n4.schuck.

SOARES, F. Farroupilha perde título de capital nacional do kiwi por causa de fungo. **Jornal Zero Hora**, Porto Alegre, 7 jul. 2017. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/campo-e-lavoura/noticia/2017/07/farroupilha-perde-titulo-de-capital-nacional-do-kiwi-por-causa-de-fungo-9835579.html>>. Acesso em 07 jul. 2017.

SOUZA, P. V. D. de; MARODIN, G. A. B. M.; BARRADAS, C. I. N. **Cultura do quivi**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996. 104 p.

SUTTER, E. Stomatal and cuticular water loss from apple, cherry and sweetgum plants after removal from in vitro culture. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 113, n. 2, p. 234-238, 1988.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos, 1995. 215p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).

VAN TELGEN, H. J.; VAN MIL, A.; KUNNEMAN, B. Effect of propagation and rooting conditions on acclimatization of micropropagated plants. **Acta Botanica Neerlandica**, v. 41, n. 4, p. 453-459, 1992. Doi: 10.1111/j.1438-8677.1992.tb00515.x.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 355-372, 2004. Doi: 10.1590/S0100-41582004000400001.

VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 221, p. 19-23, 1988. Doi: 10.17660/ActaHortic.1988.221.1.

XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v. 20, p. 9-16, 1996.

ZUCCHERELLI, G.; ZUCCHERELLI, G. **La Actinidia (Kiwi)**. Madrid: Ediciones Mund Prensa. 1990. 234 p..

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS

Fone: (0xx) 54 3455-8000

Fax: (0xx) 54 3451-2792

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digitalizada (2020)



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Uva e Vinho

Presidente

Adeliano Cargnin

Secretário-Executivo

Edgardo Aquiles Prado Perez

Membros

João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto,

Klecius Ellera Gomes, Luciana Mendonça Prado,

Nubia Poliana Vargas Gerhardt, Rochelle Martins

Alvorcem, Viviane Maria Zanella Bello Fialho

Supervisão editorial

Klecius Ellera Gomes

Revisão de texto

Edgardo Aquiles Prado Perez

Normalização bibliográfica

Rochelle Martins Alvorcem CRB10/1810

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Edgardo Aquiles Prado Perez

Fotos da capa

Lia Rosane Rodrigues