

## **Aclimatização de mudas de abacaxizeiro micropropagado em sistema convencional e semi-hidropônico**

Evaldo Tadeu de Melo, Leila Aparecida Salles Pio, Deniete Soares Magalhães, Paulyene Vieira Nogueira, Dalílhia Nazaré dos Santos

Universidade Federal de Lavras, Aqueça Sol, CEP 37200-900, Lavras, MG, Brasil. E-mails: evaldo.melo@ufla.br, leila.pio@ufla.br, denieteagro@yahoo.com.br, paulyene@gmail.com, dalilhasantos@empaer.mt.gov.br

**Resumo:** Comercialmente o abacaxizeiro é propagado vegetativamente. Para aumentar a taxa de multiplicação e evitar a disseminação de pragas e patógenos, técnicas de propagação *in vitro* têm sido indicadas. Objetivou-se com o presente trabalho, comparar a aclimatização de diferentes tipos de mudas de abacaxizeiro micropropagado, em ambiente convencional de telado e em sistema semi-hidropônico. Foram utilizadas mudas de abacaxizeiro cultivar Pérola, separados em três grupos de acordo com o número de folhas e comprimento da folha 'D'. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 2 x 3, sendo 2 ambientes de aclimatização e 3 tamanhos de mudas, com 4 repetições e 5 mudas por parcela, totalizando 120 mudas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Após 30 dias iniciou-se as avaliações que foram efetuadas mensalmente observando-se a porcentagem de sobrevivência das mudas, número de folhas e comprimento da folha 'D' (cm) até os 120 dias. Ao término do trabalho foram avaliados massa fresca e seca (g) da parte aérea e do sistema radicular, análises anatômicas foliares e radiculares e análises minerais via foliar. Os comprimentos de mudas e os dois ambientes de cultivo proporcionaram alta taxa de sobrevivência das mudas aclimatizadas. Foram observadas pequenas diferenças anatômicas entre os diferentes tamanhos de mudas em relação aos ambientes. A aclimatização do abacaxizeiro micropropagado é mais eficiente mediante o uso de mudas de maior tamanho, sendo mais viável em ambiente convencional.

**Palavras Chave:** *Ananas comosus* L., Propagação *in vitro*, Anatomia foliar e radicular.

## **Aclimatization of micropropagated pineapple seedlings in a conventional and hydroponic system**

**Abstract:** Pineapple is commercially propagated vegetatively. To increase the multiplication rate and prevent the spread of pests and pathogens, *in vitro* propagation techniques have been indicated. The objective of this study was to compare the acclimatization of different types of micropropagated pineapple seedlings, in a conventional greenhouse environment and in a semi hydroponic system. Pineapple seedlings cultivar Pérola were used, separated into three groups according to the number of leaves and leaf length 'D'. The experiment was conducted in a 2 x 3 factorial scheme, with 2 acclimatization environments and 3 seedling sizes, with 4 replications and 5 seedlings per plot, totaling 120 seedlings. The experimental design was completely randomized. After 30 days, evaluations were carried out monthly, observing the percentage of seedling survival, number of leaves and leaf length 'D' (cm) up to 120 days. At the end of the work, fresh and dry mass (g) of shoot and root system, leaf and root anatomical analysis and leaf mineral analysis were evaluated. The lengths of seedlings and the two cultivation environments provided a high survival rate for the acclimatized seedlings. Small anatomical differences were observed between the different sizes of seedlings in relation to the environments. The acclimatization of micropropagated pineapple is more efficient through the use of larger seedlings, being more viable in a conventional environment.

**Keywords:** *Ananas comosus* L., *In vitro* propagation, Leaf and root anatomy..

## Introdução

Na fruticultura moderna tem-se buscado cada vez mais tecnologias que possibilitem a produção de frutas de alta qualidade com menor investimento e alto retorno econômico (Souza et al., 2015). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura [FAO] (2018) o Brasil ocupa uma posição privilegiada no ranking mundial dos países produtores de abacaxi. A terceira posição é brasileira e a tendência é de crescimento, o que significa posições ainda mais superiores no futuro. Em 2018, foram produzidas 27.402.956 toneladas de abacaxi em todo o mundo, sendo que a Costa Rica produziu 3.056.445 t, Filipinas 2.671.711 t e o Brasil 1.766.986.

Comercialmente o abacaxizeiro é propagado vegetativamente, sendo utilizadas diversas partes da planta, como: coroa, filhote, filhote-rebentão e rebentão (Simão, 1998), ou por meio do seccionamento de caule, fazendo tratamento com substâncias reguladoras de crescimento (Coelho et al., 2009).

Para aumentar e acelerar a taxa de multiplicação e evitar a disseminação de pragas e patógenos por meio das mudas convencionais, técnicas de propagação *in vitro* são indicadas e atualmente há diversos protocolos publicados sobre micropropagação de abacaxi (Al-Saif et al., 2011, Usman et al., 2013, Farahani, 2014 & Nelson et al., 2015). Para tanto, é necessário o aprimoramento e o desenvolvimento das técnicas de aclimatização das mudas, visando promover maior porcentagem de sobrevivência, rapidez no processo e facilidade de execução na aclimatização das mudas (Coelho et al., 2007 & Santos et al., 2011). Uma opção que vem sendo testada com sucesso é a hidroponia que, segundo Faquin e Chalfun (2008), tem resultados promissores na produção de mudas frutíferas, ornamentais e florestais, em comparação ao sistema tradicional de produção de mudas em viveiro telado. Além disso, diferentes tamanhos de mudas podem influenciar a velocidade de formação e a qualidade final das mesmas e não há estudos sobre isso, principalmente envolvendo hidroponia.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho, comparar a aclimatização de diferentes tamanhos de mudas de abacaxizeiro micropropagadas, aclimatadas tanto em ambiente convencional de telado quanto em sistema semi-hidropônico.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras [UFLA], Lavras, MG. Foram utilizadas mudas de abacaxizeiro cultivar Pérola, micropropagadas no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da UFLA, utilizando-se o protocolo descrito por Nelson et al. (2015). Quando as mudas estavam com aproximadamente 90 dias, as mesmas foram separadas em três grupos de acordo com o número de folhas e o comprimento da folha `D` (folha mais jovem totalmente desenvolvida). Plantas com média de 6 folhas e folha `D` com 6,2 cm foram consideradas de tamanho pequeno; com média de 9 folhas e folha `D` com 10,4 cm foram consideradas de tamanho médio; e com média de 12 folhas e folha `D` com 12,1 cm foram consideradas de tamanho grande.

Metade das mudas (60) foram colocadas em viveiro telado, coberto com malha tipo Sombrite® com 50% de sombreamento; plantadas em tubetes com capacidade para 288 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato comercial Plantimax®. Ao substrato foi adicionado 5 g.L<sup>-1</sup> do fertilizante de liberação lenta Osmocote® (fórmula 14-14-14). A irrigação foi realizada diariamente de forma manual, com cerca de 100 ml por tubete.

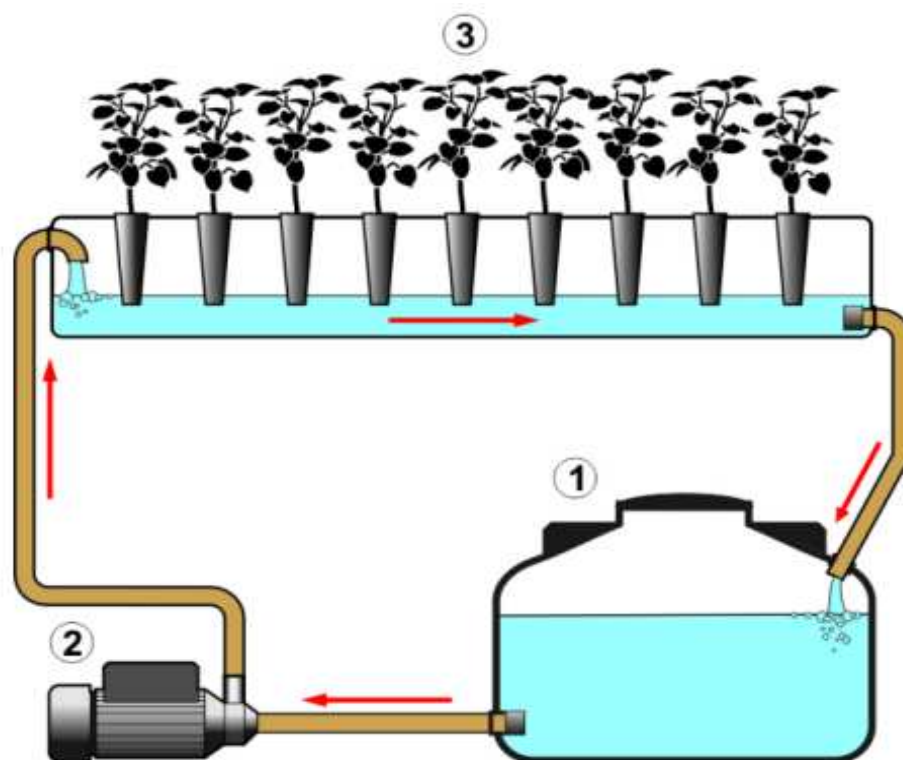
A outra metade das mudas (60) foram colocadas no ambiente de aclimatização sob sistema semi-hidropônico, segundo o sistema modificado por Faquin e Chalfun (2008). Consiste em um sistema intermediário entre o sistema DFT (Deep Film Technique ou Floating) e o NFT (Nutrient Film Technique) conforme a Figura 1.

Neste sistema as mudas continuam a obter os sais minerais da solução nutritiva, porém seu sistema radicular fica envolvido em um substrato inerte. As mudas foram plantadas em tubetes com capacidade para 288 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato tipo vermiculita de grânulos médios. Neste sistema, os tubetes permaneceram em suportes próprios sobre uma caixa rasa nivelada, denominada piscina, onde receberam solução nutritiva. A piscina foi confeccionada de modo que os recipientes permanecessem com sua parte inferior imersa em uma lâmina de solução nutritiva (50mm). A irrigação e a nutrição das plantas ocorreram por capilaridade do substrato presente nos recipientes. A circulação da solução nutritiva nas piscinas foi realizada a cada 15 minutos, por meio de uma moto-bomba ligada ao reservatório. A reposição de nutrientes na solução

nutritiva do reservatório foi efetuada considerando-se a condutividade elétrica. Esta foi ajustada para  $1,6 \text{ mS.cm}^{-1}$ , pela adição das soluções-estoque de macro e micronutrientes. A solução nutritiva utilizada foi proposta por Faquin e Chalfun (2008), em que foram usadas duas fontes de fertilizantes comerciais totalmente solúveis, com a seguinte composição básica em

%: 1) N = 8; P205 = 11; K20 = 38; Mg = 1,6; S = 2,9; B = 0,02; Cu = 0,004; Fe = 0,2; Mn = 0,04; Mo = 0,004 e Zn = 0,02; 2a) N = 12 e Ca = 17. O pH da solução nutritiva foi mantido entre 5,5 e 6,5 e a cada 30 dias a solução do sistema hidropônico foi totalmente substituída. As piscinas de hidroponia foram instaladas sob estufa coberta com filme plástico transparente de 100 micras.

**Figura 1** - Esquema do sistema semi-hidropônico de cultivo de frutíferas: (1) reservatório de solução nutritiva; (2) motobomba e (3) piscina: caixa nivelada dimensionada para receber os suportes que contém os tubetes e mudas.



Fonte: Faquin e Chalfun (2008).

O experimento foi conduzido em esquema fatorial  $2 \times 3$ , sendo 2 ambientes de aclimatização (convencional e semi-hidropônico) e 3 tamanhos de mudas micropropagadas (pequenos, médios e grandes), com 4 repetições de 5 mudas por parcela. Após 30 dias iniciou-se as avaliações mensais da porcentagem de sobrevivência das mudas, número de folhas e o comprimento da folha 'D' até os 120 dias de cultivo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

Ao final do experimento, aos 120 dias, foram retiradas amostras foliares e radiculares

para mensuração de massa fresca e seca e análises anatômicas. O sistema radicular e a parte aérea foram colocados distintamente em sacos de papel e pesados em balança de precisão para obtenção da massa fresca (g), em seguida, foram colocados em estufa com circulação de ar forçado a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , onde permaneceram até atingir peso constante. Posteriormente, foi feita a pesagem em balança com precisão de  $0,001 \text{ g}$ , mensurando assim a massa seca (g) da parte aérea e sistema radicular.

Em seguida, realizou-se a análise mineral foliar das plantas de abacaxizeiro, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Foram analisados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mg) e zinco (Zn).

Para as análises anatômicas, utilizou-se como amostra a região central da folha 'D' das plantas de abacaxizeiro, as quais foram conservadas em etanol 70% (v/v<sup>-1</sup>). As secções transversais foram obtidas em micrótomo de mesa tipo LPC. O preparo das lâminas foi feito conforme protocolo já estabelecido (Kraus & Arduin, 1997).

As lâminas foram observadas e fotografadas em microscópio óptico, modelo Olympus BX 60, acoplado à câmera digital Canon A630. As imagens foram analisadas em software para análise de imagens UTHSCSA ImageJ, com 5 repetições, para cada variável analisada. Nos cortes foliares mensurou-se a densidade estomática (mm<sup>2</sup>) na face abaxial, número de feixes vasculares (mm/linear), espessura do mesofilo (mm) e porcentagem do mesofilo preenchido pelo parênquima aquífero (%). Já para as raízes as avaliações foram somente descritivas, observando-se, por exemplo, a presença ou ausência de aerênquima.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo realizada regressão para dados de comprimento da folha 'D' e número de folhas. Já as médias de porcentagem de sobrevivência, massa seca e fresca da parte aérea e raiz e as médias anatômicas foliares foram submetidas ao teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Para as análises realizadas utilizou-se o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Com relação às análises químicas foliares e anatomia radicular as avaliações foram apenas descritivas.

## Resultados e discussão

Observou-se que para a porcentagem de sobrevivência das mudas, não houve diferença significativa entre os ambientes, no entanto

ocorreu diferença significativa para tamanho inicial destas, uma vez que as de tamanhos grandes tiveram 95,0% de sobrevivência enquanto as de tamanhos médios e pequenos apresentaram 85,0% e 77,5% de sobrevivência, respectivamente.

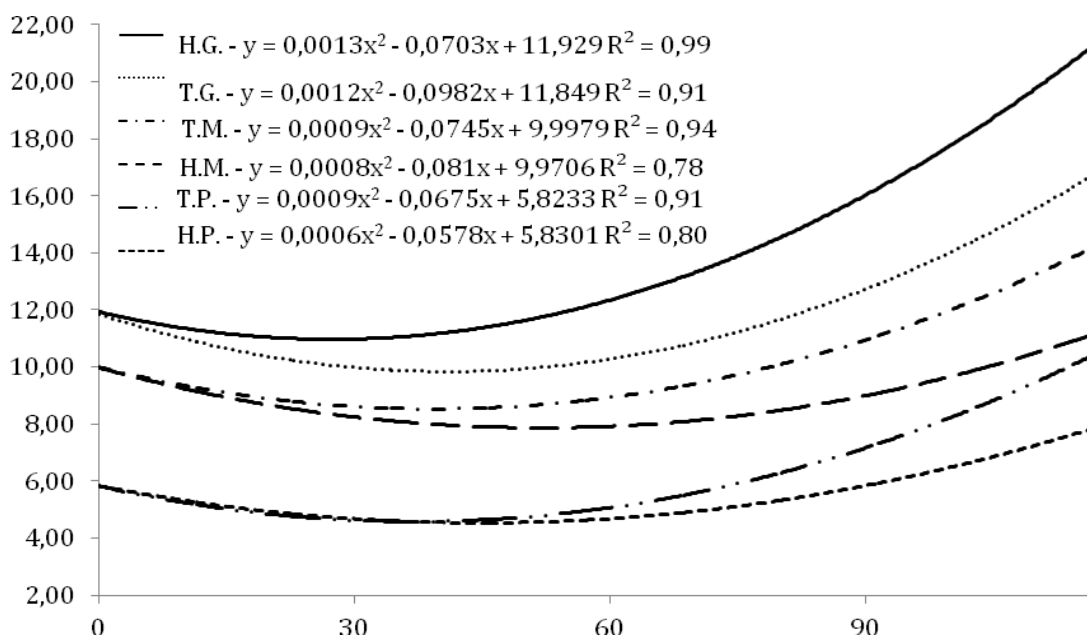
Este fato ocorreu provavelmente em função da quantidade de reserva. As folhas formadas no ambiente *in vitro*, comumente funcionam como órgãos de reserva, que cedem seus nutrientes para as novas folhas que são formadas no ambiente *ex vitro*, durante a aclimatização. Silva et al. (2008) avaliando a aclimatização de diferentes tamanhos de mudas de abacaxi ornamental, obtiveram 100,0% de sobrevivência para mudas com mais de 5,0 cm e 73,0 % para mudas entre 3,0 e 4,0 cm.

Para o comprimento da folha 'D' observou-se que houve uma leve redução no comprimento das folhas para todos os tratamentos (Figura 2). Considera-se que o ambiente *in vitro* é extremamente úmido, cerca de 98% de umidade relativa. Na medida de comprimento de uma folha hidratada, deve-se considerar o incremento em comprimento, mesmo que em milímetros, de todas as células túrgidas. Após a retirada dos frascos de cultivo, as células provavelmente experimentaram um processo de desidratação pela exposição ao ambiente *ex vitro* e, portanto, observou-se o ligeiro déficit em comprimento das folhas. No entanto, a partir do momento que as mudas de abacaxizeiro se adaptaram ao novo ambiente e adquiriram sistema radicular funcional, as folhas 'D' começaram a aumentar seu comprimento, até os 120 dias, quando foi realizada a última avaliação.

Foi observado ainda que, em ambiente de telado, a folha 'D' referente às mudas de tamanhos médio e pequeno apresentaram desenvolvimento superior se comparadas às de mesmos tamanhos em sistema semi-hidropônico.

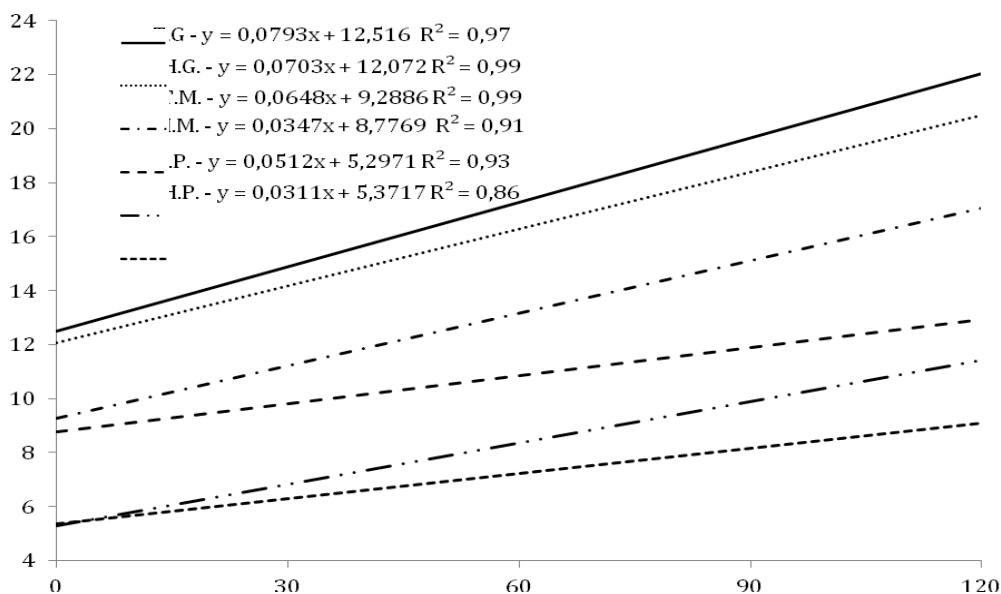
Em relação a variável número de folhas, houve um aumento linear para todos os tratamentos, sendo que para os três tamanhos de mudas, o ambiente sob telado proporcionou maior número de folhas em comparação com o ambiente semi-hidropônico (Figura 3).

**Figura 2** - Comprimento da folha `D` (cm) de mudas de abacaxizeiro cv. Pérola, até os 120 dias após a aclimatização. T.G. = Muda de propágulo grande sob telado; H.G. = Muda de propágulo grande sob hidroponia; T. M. = Muda de propágulo médio sob telado; H.M. = Muda de propágulo médio sob hidroponia; T. P. = Muda de propágulo pequeno sob telado; H.P. = Muda de propágulo pequeno sob hidroponia.



Fonte: dados da pesquisa

**Figura 3** - Número de folhas de mudas de abacaxizeiro cultivar Pérola, até os 120 dias após aclimatização. T.G. = Muda de propágulo grande sob telado; H.G. = Muda de propágulo grande sob hidroponia; T. M. = Muda de propágulo médio sob telado; H.M. = Muda de propágulo médio sob hidroponia; T. P. = Muda de propágulo pequeno sob telado; H.P. = Muda de propágulo pequeno sob hidroponia.



Fonte: dados da pesquisa.

Quanto à avaliação da massa seca tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, verificou-se que os acúmulos foram superiores sob o ambiente convencional de telado. Ou seja, as plantas de abacaxizeiro apresentaram maior incremento de carbono quando mantidas sob telado e não sob o aparente conforto hídrico do ambiente semi-hidropônico. Possivelmente a solução hidropônica possa ter comprometido o crescimento das plantas, uma vez que o excesso de sais foi prejudicial. Cuidados devem ser tomados em sistemas semi-hidropônicos cujos insumos possam apresentar elementos, como antagonismo ou sinergismo que podem interferir em seu metabolismo. Em estudo realizado com adubação nitrogenada e potássica de plantas frutíferas, Almeida et al. (2014) observaram a interação nitrogênio-potássio no crescimento de mudas, evidenciando que a disponibilidade de K aumenta a eficiência do uso de N pela planta e, o emprego de quantidades adequadas desses nutrientes aponta vantagens, também, sobre o desenvolvimento do sistema radicular. Outros nutrientes apresentam, eventualmente, antagonismo; isso ocorre quando o excesso de um elemento diminui a absorção do outro, como é o caso do fósforo e do zinco. A combinação de doses elevadas de P com doses baixas de Zn reduziu a disponibilidade do micronutriente para plantas de pitaita em crescimento inicial, devido a possibilidade do P, em doses elevadas, precipitar o Zn na forma de  $Zn_3(PO_4)_2$  (Corrêa et al., 2014).

Observou-se na tabela 1, que as mudas advindas de propágulos grandes apresentaram maior teor de massa seca, tanto em telado (4g na parte aérea e 1,22g na raiz) quanto em hidroponia (3,64g na parte aérea e 0,26 na raiz). Tal fato já era esperado, pois o tamanho está estritamente ligado ao peso/massa. De forma geral, plantas no ambiente convencional de telado, sempre apresentaram massa fresca ou seca, da parte aérea ou raiz superiores às mudas de hidroponia. A única exceção foi massa fresca da parte aérea para mudas de tamanho grande em sistema semi-hidropônico, que foi maior (39,69g) em relação ao telado (29,56g) (Tabela 1).

Mudas maiores provavelmente tem mais açúcares que ajudam a limitar danos de estresse oxidativo em plantas, além disso, essas reservas podem auxiliar no melhor pegamento das plantas. É possível que mudas de abacaxizeiro

necessitem de um aporte maior de carbono para se desenvolverem bem neste tipo de sistema. Assim, novos estudos podem ser realizados para avaliar o comportamento diferencial de mudas maiores de abacaxizeiro no sistema de hidroponia.

Em relação à análise química dos abacaxizeiros aclimatizados, foi realizada uma análise descritiva dos dados em que observou-se valores similares para os teores de nutrientes nas mudas de diferentes tamanhos. No entanto, em termos de valores absolutos houve diferença quanto ao ambiente de aclimatização das mesmas (Tabela 2). Tal fato é importante, pois segundo Pegoraro et al. (2014) o estado nutricional do abacaxizeiro tem grande influência no crescimento, produção e qualidade dos frutos.

Para nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e ferro (Fe) valores maiores são observados nas mudas aclimatizadas no ambiente convencional de telado. Já para cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) valores maiores foram encontrados no ambiente semi-hidropônico. Com relação a cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e boro (B), os valores encontrados foram similares entre as mudas aclimatizadas nos dois ambientes.

Como as plantas em ambos ambientes tiveram nutrição de forma distinta, especialmente quanto à forma de aplicação, já que em sistema semi-hidropônico a solução nutritiva ficava de forma constante em contato com o sistema radicular, esperava-se que realmente a quantidade de nutrientes iria variar conforme os tratamentos, no entanto acreditava-se que neste tipo de sistema os valores nutricionais seriam maiores, mas isso não foi observado para todos os nutrientes. Assim, este é mais um indicativo de que o abacaxizeiro não se adaptou bem ao sistema.

Para as mensurações anatômicas observou-se que o número de estômatos não variou entre os dois ambientes de aclimatização. Os estômatos são responsáveis, dentre outras funções, pela transpiração (Taiz & Zeiger, 2016). Isso pode significar que tanto em ambiente semi-hidropônico quanto convencional, as plantas de abacaxizeiro estavam experimentando o mesmo padrão térmico.

**Tabela 1** - Massa seca (MS) e fresca (MF) da parte aérea (PA) e do sistema radicular (SR) de mudas de abacaxizeiro cultivar Pérola, advindas de propágulos de três tamanhos diferentes e aclimatizadas em ambiente convencional de telado e semi-hidropônico.

Ambiente	Conv.	Hidro.	Conv.	Hidro.	Conv.	Hidro.	Conv.	Hidro.
	MS PA	MS PA	MS SR	MS SR	MF PA	MF PA	MF SR	MF SR
Pequeno	1,16 a C	0,33 b B	0,45 a C	0,03 b B	9,66 a B	3,14 a B	3,60 a B	0,19 b B
Médio	2,75 a B	0,98 b B	0,92 a B	0,07 b B	23,28 a A	9,59 b B	7,37 a A	0,56 b AB
Grande	4,00 a A	3,64 a A	1,22 a A	0,26 b A	29,56 b A	39,69 a A	8,75 a A	1,89 b A

Fonte: Dados da pesquisa.

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha dentro de cada parâmetro, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

**Tabela 2** - Teores dos nutrientes presentes na massa seca das folhas de mudas de abacaxizeiro Pérola, advindas de mudas de três tamanhos diferentes (pequeno, médio e grande) e aclimatizadas em ambiente convencional de telado e semi- hidropônico.

Ambiente/ Propágulo	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
	%						ppm				
Semi-Hidropônico/ Pequeno	0,98	0,26	2,34	0,52	0,49	0,28	27,3	3,2	265,1	29,5	184,3
Semi-Hidropônico/ Médio	0,92	0,23	1,76	0,61	0,48	0,25	36,1	3,6	309,7	29,8	209,1
Semi-Hidropônico/ Grande	0,88	0,22	1,76	0,63	0,49	0,16	32,9	3,2	331,4	33,3	166,3
Convencional/ Pequeno	3,55	0,36	3,55	0,50	0,71	0,23	43,5	0,3	71,1	8,5	510,3
Convencional/ Médio	3,17	0,38	4,05	0,50	0,59	0,20	45,8	0,0	78,8	9,2	332,8
Convencional/ Grande	2,50	0,34	3,38	0,44	0,51	0,19	36,3	0,0	69,5	10,3	220,2

Fonte: Dados da pesquisa



Quanto ao número de feixes vasculares, não foi verificada diferença significativa para as mudas grandes e médias aclimatizadas sob telado e hidroponia. Na literatura, há relato de muitas espécies desenvolvidas *in vitro*, em que não se observa uma conexão eficiente dos tecidos vasculares entre raízes e parte aérea (Larraburu et al., 2010 & Ananthakrishnan et al., 2002). O fato de não haver distinção significativa entre os feixes vasculares formados nos distintos ambientes de aclimatização, pode-se inferir que a adaptação do abacaxizeiro foi bem sucedida em ambos os ambientes.

Para a espessura do mesofilo, exceto para mudas grandes, as mudas aclimatizadas sob telado apresentaram maior espessura do mesofilo. Segundo Castro et al. (2009), folhas desenvolvidas em ambiente com mais radiação desenvolvem mais camadas de células no mesofilo e, portanto são mais espessas. No entanto no presente trabalho as plantas ficaram sob sombrite 50% e mesmo assim, aumentaram a espessura do mesofilo, em relação ao ambiente semi-hidropônico, evidenciando ainda mais que as plantas de abacaxizeiro não se adaptaram bem a solução nutritiva ou à natureza do sistema semi-hidropônico de alguma forma.

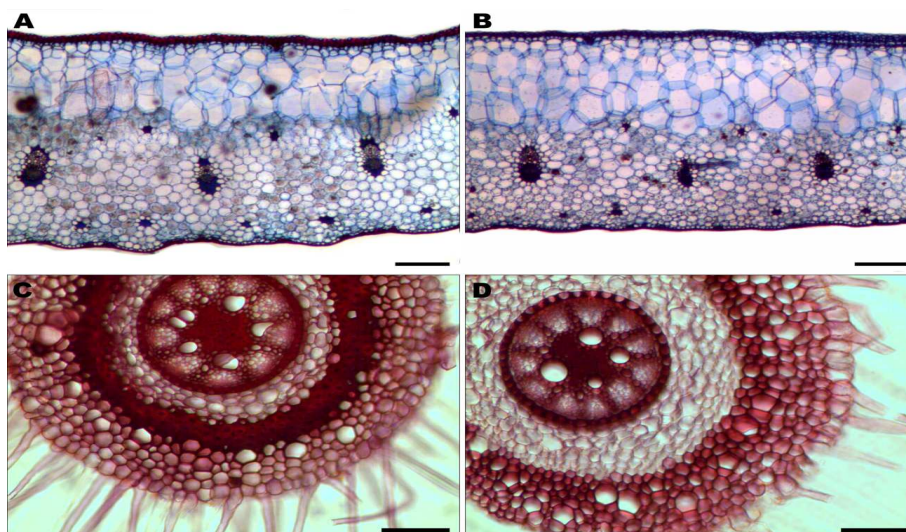
Quanto ao parênquima aquífero, notou-se que exceto para as mudas grandes sob ambiente convencional, as plantas aclimatizadas em ambiente hidropônico apresentaram maior porcentagem de parênquima aquífero em relação ao córtex da folha. O parênquima aquífero é uma característica de plantas xerófitas e tem a função de armazenar água (Castro et al., 2009).

Portanto, é uma característica inerente ao abacaxizeiro, o qual devido à ampla disponibilidade hídrica no ambiente semi-hidropônico, este tecido teve a oportunidade de se desenvolver mais neste ambiente.

Nas figuras 4A e 4B foi possível observar que a folha desenvolvida sob telado possui cutícula mais espessa, característica influenciada diretamente pelo ambiente que a folha se desenvolveu. Na figura 4C, observou-se que a raiz desenvolvida em substrato possui uma faixa abundante de fibras, o que não ocorreu na raiz que se desenvolveu em ambiente semi-hidropônico (Figura 4D). Na figura 4D é possível observar uma região grande preenchida por aerênquima, característica comum de raízes que se desenvolvem em ambientes úmidos.

No presente trabalho, de forma geral, observou-se que todos os tamanhos de mudas, bem como ambos os ambientes de cultivo, proporcionam alta taxa de sobrevivência das mudas aclimatizadas. As mudas originadas de propágulos grandes ficaram aptas para ir ao campo aos 120 dias após o transplante para o ambiente de aclimatização, além de apresentarem bom desenvolvimento e acúmulo de massa seca em ambos os ambientes e sistema radicular desenvolvido. Já as mudas originadas de propágulos médios apresentam bom desenvolvimento e acúmulo de massa seca no ambiente de telado. Além disso, foram observadas pequenas diferenças anatômicas entre os tamanhos de mudas e os distintos ambientes de aclimatização.

**Figura 4** - Fotomicrografias das seções transversais das folhas e da raízes de mudas de abacaxizeiro cv Pérola aclimatizados sob distintos ambientes de cultivo, A = seção transversal das folhas sob ambiente convencional de telado; B = seção transversal das folhas sob ambiente semi-hidropônico; C = seção transversal das raízes sob ambiente convencional de telado e D = seção transversal das raízes sob ambiente semi-hidropônico (barra: A e B = 200µm; C e D = 100 µm).



Fonte: foto dos autores



## Conclusões

O ambiente convencional de telado é mais viável a aclimatização do abacaxizeiro micropropagado;

A aclimatização do abacaxizeiro é mais eficiente mediante o uso de propágulos grandes.

## Referências

- Almeida, E. I. B., et al. (2014) Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 36 (4), 1018-1027.
- Al-Saif, A.M., Hissain, A.B.M.S, & Taha, R.M. (2011). Effects of benzylaminopurine and naphthalene acetic acid on proliferation and shoot growth of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) in vitro. *African Journal of Biotechnology*, Nairobi, 10 (27) 5291-5295. DOI: 10.5897/AJB11.370.
- Ananthakrishnan, G., et al. (2002). In vitro adventitious shoot formation from cotyledon explants of cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Scientia Horticulturae*, Holanda, 93, 343-355.
- Castro, E. M., Pereira, F. J., & Paiva, R. (2009). *Histologia Vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos* (234p). Lavras: UFLA.
- Coelho, R. I., et al. (2007). Coroa do abacaxi 'SmoothCayenne' na produção de mudas do tipo rebentão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, (31), 1867-1871.
- Coelho, R. I., et al. (2009). Brotação de gemas em secções de caule de abacaxizeiro 'SmoothCayenne' tratadas com reguladores de crescimento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 31 (1), 203-209.
- Corrêa, M. C. M., et al. (2014) Crescimento inicial de pitaia em função de combinações de doses de fósforo-zinco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 36, 261-270.
- Faquin, V., & Chalfun, N. N. J. (2008). *Hidromudas: processo de produção de porta-enxerto de mudas frutíferas, florestais e ornamentais enxertadas em hidroponia (BRN.PI 0802792-7)*. Rio de Janeiro: INPI.
- Farahani, F. (2014). Micropropagation and growth of in vitro pineapple (*Ananas comosus* Merr) in Iran. *Plant Archives*, Muzaffarnagar, 14 (1), 337-341.
- Ferreira, D. F. (2011). SISVAR: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras: UFLA, 35 (6), 1039-1042.
- Kraus, J. E., & Arduin, M. (1997). *Manual básico de métodos em morfologia vegetal* (198p). Rio de Janeiro: UFRRJ.
- Larraburu, E., Apóstolo, N., & Liorente, B. (2010). Anatomy and morphology of photinia (*Photinia x fraseri* Dress) in vitro plants inoculated with rhizobacteria. *Trees*, 24, 635-642.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S.A (1997). *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações* (319p). Piracicaba: POTAFOS.
- Nelson, B, J. Asare, P. A., & Arthur Jr., R. (2015). In vitro growth and multiplication of pineapple under different duration of sterilization and different concentrations of benzylaminopurine and sucrose. *Biotechnology*, Faisalâbâd, 14 (1), 35-40.
- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. (2018). *FAOSTAT*. Recuperado em maio, 2021, de <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx/>.
- Pegoraro, R. F. S., et al. (2014). Macronutrient uptake, accumulation and Nelson export by the irrigated 'Vitoria' pineapple plant. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, 38 (3), 896-904.
- Santos, P. C., et al. (2011). Fungos micorrízicos no crescimento e nutrição de rebentos oriundos de coroa de abacaxi. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33 (1 nesp.), 658-665.
- Silva, K. J. D., Souza, V. A. B., & Gomes, R. L. F. (2008) . Efeito da altura de mudas na adaptação pós-cultivo *in vitro* de abacaxizeiro ornamental. *Revista Ceres*, Viçosa, 55 (6), 551-555.
- Simão, S. (1998). *Tratado de fruticultura* (760p). Piracicaba: FEALQ.

Souza, A. G., et al. (2015). Massa seca e acúmulo de nutrientes em mudas enxertadas de pereira em sistema hidropônico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 37 (1), 240.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2016). *Plant physiology* (888p, 6th ed). Sunderland: Sinauer Associates.

Usman, I.S., et al. (2013). Development of an efficient protocol for micropropagation of pineapple (*Ananas comosus* L. var. Smooth Cayenne). *African Journal of Agricultural Research*, Nairobi, 8 (18) 2053-2056.

Recebido em: 05/07/2020

Aceito em: 05/08/2021