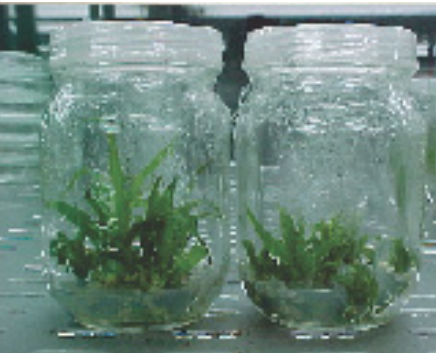


Aclimatização de Mudas Micropropagadas de Abacaxizeiro Ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*)



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 154

Aclimatização de Mudanças Micropropagadas de Abacaxizeiro Ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*)

Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho

Guilherme Vieira do Bomfim

Benito Moreira de Azevedo

Thales Vinícius de Araújo Viana

Raquel Aparecida Furlan

Fred Carvalho Bezerra

Rubens Sonsol Gondim

Kárcia Manoela Arruda Silva de Oliveira

Denise Vieira Vasconcelos

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.cnpat.embrapa.br
cnpat.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Marlon Vagner Valentim Martins*

Secretário-Executivo: *Marcos Antonio Nakayama*

Membros: *José de Arimatéia Duarte de Freitas, Celli Rodrigues Muniz, Renato Manzini Bonfim, Rita de Cassia Costa Cid, Rubens Sonsol Gondim, Fábio Rodrigues de Miranda*

Revisão de texto: *Marcos Antonio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Edineide Maria M. Maia*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

Fotos da capa: *Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho*
e *Guilherme Vieira do Bomfim*

1ª edição (2012): versão eletrônica

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) / Ana Cristina P. P. de Carvalho... [et al.] – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

40 p. : 15 cm x 21 cm. – (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 2179-8184, 156).

1. Abacaxizeiro ornamental. 2. Micropropagação. 3. Aclimatização. I. Carvalho, Ana Cristina Portugal Pinto de. II. Bomfim, Guilherme Vieira do. III. Azevedo, Benito Moreira de. IV. Viana, Thales Vinícius de Araújo. V. Furlan, Raquel Aparecida. VI. Bezerra, Fred Carvalho. VII. Gondim, Rubens Sonsol. VIII. Oliveira, Kácia Manoela Arruda Silva de. IX. Vasconcelos, Denise Vieira. X. Título. XI. Série.

CDD 634.774

© Embrapa 2012

Autores

Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho

Bióloga, D.Sc. em Genética, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, cristina.carvalho@embrapa.br

Guilherme Vieira do Bomfim

Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Engenharia Agrícola, doutorando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, guile01@ig.com.br

Benito Moreira de Azevedo

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Irrigação e Drenagem, professor da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, benitoazevedo@hotmail.com

Thales Vinícius de Araújo Viana

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Irrigação e Drenagem, professor da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, thales@ufc.br

Raquel Aparecida Furlan

Engenheira-agrônoma, D.Sc em Irrigação e Drenagem, Fiscal Federal Agropecuária do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, lotada na Superintendência

Federal de Agricultura do Rio Grande do Norte,
Natal, RN, raquel.furlan@agricultura.gov.br

Fred Carvalho Bezerra

Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Produção
Vegetal, pesquisador da Embrapa Agroindústria
Tropical, Fortaleza, CE, fred.bezerra@embrapa.br

Rubens Sonsol Gondim

Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Irrigação e
Drenagem, pesquisador da Embrapa Agroindústria
Tropical, Fortaleza, CE, rubens.gondim@embrapa.br

Kárcia Manoela Arruda Silva de Oliveira

Física pela Universidade Estadual do Ceará,
Fortaleza, CE, kmanoela@ymail.com

Denise Vieira Vasconcelos

Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Irrigação e
Drenagem, Universidade Federal do Ceará,
Fortaleza, CE, denisevasconcelos@hotmail.com

Apresentação

As tecnologias de produção de mudas micropropagadas devem buscar melhorias em todas as etapas do processo, especialmente na aclimatização, por meio do manejo adequado de fatores como substrato e irrigação. A manipulação correta desses fatores pode trazer benefícios aos produtores, às plantas e ao ambiente.

A utilização do substrato à base do pó da casca do coco em recipientes adequados, por exemplo, tem possibilitado a maior produção de mudas aclimatizadas e a redução dos custos pelo uso de resíduo abundante e de fácil aquisição. Ademais, a prática adequada da irrigação tem diminuído os custos com água e energia e maximizado a propagação de espécies ornamentais.

Visando atender às exigências do mercado nacional e do internacional de flores e plantas ornamentais, a disponibilidade de mudas de abacaxizeiro ornamental de alta qualidade genética e fitossanitária é de grande importância.

Com o objetivo de fornecer informações técnicas sobre a etapa de aclimatização, no processo de produção de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental, a Embrapa Agroindústria Tropical apresenta este Documento, resultado de projetos desenvolvidos em parceria com o Banco do Nordeste do Brasil/Etene/Fundeci e a Universidade Federal do Ceará /Departamento de Engenharia Agrícola.

Vitor Hugo de Oliveira

Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução.....	9
Revisão de literatura	11
Fatores de produção na aclimatização	14
Irrigação na aclimatização das mudas.....	16
Metodologia de aclimatização	18
Resultados e discussão	25
Conclusões.....	33
Agradecimentos	33
Referências	34

Aclimatização de Mudas Micropropagadas de Abacaxizeiro Ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*)

Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho

Guilherme Vieira do Bomfim

Benito Moreira de Azevedo

Thales Vinicius de Araújo Viana

Raquel Aparecida Furlan

Fred Carvalho Bezerra

Rubens Sonsol Gondim

Kárcia Manoela Arruda Silva de Oliveira

Denise Vieira Vasconcelos

Introdução

Atualmente, o Brasil é o único país com cultivos comerciais de abacaxizeiro ornamental. Os plantios são prioritariamente voltados para atender ao mercado externo e se concentram no Nordeste, principalmente nos estados do Ceará (Figura 1) e Rio Grande do Norte (SOUZA et al., 2012).

Figura 1. Plantio comercial de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*), em Horizonte, Ceará.



Foto: Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho

As principais variedades de abacaxizeiro ornamental comercializadas são *Ananas comosus* var. *erectifolius*, *A. comosus* var. *bracteatus* e *A. comosus* var. *ananassoides*, sendo a primeira a mais cultivada (CARVALHO et al., 2009).

A variedade *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & Leal caracteriza-se por ser terrestre, geralmente se desenvolve em campo aberto sob alta luminosidade, em solos arenosos e de clima tropical. As folhas, desprovidas de espinhos, são rígidas, espessas e eretas, com aproximadamente 1,0 m de comprimento e 3,5 cm de largura, apresentando coloração púrpura. A infrutescência é reta, de coloração vermelha, com tamanho entre 8 cm e 10 cm, além da coroa, que é relativamente grande (Figura 2) (BORGES et al., 2003).



Figura 2. Infrutescência de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*).

A micropropagação é uma alternativa viável para a produção de mudas dessa espécie, ao permitir a obtenção de plantas em escala comercial, com elevada qualidade genética e fitossanitária em curto período de tempo. O processo de micropropagação consta, normalmente, de cinco etapas: seleção da planta matriz, isolamento do explante a ser introduzido in vitro, multiplicação, enraizamento e alongamento das brotações, e aclimação das mudas produzidas.

A aclimatização refere-se à transferência da muda de um ambiente controlado, asséptico, rico em nutrientes e com elevada umidade, para um ambiente não controlado, séptico e com baixa umidade. Esse processo tem causado perda e/ou baixa taxa de crescimento das plantas, e por isso é uma etapa crítica, representando o principal gargalo na micropropagação de muitas espécies.

Diversos fatores podem influenciar a aclimatização das mudas micropropagadas, merecendo destaque o substrato e o sistema de irrigação. Os substratos proporcionam um melhor controle da nutrição mineral, dos problemas relacionados com salinização e da incidência de pragas e doenças. O manejo da irrigação, isto é, a quantidade de água e a sua frequência de aplicação, possibilita o desenvolvimento adequado das mudas micropropagadas, bem como a redução dos custos com água e energia.

A escolha do recipiente, substrato e manejo correto da irrigação é um dos principais problemas que muitos produtores têm enfrentado, pois existem poucas informações técnicas ou científicas sobre o manejo das mudas do abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) durante a fase de aclimatização.

Revisão de Literatura

Micropropagação

Devido à elevada demanda do mercado, mudas de algumas espécies de flores e plantas ornamentais já são produzidas por micropropagação, uma técnica da cultura de tecidos que, segundo Torres et al. (1998), permite a obtenção de plantas em escala comercial, com elevada qualidade genética e fitossanitária em curto prazo e menor espaço físico.

O uso de mudas micropropagadas nos plantios comerciais de abacaxizeiro comestível justifica-se pela alta qualidade em relação ao vigor e à uniformidade, pela ausência de pragas e doenças e pela

presença de um sistema radicular bem desenvolvido (GUERRA et al., 1999). Essas considerações também se aplicam às mudas de abacaxizeiro ornamental produzidas *in vitro*, e são fundamentais para se iniciarem novos plantios com sucesso.

Os trabalhos de pesquisa mais recentes sobre a produção de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental vêm sendo realizados por vários autores (BOMFIM et al., 2007a, 2007b; AZEVEDO et al., 2008; DIAS et al., 2008; PASQUAL et al., 2008; SANTOS, 2008a, 2008b; SANTOS et al., 2008; SILVA et al., 2008; CARVALHO et al., 2009; CORREIA et al., 2009; QUIRINO et al., 2009; SOUZA et al., 2009; CORREIA et al., 2010; DIAS et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010; BOMFIM et al., 2011; CORREIA et al., 2011; DIAS et al., 2011a, 2011b; MOREIRA et al., 2011). Entretanto, poucos são os estudos que tratam dos aspectos relacionados à etapa de aclimatização das mudas (BOMFIM et al., 2007a, 2007b; AZEVEDO et al., 2008; SILVA et al., 2008; CORREIA et al., 2010; DIAS et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010; BOMFIM et al., 2011).

Aclimatização de mudas micropropagadas

A aclimatização tem como objetivo superar os estresses provocados pela mudança do ambiente *in vitro* para o *ex vitro* (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998). O sucesso dessa técnica requer que as plantas que se desenvolveram heterotroficamente, em condições de alta umidade, posteriormente se desenvolvam autotroficamente em condições de moderada ou baixa umidade (ZIMMERMAN, 1988).

Segundo Souza et al. (2009), um procedimento inicial que deve ser considerado na aclimatização é a eliminação de plantas com pouca chance de sobrevivência, como é o caso daquelas que apresentam hiperidratação ou má-formação. Entre os cuidados mais importantes a serem observados, está a manutenção de uma boa condição de umidade, a fim de evitar uma rápida desidratação. De forma geral, as plantas oriundas do cultivo *in vitro* possuem folhas com baixas quantidades de cerinas e cutinas, que funcionam como substâncias

protetoras, evitando a acelerada perda de água. Além disso, a ultraestrutura de uma planta in vitro é diferente daquela gerada in vivo, considerando que suas raízes são pouco funcionais e o aparato fotossintético tem um papel inexpressivo (SOUZA et al., 2006).

O tempo de aclimatização e desenvolvimento das mudas de abacaxizeiro ornamental até o ponto de ir a campo pode se estender por até 5 meses e dependerá de uma série de fatores, sendo a variedade o de maior importância. A primeira fase de aclimatização, sob condições de casa de vegetação (ou estufa), pode levar aproximadamente 3 meses, e durante esse período as plantas necessitam de umidade elevada (de 50% a 70%), temperatura em torno de 30 °C e luminosidade reduzida com o uso de tela preta ou sombrite (SOUZA et al., 2009). O desenvolvimento inicial costuma ser lento, mas o pegamento das mudas não apresenta nenhum problema, e as taxas de sobrevivência alcançam 100% na maioria das vezes.

Segundo Souza et al. (2009), ao atingirem o tamanho ideal, as mudas são transportadas para o telado visando a uma melhor adaptação à incidência solar, por aproximadamente 20 a 30 dias, quando podem então ser transferidas para os canteiros, que podem ser a céu aberto. Esses autores enfatizam que o tempo de permanência das mudas em canteiros é de 3 a 5 meses, até as mudas atingirem desenvolvimento ideal para serem plantadas em campo, com tamanho adequado de 30 cm a 40 cm de altura.

Na literatura, são poucos os trabalhos realizados com a aclimatização de mudas micropropagadas do abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*): Bomfim (2007a, 2007b) testaram tipos e volumes de substratos, Correia et al. (2010) estudaram tipos de substratos e adubação, Azevedo et al. (2008) avaliaram lâminas, e Bomfim et al. (2011), frequências de irrigação. A altura ideal das mudas para aclimatização foi pesquisada por Silva et al. (2008).

Fatores de Produção na Aclimatização

Tipos de substrato

A escolha do substrato deve ser baseada na disponibilidade do material e na exigência da espécie. Todavia, de uma maneira geral, as bromeliáceas preferem substratos ligeiramente ácidos, bem drenados e não compactados, para um bom desenvolvimento do sistema radicular (PAULA, 2000).

A composição do substrato pode ser muito variável, mas deve apresentar como principais características: baixa densidade (isto é, ser leve), boa retenção de umidade e alta porosidade. Para tanto, podem ser feitas misturas de diferentes materiais, como, por exemplo: vermiculita, turfa, casca de pinus, casca de eucalipto, casca de arroz carbonizada, pó de fibra de coco, esterco e compostos orgânicos diversos, entre outros.

Segundo Paula (2000), os substratos mais empregados são aqueles formados por combinações de materiais inertes (areia, argila expandida, etc.) ou quimicamente ativos (vermiculita, fibra de coco, etc.), com compostos orgânicos (húmus de minhoca, esterco bovino, etc.).

Atualmente, os substratos obtidos a partir de frutos do coco têm se mostrado como um dos melhores meios de cultivo para a produção de mudas em recipientes. O pó do coco maduro é um material vegetal 100% natural, renovável, muito leve e com características semelhantes às melhores turfas de esfagno, encontradas no norte da Europa e na América do Norte. O pó do coco seco está sendo indicado como substrato agrícola por apresentar uma boa estrutura e ser um material biodegradável (ROSA et al., 2002). Adicionalmente, possui boas características físicas, como retenção de umidade, alta porosidade e baixa densidade, de forma que, quando usado em mistura com um substrato comercial, melhora essas características e ainda torna o composto mais leve. Além disso, a sua utilização em mistura

reduz o custo de aquisição de substratos comerciais industrializados e ajuda a eliminar o excesso de resíduo da agroindústria (LEMLE, 2005). Por apresentar níveis variáveis de salinidade e nutrientes, é imprescindível a sua caracterização em termos de condutividade elétrica, pois, dependendo do tipo de cultivo a ser utilizado, poderá ser necessária uma etapa de lavagem. Esse procedimento é efetuado de forma a lixiviar os sais que conferem altos valores de salinidade ao material (ROSA et al., 2001). De acordo com Marinho et al. (1998), o abacaxizeiro pode ser considerado medianamente tolerante à salinidade, suportando concentrações salinas de até 4 dS/m. Para substratos comerciais, uma complementação mineral pode ser feita com adubos químicos, produzidos por empresas do ramo e que podem ser usados com resultados satisfatórios. De acordo com o fabricante, esses substratos normalmente são submetidos, além da complementação mineral, ao tratamento físico ou químico para eliminação de pragas e patógenos.

Para substratos preparados pelo próprio produtor de mudas, recomenda-se a análise química e o tratamento fitossanitário do material. Atualmente, já existe tecnologia disponível para tratamento do substrato via aquecimento solar, conhecida como solarização, de fácil manejo e custo viável economicamente (GUINI, 1997). Também existem equipamentos movidos a gás ou óleo, que efetuam a desinfestação do solo.

Volumes de substrato

O volume de substrato, representado pela dimensão do recipiente, é uma característica muito importante, uma vez que a quantidade de material é um fator que possui relação direta com o desenvolvimento vegetal e com os custos de produção (MACEDO, 1993).

Os recipientes proporcionam condições adequadas para a formação do sistema radicular das mudas (FONSÊCA, 2001), facilitam o plantio e os tratamentos culturais, como irrigação, desbaste, controle fitossanitário, entre outros (BEZERRA, 2003) e maximizam a sobrevivência das plantas no campo (FONSÊCA, 2001). Ademais, o tamanho do recipiente influencia

diretamente o custo final da muda, já que daí resulta a quantidade de substrato a ser utilizada, o espaço que irá ocupar no local de cultivo, a mão de obra utilizada no transporte, na remoção para a aclimatização e na retirada para a entrega ao produtor, além da influência na quantidade de insumos que irá necessitar (QUEIROZ; MÉLEM JÚNIOR, 2001).

Segundo Souza et al. (2006), existe no mercado uma gama de recipientes que podem ser indicados de acordo com o que se pretende aclimatizar. Os recipientes mais utilizados são os tubetes plásticos e as bandejas de isopor/plástico, que podem ser de variados tamanhos e usados de acordo com as características da espécie. Os autores enfatizam que, entre as várias alternativas que existem, um aspecto muito importante é que o recipiente utilizado não comprometa a perfeita drenagem, necessária para o sucesso da aclimatização.

Irrigação na Aclimatização das Mudas

Lâminas de irrigação

A irrigação é uma prática importante no processo de aclimatização, devendo adaptar-se aos critérios de suprimento de umidade no solo relativo a cada cultura, classe de solo e clima. Portanto, deve ser cuidadosamente aplicada durante todo o período de desenvolvimento vegetativo da cultura para evitar problemas relacionados com o déficit ou com o excesso de umidade (DOORENBOS; PRUITT; 1997).

Em relação, ao abacaxizeiro ornamental, não existe, na literatura, informações sobre a quantidade de água que deve ser utilizada durante a aclimatização de mudas micropropagadas dessa espécie.

Lâmina d'água em excesso pode causar lixiviação de nutrientes pela percolação abaixo da zona das raízes, favorecer a proliferação de microrganismos patogênicos e provocar a saturação do meio de cultivo (PEREIRA et al., 1997). A elevada umidade do meio pode ter efeito negativo na massa seca da planta e reduzir sua produtividade, por

dificultar a absorção de nutrientes pelas raízes em função de condições desfavoráveis de oxigenação (ANDRIOLO, 2004).

A deficiência hídrica reduz a atividade fotossintética, o volume e a turgescência celular (LOPES, 2004). Além disso, diminui a divisão e o crescimento das células, resultando em menor desenvolvimento vegetal (BERNARDO, 2005). Altera, também, o estado nutricional das plantas, pois reduz ou cessa a absorção de minerais, interferindo negativamente na sua morfogênese (LARCHER, 2000). Um ambiente com insuficiência hídrica favorece o estabelecimento de um fluxo ascendente de água que provoca o acúmulo de sais (salinização), intervindo de modo negativo no metabolismo vegetal (CUARTERO; FERNANDÉZ-MUÑOZ, 1999).

Frequências de irrigação

É o período entre sucessivas irrigações e depende das características do solo, do clima e da cultura (SILVA; MAROUELLI, 1998). O turno de rega fixo é um dos métodos mais usados para determinar a frequência de irrigação. Sua adoção é conveniente para fins de controle, pois facilita as programações de rega, da pulverização e de outros tratamentos culturais (SILVA; MAROUELLI, 1998).

Em ambientes protegidos, onde se cultiva em recipientes pequenos, deve-se adotar uma maior frequência de irrigação para prevenir o déficit hídrico na fase inicial de desenvolvimento das plantas, pois, nesses recipientes, o volume de substrato disponível é muito reduzido (LOPES, 2004). O tipo de substrato utilizado é muito importante para a determinação da frequência de irrigação e do volume de água a ser aplicado. Em substratos com menor capacidade de retenção de água (areia, casca de arroz carbonizada, etc.), a irrigação deverá ser mais frequente do que naqueles substratos com maior capacidade de retenção (húmus de minhoca, composto orgânico, pó da casca de coco, etc.).

Irrigações muito frequentes e com lâminas reduzidas costumam molhar somente a camada superficial do substrato, facilitando maior evaporação e prejudicando o sistema radicular das plantas, haja vista

o crescimento das raízes ser limitado à porção superficial do substrato (WENDLING; GATTO, 2002). Além disso, a evaporação pode trazer para a superfície os sais contidos tanto na água de irrigação quanto no meio de cultivo, causando a salinização e acarretando na redução do crescimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 1991).

Devido à escassez de informações, ainda predomina o empirismo, com a irrigação sendo utilizada muitas vezes de maneira irregular, propiciando problemas relacionados com excessos ou com deficiências de água.

Metodologia de Aclimatização

Localização e estrutura física

As mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental *Ananas comosus* var. *erectifolius* foram produzidas no Laboratório de Cultura de Tecidos e Genética Vegetal, da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no Município de Fortaleza, Ceará (3°44'S, 38°33'W e 19,5 m).

As plantas foram cultivadas em telado de formato semicircular e orientação leste-oeste (45 m de comprimento, 5 m de largura e 2 m de altura), coberto por uma tela com 50% de sombreamento. No interior do telado, encontrava-se um túnel semicircular (1,8 m de altura) coberto com plástico transparente (Figura 3) e sistema de irrigação do tipo microaspersão suspenso, com nebulizadores em posição invertida (Figura 4), distanciados de 0,50 m das plantas.



Figura 3. Telado (A), contendo túnel coberto com plástico transparente (B) e sistema de irrigação por nebulização (C), localizado na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, 2005.



Foto: Guilherme Vieira do Bomfim

Figura 4. Detalhe do sistema de irrigação por nebulização, instalado no interior do telado, na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, 2005.

No interior do túnel plástico, constavam bancadas sobre hastes de PVC e grades de madeira para facilitar a acomodação dos recipientes (Figura 5).



Foto: Guilherme Vieira do Bomfim

Figura 5. Bancadas sobre hastes de PVC e grades de sustentação, no interior do túnel de plástico, do telado, localizado na Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, 2005.

Foram utilizados tubetes e bandejas para a acomodação dos substratos/mudas. Os tubetes eram de plástico do tipo polietileno rígido, de coloração preta, de formato cônico e afunilado, aberto na extremidade inferior e com pequenas estrias longitudinais (8 frisos), com volumes de 180 cm³ e 300 cm³. As bandejas foram constituídas de poliestireno expandido (isopor), de coloração branca e com células, com volumes de 30 cm³ e 40 cm³, de formato piramidal invertida, abertas na extremidade inferior.

Clima da região

O clima da região é do tipo Aw', caracterizado como tropical chuvoso, de savana tropical, com a época mais seca no inverno e com o máximo de chuvas no verão (KÖPPEN, 1923).

Durante os experimentos, foram coletados dados médios mensais de temperatura e umidade do ar, de radiação solar global e de velocidade do vento, na Estação Meteorológica da UFC (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios mensais de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global e velocidade do vento a 2 m de altura, Fortaleza, CE, 2005.

Mês	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Radiação solar global (W·m ⁻²)	Velocidade do vento (m·s ⁻¹)
Maio	24,91	79,87	1154,89	1,55
Junho	26,07	78,69	1199,51	1,59
Julho	26,40	72,02	1086,29	1,96
Agosto	26,71	68,29	1121,32	2,48

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Experimentos

O trabalho de aclimatização das mudas foi constituído por quatro experimentos.

Experimento 1: tipos de substrato

Foram testadas quatro combinações de substrato (na proporção de 3:1 v/v): pó de coco seco com Vitasolo® (PCS + V); pó de coco seco

com húmus de minhoca (PCS + H); pó de coco-verde com Vitasolo® (PCV + V) e pó de coco-verde com húmus de minhoca (PCV + H). Essas combinações foram caracterizadas em relação à condutividade elétrica (CE), ao teor de nitrogênio (N) e ao potencial hidrogeniônico (pH). As mudas foram acomodadas em tubetes de 180 cm³ e irrigadas com uma lâmina de água de 3 mm, em dois períodos do dia, às 9h30 e às 14h30.

Experimento 2: volumes de substrato

Foram avaliados quatro tipos de recipiente, com distintas formas e capacidades volumétricas (Figura 6): tubete de 300 cm³ (TG); tubete de 180 cm³ (TP); bandeja de 40 cm³ célula⁻¹ (BG) e bandeja de 30 cm³ célula⁻¹ (BP).

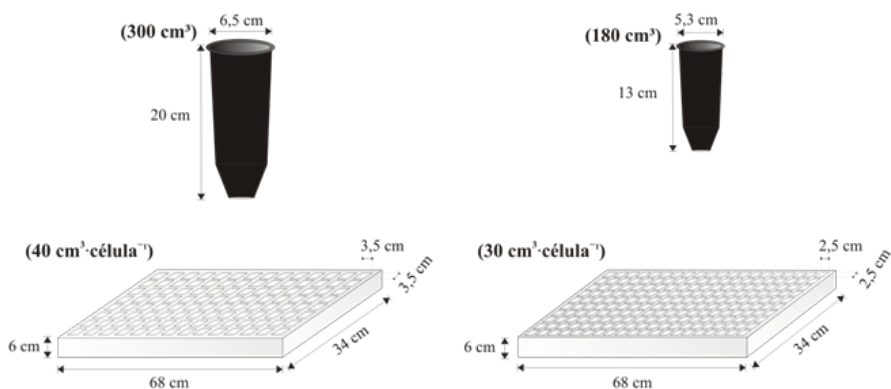


Ilustração: Guilherme Vieira do Bomfim

Figura 6. Recipientes utilizados na acclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*): tubete de 300 cm³, tubete de 180 cm³, bandeja de 40 cm³ célula⁻¹ e bandeja de 30 cm³ célula⁻¹.

As mudas, cultivadas nos quatro tipos de recipientes, receberam o mesmo substrato formulado com pó de coco-verde com húmus de minhoca (na proporção de 3:1 v/v) e foram irrigadas com uma lâmina de 3 mm de água, em dois períodos do dia, às 09h30 e às 14h30.

Experimento 3: lâminas de irrigação

Foram estudadas quatro lâminas de irrigação (a cada aplicação): 1 mm (L1), 2 mm (L2), 3 mm (L3) e 4 mm (L4) de água. As mudas foram acomodadas em tubetes de 180 cm³, contendo o substrato pó de coco-verde com húmus de minhoca (na proporção de 3:1 v/v). As lâminas de água foram aplicadas duas vezes ao dia, às 09h30 e às 14h30.

Experimento 4: frequências de irrigação

Foram testadas quatro frequências de aplicação da água: 1 vez (FR1), 2 vezes (FR2), 3 vezes (FR3) e 4 vezes (FR4) ao dia.

As mudas foram cultivadas no substrato pó de coco-verde com húmus de minhoca (na proporção de 3:1 v/v) e irrigadas com uma lâmina de 3 mm de água, fracionadas da seguinte forma: uma única vez, às 9h30; duas vezes, às 09h30 e às 14h30; três vezes, às 09h30, 11h30 e às 14h30; e quatro vezes, às 09h30, 11h30, 14h30 e 16h30.

Plantio e condução da cultura durante os experimentos

As plantas provenientes do material *in vitro* foram retiradas dos frascos, e as suas raízes, lavadas em água corrente para a remoção total do meio de cultura. Após a lavagem, as raízes foram podadas com o auxílio de uma tesoura, para uniformizar o tamanho (± 5 cm), facilitar o plantio e estimular o desenvolvimento de um sistema radicular mais funcional.

Antes da transferência das mudas para os recipientes, o sistema de irrigação foi acionado para promover o completo umedecimento dos substratos e aumentar a umidade relativa do ambiente, de maneira a propiciar um microclima favorável ao estabelecimento das plantas. No plantio propriamente dito, as mudas foram colocadas nos substratos numa profundidade uniforme, de forma que somente as raízes e a parte inicial da região do colo da planta ficaram enterradas. Na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro, deve-se evitar que caia substrato no centro da muda, região denominada de “olho”, o que pode acarretar sua morte (SOUZA et al., 2009).

No estabelecimento das mudas, do 1º ao 20º dia após o transplante (DAT), as plantas receberam irrigações com 3 mm de água duas vezes ao dia, às 09h30 e às 14h30. A partir do 21º DAT é que foi realizada a diferenciação dos tratamentos com lâminas e frequências de irrigação.

Todas as mudas de abacaxizeiro ornamental receberam adubações foliares, por meio de um pulverizador manual, com a solução nutritiva MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) diluída a 25% (Tabela 2). Foram realizadas duas aplicações mensais com 1 litro da solução nutritiva, a primeira, no 24º DAT, e a segunda, no 55º DAT. Cada muda recebeu em média 1,6 mL de solução, por aplicação. A suplementação com nutrientes foi adotada com a intenção de promover um incremento na taxa de crescimento das plantas.

Tabela 2. Componentes da solução nutritiva MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) diluída a 25%, utilizada para suplementação de nutrientes e aplicada durante a acclimatização das mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*).

Componentes	Concentração final (mg/L)
NH ₄ NO ₃	412,5
KNO ₃	475
KH ₂ PO ₄	42,5
KI	0,2075
H ₃ BO ₃	1,55
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,00625
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,0625
CaCl ₂ .2H ₂ O	110
MgSO ₄ .7H ₂ O	92,5
MnSO ₄ .4H ₂ O	5,575
ZnSO ₄ .7H ₂ O	2,15
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,00625
Na ₂ EDTA.2H ₂ O	9,3125
FeSO ₄ .7H ₂ O	6,9625
Piridoxina HCl	0,125
Ácido nicotínico	0,125
Glicina	0,5
Tiamina HCl	0,025

Variáveis agrônômicas analisadas

Foram analisadas as seguintes variáveis: número de folhas (Figura 7A); maior largura da terceira folha (Figura 7B); maior diâmetro da roseta (Figura 7C); massas fresca e seca das partes foliar e radicular (Figura 7D).

Fotos: Guilherme Vieira do Bomfim

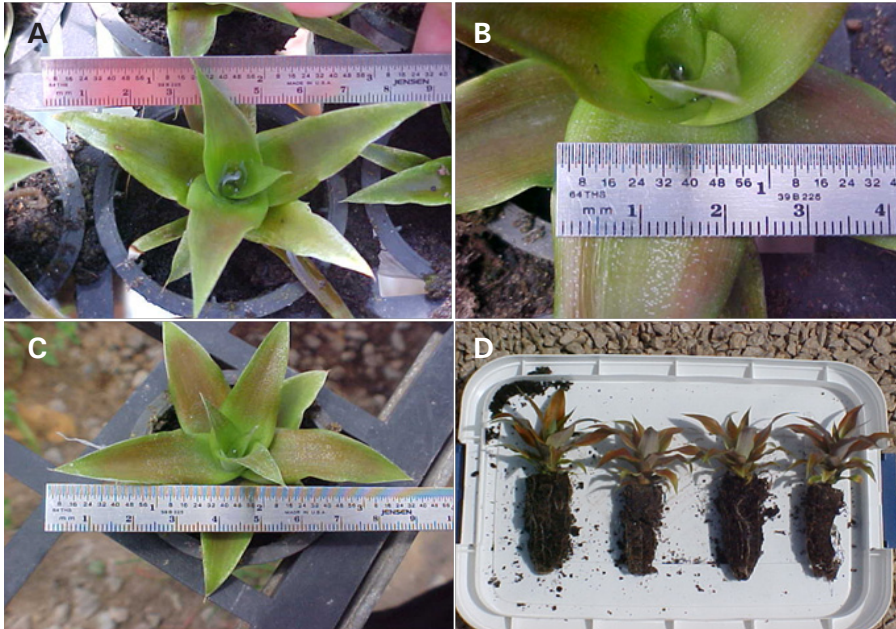


Figura 7. Variáveis analisadas nas mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) durante a aclimação: número de folhas (A), maior largura da terceira folha (B), maior diâmetro da roseta (C) e massas fresca e seca das partes área e radicular, (D)⁽¹⁾.

⁽¹⁾As massas foram obtidas em laboratório.

As três primeiras características foram avaliadas aos 57 e 83 dias e as massas, aos 97 dias, respectivamente, após o transplante.

Delimitação experimental e análise estatística dos dados

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições para as variáveis número de folhas, maior

largura da terceira folha e maior diâmetro da roseta, e 4 tratamentos e 4 repetições para as variáveis massas fresca e seca na planta.

Os dados médios dos experimentos com tipos e volumes de substrato e com frequências de irrigação foram submetidos à análise de variância pelo teste F e ao teste de comparação de médias (Tukey). No experimento com lâminas de irrigação, os dados médios foram submetidos à análise de variância da regressão e à seleção de modelos matemáticos (equações).

Resultados e Discussão

Tipos de substratos

Os substratos à base de pó de coco seco, especialmente aquele associado com húmus de minhoca, proporcionaram o melhor desenvolvimento das mudas micropropagadas de abacaxizeiro durante a aclimatização (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das variáveis número de folhas (NF), maior largura da terceira folha (MLF), maior diâmetro da roseta (MDR), massas frescas da parte aérea (MFPA) e radicular (MFPR) e massas secas da parte aérea (MSPA) e radicular (MSPR) de *Ananas comosus* var. *erectifolius*, de acordo com os substratos pó de coco seco + Vitasolo® (PCS + V), pó de coco seco + húmus de minhoca (PCS + H), pó de coco-verde + Vitasolo® (PCV + V) e pó de coco-verde + húmus de minhoca (PCV + H), Fortaleza, CE, 2005.

Tratamento	Variável						
	83 DAT			97 DAT			
	NF	MLF (cm)	MDR (cm)	MFPA (g)	MFPR (g)	MSPA (g)	MSPR (g)
PCS+V	16,90b	1,92ab	9,50ab	7,729a	0,166ab	0,667ab	0,048ab
PCS+H	18,4a	2,05a	9,98a	8,356a	0,174a	0,750a	0,050a
PCV+V	15,35c	1,69c	7,54c	3,440b	0,089b	0,310c	0,021b
PCV+H	16,62 bc	1,80bc	8,52bc	5,999a	0,123ab	0,504bc	0,039ab
CV (%)	4,13	4,72	6,83	17,1	27,06	18,37	31,88

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5%.

DAT: dias após o transplântio; CV: coeficiente de variação.

A superioridade do substrato pó de coco seco mais húmus de minhoca em relação aos outros substratos testados à base de pó de coco-verde pode ser explicada, provavelmente, pela baixa salinidade, alta concentração de nitrogênio e valor adequado de pH (Tabela 4).

Tabela 4. Características químicas dos substratos pó de coco seco mais Vitasolo® (PCS + V), pó de coco seco mais húmus de minhoca (PCS + H), pó de coco-verde mais Vitasolo® (PCV + V) e pó de coco-verde mais húmus de minhoca (PCV + H), Fortaleza, CE, 2005.

Característica química	PCS+V	PCS+H	PCV+V	PCV+H
CE (dS m ⁻¹)	0,6	1,8	3,1	4,9
N (g Kg ⁻¹)	8,85	19,17	10,38	12,80
pH	5,1	5,5	6,4	6,7

Laboratório de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical.

CE: condutividade elétrica; N: nitrogênio; pH: potencial hidrogeniônico.

Extrator (pH e CE): água na proporção volumétrica (amostra: extrator) de 1:1,5.

A baixa concentração salina pode ter contribuído positivamente para o melhor desenvolvimento das plantas. A alta salinidade colabora para a retenção da água no substrato e para o aumento da pressão osmótica, podendo provocar deficit hídrico na planta (AYERS; WESTCOT, 1999). McCree e Fernández (1989) salientam que o deficit hídrico diminui a expansão foliar, reduz o índice de área foliar, aumenta a abscisão das folhas, acelera a senescência, prejudicando o desenvolvimento das plantas.

A presença do nitrogênio em maior concentração foi, possivelmente, um dos fatores que também contribuiu para a obtenção dos melhores resultados nesse tipo de substrato, propiciando um desenvolvimento vegetativo mais acentuado nas plantas, pois, de acordo com Carvalho (2002), o nitrogênio é um elemento de crescimento, já que faz parte da molécula de todas as proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, etc.

O pó de coco seco mais húmus de minhoca apresentou valor de pH dentro da faixa considerada ideal (4,5 a 5,5) para o abacaxizeiro. O mesmo foi observado com o pó de coco seco mais Vitasolo®.

Com relação ao pó de coco-verde, também adicionado de húmus de minhoca, as mudas apresentaram menor desempenho quando comparadas àquelas crescidas em substrato à base de pó de coco seco. Um aperfeiçoamento no manejo do substrato à base de pó de coco-verde poderia torná-lo mais adequado para a aclimatização das mudas. Uma técnica bastante utilizada para melhorar as características químicas de substratos compostos por pó de coco-verde é a lavagem do pó de coco com água de baixa salinidade. A lavagem reduz a salinidade do material a níveis recomendáveis para o cultivo de plantas.

A utilização de resíduos da agroindústria em práticas agrícolas, como o cultivo de plantas em substratos à base de pó de coco, por exemplo, representa, segundo Kämpf (2000), a solução de problemas socioeconômicos e ambientais. Lemle (2005) acredita que a utilização do pó de coco, em mistura com outros materiais, reduz o custo de aquisição de substratos comerciais e ajuda a minimizar os problemas ambientais gerados pelo acúmulo excessivo de resíduos (cascas) provenientes da indústria de processamento do coco. Em complemento, Assis et al. (2005) relatam que o uso do pó de coco pode auxiliar a preservar determinados materiais usados como substrato que se encontram em risco de extinção, como o xaxim.

Volumes de substrato

As mudas micropropagadas da variedade de abacaxizeiro ornamental estudada apresentaram melhor desenvolvimento quando cultivadas em tubetes (Tabela 5).

Os tubetes promoveram maior crescimento das mudas, provavelmente devido às características intrínsecas desses recipientes, como maior altura e capacidade volumétrica. Segundo Ingram et al. (2003), a altura do recipiente determina a elevação do substrato e a disponibilidade de oxigênio. Conforme os autores, os recipientes mais altos normalmente têm maior volume de macroporos preenchidos com ar, e proporcionam maior disponibilidade de oxigênio às raízes. Os tubetes, por terem uma maior altura, apresentam um conteúdo relativo menor de água no substrato, proporcionando melhor aeração e disponibilidade de oxigênio para o desenvolvimento mais adequado do sistema radicular das mudas.

Tabela 5. Valores médios das variáveis número de folhas (NF), maior largura da terceira folha (MLF), maior diâmetro da roseta (MDR), massas frescas da parte aérea (MFPA) e radicular (MFPR) e massas secas da parte aérea (MSPA) e radicular (MSPR) de *Ananas comosus* var. *erectifolius*, de acordo com os recipientes tubetes grande (TG) e pequeno (TP) e bandejas grande (BG) e pequena (BP), Fortaleza, CE, 2005.

Tratamento	Variável						
	83 DAT			97 DAT			
	NF	MLF (cm)	MDR (cm)	MFPA (g)	MFPR (g)	MSPA (g)	MSPR (g)
TG	18,70a	2,02a	10,10a	8,999a	0,211a	0,846a	0,048a
TP	17,50ab	1,88ab	9,25a	8,924a	0,196a	0,810a	0,038a
BG	16,30b	1,77bc	7,93b	5,379b	0,100b	0,470b	0,023b
BP	15,65b	1,65c	7,92b	3,965b	0,071b	0,335b	0,020b
CV (%)	6,08	8,48	6,09	12,82	28,58	18,37	16,59

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5%.

DAT: dias após o transplântio; CV: coeficiente de variação.

O maior volume de substrato contido nos tubetes favoreceu a formação de um sistema radicular mais desenvolvido, permitindo absorção de maiores quantidades de nutrientes dissolvidos na solução do meio. Substratos de maior volume restringem menos o desenvolvimento das raízes e proporcionam maior porosidade e aeração, além de disponibilidade de água e nutrientes (WIEN, 1997). O melhor desenvolvimento das plantas nos tubetes foi, também, provavelmente, devido à menor perda dos nutrientes presentes no substrato por meio da lixiviação. Como a altura desses recipientes é relativamente elevada, a lixiviação dos nutrientes deve apenas tê-los transportado para regiões mais abaixo, mas ainda próximas do sistema radicular.

Os tubetes de tamanhos grande e pequeno foram os tipos de recipientes que proporcionaram a obtenção de mudas mais vigorosas e de melhor qualidade, não ocorrendo diferença significativa entre eles. Portanto, pode-se deduzir que o uso do tubete pequeno é mais vantajoso, por proporcionar redução dos custos de produção (GODOY; CARDOSO, 2005), em decorrência dos menores gastos com substrato, transporte, distribuição e plantio (GONZALES, 1988). Entretanto, o emprego do

tubete grande pode ser vantajoso quando o período de permanência das mudas nos recipientes for muito elevado.

Lâminas de irrigação

De acordo com os resultados do experimento, o melhor desenvolvimento das mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental ocorreu quando elas foram irrigadas com as lâminas de 1 mm até o 52° DAT, de 2 mm até o 83° DAT e de 4 mm até o 97° DAT (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de regressão para as variáveis maior diâmetro da roseta (MDR), maior largura da terceira folha (MLF), massa fresca da parte radicular (MFPR) e massa seca da parte radicular (MSPR) de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*), durante a aclimatização, Fortaleza, CE, 2005.

Variável	DAT	Equação	R ²
MDR (cm)	52	$\hat{Y}^* = 8,221 - 0,318^{**} x^{***}$	0,93
MLF (cm)	83	$\hat{Y} = 1,394 + 0,560^{(ns)} x - 0,127^{****} x^2$	0,83
MFPR (g)	97	$\hat{y} = 0,098 + 0,021^{**} x$	0,95
MSPR (g)	97	$\hat{y} = 0,025 + 0,005^{**} x$	0,96

*variável analisada; **significativo até 1% pelo teste $t_{student}$; ***lâmina de irrigação; ****significativo até 5% pelo teste $t_{student}$; (ns) não significativo.

DAT: dias após o transplântio.

A cultura teve preferência por lâminas reduzidas em sua fase de desenvolvimento inicial (52° DAT) e por lâminas relativamente maiores após esse período (83° DAT). Nas duas ocasiões estudadas (52° e 83° DAT), as mudas apresentaram melhor desenvolvimento foliar quando foram irrigadas com as lâminas d'água variando de 1 mm a 3 mm, conforme o crescimento da planta. O contrário ocorreu quando as mudas foram irrigadas com a lâmina de 4 mm. Morfologicamente, a arquitetura foliar do abacaxizeiro, em forma de roseta, favorece o acúmulo de água que, posteriormente, pode ser absorvida por meio de escamas peltadas ou de tricomas foliares (PAULA, 2000). Fisiologicamente, a cultura apresenta o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM ou MAC), no qual as plantas efetuam o fechamento de seus estômatos durante o

dia para reduzir a perda de umidade e, conseqüentemente, aumentar a eficiência no uso da água (RAVEN et al., 2001).

As condições climáticas no interior do ambiente protegido também contribuíram para a diminuição do consumo de água pela cultura, uma vez que a atenuação da radiação solar e dos ventos excessivos podem ter reduzido nas plantas a taxa de evapotranspiração (HANAN et al., 1978), que, no interior de um ambiente protegido, é normalmente de 60% a 80% daquela verificada no ambiente externo (SOARES, 2001).

A lâmina de 4 mm e a elevada retenção de umidade do pó de coco-verde (SILVA, 1999) e do húmus de minhoca (AQUINO, 2004) possivelmente provocaram problemas relacionados ao excesso de umidade, à reduzida disponibilidade de oxigênio e à perda de nutrientes por percolação excessiva da água. O excesso de água junto ao sistema radicular proporciona condições desfavoráveis de oxigenação, diminuindo a atividade fotossintética (VAN'T WOUTD; HAGAN, 1967) e a respiração celular (KANWAR et al., 1988). Ao 97° DAT, verificou-se que as mudas de abacaxizeiro responderam melhor à aplicação da maior lâmina d'água, devido, possivelmente, à maior necessidade hídrica da cultura na ocasião.

Levando-se em conta os resultados obtidos com este experimento, pode-se observar que as lâminas de 1 mm, 2 mm e 3 mm foram as mais eficientes na promoção de um melhor desenvolvimento foliar até o 83° DAT. Além do superior desenvolvimento vegetativo das mudas, o uso dessas lâminas proporcionou uma redução nos gastos com água e energia elétrica, quando comparadas com o uso da lâmina de 4 mm. Aos 97° DAT, a lâmina de 4 mm foi a mais eficiente, já que favoreceu a obtenção de mudas com o sistema radicular mais vigoroso.

Portanto, considerando-se a relevância da redução de custos na aclimatização, as características de retenção de umidade do substrato e as condições climáticas atenuadas pelo ambiente protegido, os resultados mais promissores foram os obtidos com as lâminas de 1 mm até o 52° DAT, de 2 mm até o 83° DAT e de 4 mm até o 97° DAT.

Frequências de irrigação

As frequências de 4, 3 e 2 irrigações diárias com 3 mm de água proporcionaram, para a maioria das variáveis, melhor desenvolvimento das mudas (Tabela 7), não apresentando diferença significativa entre elas.

Tabela 7. Valores médios das variáveis número de folhas (NF), maior largura da terceira folha (MLF), maior diâmetro da roseta (MDR), massas frescas da parte aérea (MFPA) e radicular (MFPR) e massas secas da parte aérea (MSPA) e radicular (MSPR) de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) durante a aclimatização, de acordo com as frequências de 1 (FR1), 2 (FR2), 3 (FR3) e 4 (FR4) irrigações diárias, Fortaleza, CE, 2005.

Tratamento	Variável						
	83 DAT			97 DAT			
	NF	MLF (cm)	MDR (cm)	MFPA (g)	MFPR (g)	MSPA (g)	MSPR (g)
FR1	16,93a	1,82a	9,01a	6,777a	0,159a	0,607a	0,042a
FR2	16,70a	1,80a	8,85a	6,737a	0,150a	0,550ab	0,041a
FR3	16,68a	1,81a	8,82a	6,695a	0,152a	0,565ab	0,035a
FR4	14,18b	1,50b	8,34a	5,921b	0,137a	0,436b	0,033a
CV (%)	7,98	9,17	6,94	5,34	8,97	12,77	13,83

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey até 5%.
DAT: dias após o transplante; CV: coeficiente de variação.

O substrato empregado, formado pela mistura pó de coco seco mais húmus de minhoca, possui uma elevada capacidade de retenção de umidade, uma vez que o pó de coco pode reter aproximadamente 5 vezes o seu peso em água (SILVA, 1999), enquanto o húmus de minhoca, cerca de 3 a 4 vezes (AQUINO, 2004).

Segundo Vásquez et al. (2005), a evapotranspiração no interior de um ambiente protegido é geralmente inferior à verificada em um ambiente externo, devido, basicamente, às reduções da radiação solar e da ação dos ventos, que são os principais responsáveis pela demanda evaporativa na atmosfera.

O maior número de irrigações deve ter proporcionado o contato mais frequente das gotículas de água pulverizadas com a superfície foliar do vegetal, levando a uma maior absorção e acúmulo de água nas folhas da cultura. Carvalho (2002) comenta que as bromélias normalmente possuem folhas em forma de roseta, que facilita o acúmulo de água para posterior consumo. Coppens d'Éeckenbrugge e Leal (2003) acrescentam afirmando que essa planta apresenta habilidade em absorver água e nutrientes por suas folhas cerosas, mais especificamente, pelas escamas peltadas ou tricomas foliares (PAULA, 2000).

As irrigações mais frequentes, ao fracionarem a água aplicada em pequenas lâminas, devem ter reduzido os riscos de lixiviação excessiva dos nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas. Nesse aspecto, é possível que uma maior disponibilidade de nutrientes junto ao sistema radicular das mudas de abacaxizeiro tenha favorecido o desenvolvimento mais vigoroso da cultura como um todo.

Dentre os fatores que podem ter contribuído para uma melhor condição ambiental de crescimento e desenvolvimento da cultura, destaca-se o processo de resfriamento evaporativo. Matarazzo (2004) ressalta que o resfriamento evaporativo é um processo essencialmente adiabático, caracterizado pela elevação da umidade relativa e redução da temperatura do ar. A autora explica que, nesse processo, o ar cede calor à água, que, por sua vez, evapora, reduzindo a temperatura do ambiente. No caso do experimento em questão, as irrigações mais frequentes devem ter elevado a umidade relativa pela maior presença de gotículas de água suspensas no ar, geradas pelos nebulizadores. Simultaneamente, a evaporação dessas gotículas pela transferência de calor latente de evaporação do ar deve ter atenuado o efeito das temperaturas mais extremas que poderiam ter influenciado negativamente o metabolismo normal das plantas aclimatizadas.

Recomenda-se o regime de duas irrigações diárias como o mais viável em termos práticos e econômicos, uma vez que os custos com mão de obra são menores e o tempo disponível do irrigante para a realização de outras atividades é maior.

Conclusões

As mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) podem ser aclimatizadas na região litorânea do Estado do Ceará em telado com tela preta, em tubetes, com capacidade de 180 cm³, contendo substratos à base de pó de coco seco, sobretudo, associado com húmus de minhoca. A irrigação pode ser realizada com lâminas de 1 mm dia⁻¹ até os 52 dias após o transplante (DAT), de 2 mm dia⁻¹ até os 83 DAT e de 4 mm dia⁻¹ até os 97 DAT, aplicadas com frequência de duas vezes ao dia.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Banco do Nordeste (BNB), à Embrapa Agroindústria Tropical e à Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo auxílio à pesquisa, e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Referências

- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de plantas em ambiente protegido. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 4-36.
- AQUINO, B. F. **Conceitos fundamentais em fertilidade do solo**. Fortaleza: UFC, 2004. 182 p. Apostila.
- ASSIS, A. M. de; FARIA, R. T. de; COLOMBO, L. A.; CARVALHO, J. F. R. P. de. Utilização de substratos à base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 255-260, 2005.
- AYERS, R. S.; WESCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 33). Tradução de H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno.
- AZEVEDO, B. M. de; BOMFIM, G. V. do; CARVALHO, A. C. P. P. de; GONDIM, R. S. VIANA, T. V. de A. Aclimatização ex vitro de abacaxizeiro ornamental com diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 298-309, 2008.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 611 p.
- BEZERRA, F. C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 22p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 72).
- BOMFIM, G. V. do; CARVALHO, A. C. P. P. de; BEZERRA, F. C.; AZEVEDO, B. M. de; VIANA, T. V. de A.; OLIVEIRA, K. M. A. S. Aclimatização de mudas micropropagadas

de abacaxizeiro ornamental em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 121-128, 2007a.

BOMFIM, G. V. do; CARVALHO, A. C. P. P. de; BEZERRA, F. C.; AZEVEDO, B. M. de; VIANA, T. V. de A.; OLIVEIRA, K. M. A. S. Aclimatização ex vitro de abacaxizeiro ornamental em substrato à base de pó de coco. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 3, n.1, p. 41-48, 2007b.

BOMFIM, G. V. do; AZEVEDO, B. M. de; VIANA, T. V. de A.; FURLAN, R. A. CARVALHO, A. C. P. P. de. Aclimatização ex vitro de abacaxizeiro ornamental com diferentes frequências de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n.1, p. 104-114, 2011.

BORGES, N. S. S.; CORREIA, D.; ROSSETTI, A. G. Influência do meio bifásico na multiplicação de gemas e no alongamento de brotos in vitro de *Ananas lucidus* Miller. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 37-44, 2003.

CARVALHO, A. C. P. P. de; PINHEIRO, M. V. M.; DIAS, G. de M. G.; MORAIS, J. P. S. Multiplicação in vitro de abacaxi ornamental por estiolamento e regeneração de brotações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n.1, p. 103-108, 2009.

CARVALHO, L. F. N. de. **O cultivo da bromélia**. Rio de Janeiro: TUJ, 2002. 32 p.

COPPENS D'ECKENBRUGGE, G.; LEAL, F. Morphology, anatomy and taxonomy. In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAULL, R. E.; ROHRBACH, K. G. (Ed.). **The pineapple: botany, production and uses**. New York: CAB International, 2003. p. 13-32.

CORREIA, D.; BORGES, N. S. S.; RIBEIRO, E. M.; MORAIS, J. P. S. de. **Produção de mudas in vitro e indução floral de abacaxizeiro ornamental**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011. 24 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 134).

CORREIA, D.; ROCHA, M. V. P.; ALVEZ, G. C. Growth of micropropagated *Ananas comosus* var. *erectifolius* plantlets in different substrates under screenhouse conditions. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 822, p. 85-89, 2009.

CORREIA, D.; ROCHA, M. V. P.; ALVES, G. C.; MORAIS, J. P. S. **Produção de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental em diferentes substratos na presença e ausência de fertilizante**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 18 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 35).

CUARTERO, J.; FERNANDÉZ-MUÑOZ, R. Tomato and salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 78, n.1, p. 83-125, 1999.

DIAS, G. de M. G.; CARVALHO, A. C. P. P. de; PINHEIRO, M. V. M.; MORAIS, J. P. S. Micropropagação de abacaxi ornamental (*Ananas comosus* var. *ananassoides*) por

estiolamento e regeneração de plântulas. **Plant Cell Culture & Micropropagation**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2008.

DIAS, M. M.; PASQUAL, M.; ARAÚJO, A. G.; SANTOS, V. A. dos; CUSTÓDIO, T. N.; COSTA, F. H. S. da. Enraizamento ex vitro e aclimatização de plantas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 29-33, 2010.

DIAS, M. M.; PASQUAL, M.; ARAÚJO, A. G.; SANTOS, V. A. dos. Reguladores de crescimento na propagação in vitro de abacaxizeiro ornamental. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 383-390, 2011a.

DIAS, M. M.; PASQUAL, M.; ARAÚJO, A. G.; SANTOS, V. A. dos; OLIVEIRA, A. C. de; RODRIGUES, V. A. Concentrações de reguladores vegetais no estiolamento in vitro de ananás do campo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 513-520, 2011b.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 204p. (Estudos FAO. Irrigação e drenagem, 24).

FONSÊCA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. 2001, 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba.

GODOY, M. C.; CARDOSO, A. I. I. Produtividade da couve-flor em função da idade de transplântio das mudas e tamanhos de células na bandeja. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 3, p. 837-840, 2005.

GONZALES, R. A. Estudio sobre el comportamiento en viveiro de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivado en envases de polietileno de 12 dimensiones diferentes. **Revista Forestal Baracoa**, La Habana, v. 18, n. 1, p. 39-51, 1988.

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 Informação Tecnológica; Embrapa Hortaliças, 1998. v. 1, p. 183-260.

GUERRA, M. P.; VESCO, L. L. D.; PESCADOR, R.; SCHUELTER, A. R.; NODARI, R. O. Estabelecimento de um protocolo regenerativo para a micropropagação do abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 9, p. 1557-1563, 1999.

GUINI, R. **Desinfestação do solo com o uso de energia solar**: solarização e coletor solar. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1997. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular técnica, 1).

HANAN, J. J.; HOLLEY, W. D.; GOLDSBERRY, K. L. **Greenhouse management**. New York: Springer-Verlag, 1978. 530 p.

INGRAM, D. L.; HENLEY, R. W.; YEAGER, T. H. **Growth media for container grown ornamental plants**. Gainesville: University of Florida, 2003. 18 p. (Florida Cooperative Extension Service, Bulletin, 241).

KÄMPF, A. N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KANWAR, R. S.; BAKER, L. L.; MUKHTAR, S. Excessive soil water effects at various stages of development on the growth and yield of corn. **Transactions of the ASABE**, St. Joseph, v. 31, n. 1, p. 133-141, 1988.

KÖPPEN, W. **Dieklimate dererde-grundrib der klimakunde**. Berlin: Water de Gruy-ter Verlag, 1923.

LARCHER, W. O balanço de carbono das plantas. In: _____. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2000. p. 69-182.

LEMLE, M. **Fibra de coco verde substitui o xaxim ameaçado de extinção**. Rio de Janeiro: FAPERJ, 2005. Disponível em: <http://www.faperj.br/boletim_interna.phtml?obj_id=1981>. Acesso em 16 ago. 2012.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 128 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MACEDO, A. L. **Produção de mudas em viveiros florestais: espécies nativas**. São Paulo: Fundação Florestal, 1993. 18 p.

MARINHO, F. J. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Desenvolvimento inicial do abacaxizeiro, cv. Smooth Cayenne, sob diferentes condições de salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n.1, p.1-5, 1998.

MATARAZZO, S. V. **Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação**. 2004. 143 f. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

McCREE, K. J.; FERNÁNDEZ, C. J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 2, p. 353-360, 1989.

MOREIRA, C. M.; ANDRADE, H. B.; MONFORT, L. E. F.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; RIBEIRO, A. S. Indução de brotação in vitro em curauá: sistema

de cultivo e concentrações de BAP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, S58-S66, 2011. Suplemento.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 25, n. 3, p. 473-497, 1962.

OLIVEIRA, Y. de; ANSELMINI, J. I.; CUQUEL, F. L.; PINTO, F.; QUOIRIN, M. Pré-aclimatização in vitro de abacaxi ornamental. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. especial, p. 1647-1653, 2010.

PASQUAL, M.; SANTOS, F. C.; FIGUEIREDO, M. A.; JUNQUEIRA, K. P.; REZENDE, J. C.; FERREIRA, E. A. Micropropagação do abacaxizeiro ornamental. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n.1, p. 45-49, 2008.

PAULA, C. C. **Cultivo de bromélias**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2000. 139 p.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997. 83 p.

QUEIROZ, J. A.; MELÉM JÚNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 1, p. 460-462, 2001.

QUIRINO, Z. B. R.; BARBOZA, S. B. S. C.; VIEGAS, P. R. A.; LEDO, A. S. **Multiplicação in vitro do abacaxizeiro ornamental, *Ananas comosus* var. *erectifolius*, em meio líquido e gelificado**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 40).

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

ROSA, M. de F.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D.; SANTOS, F. J. de S.; ABREU, F. A. P. de. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 24 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 52).

ROSA, M. de F.; SANTOS, F. J. de S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P. de; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S. de; NORÕES, E. R. de V. **Caracterização do pó da casca de coco-verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 54).

SANTOS, M. do D. M.; RIBEIRO, D. G.; TORRES, A. C. Brotações adventícias de abacaxizeiro ornamental sob efeito de benzilaminopurina, ácido naftalenoacético e períodos de subcultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 9, p. 1115-1120, 2008.

SANTOS, M. do D. M. dos. **Micropropagação do abacaxizeiro ornamental [*Ananas comosus* var. *bracteatus* (Lindley) Coppens & Leal] e avaliação da fidelidade genotípica dos propágulos**. 2008a. 108 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília – Departamento de Botânica, Brasília,DF.

SANTOS, M. T. **Micropropagação e viabilidade de regeneração de variedades silvestres de abacaxi conservadas in vitro**. 2008b. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, K. J. D. e; SOUZA, V. A. B. de; GOMES, R. L. F. G. Efeito da altura de mudas na adaptação pós-cultivo in vitro de abacaxizeiro ornamental. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 55, n. 6, p. 551-555, 2008.

SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A. Manejo da irrigação em hortaliças no campo e em ambientes protegidos. In: FARIA, M. A. de; SILVA, É. L. da; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. da. (Ed.). **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: UFV/SBEA, 1998. p. 311-348.

SOARES, A. J. **Efeitos de três lâminas de irrigação e de quatro doses de potássio via fertilização no meloeiro em ambiente protegido**. 2001. 67 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. P. de C.; SILVA NETO, H. P. da. Aclimatização. In: SOUZA, A. da S.; JUGHANS, T. G. (Ed.). **Introdução à micropropagação de plantas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 131-141.

SOUZA, F. V. D.; CARVALHO, A. C. P. P. de; SOUZA, E. H. de. O Abacaxi Ornamental. In: PAIVA, P. D. de O.; ALMEIDA, E. F. A. C. (Org.). **Produção de flores de corte**. Lavras: UFLA, 2012. p. 18-39.

SOUZA, F. V. D.; SOUZA, A. S.; SANTOS-SEREJO, J. A.; SOUZA, E. H.; JUNGHAS, T. G.; SILVA, M. J. Micropropagação do abacaxizeiro e outras bromeliáceas. In: JUNGHAS, T. G.; SOUZA, A. S. (Org.). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. v. 1, p. 177-205.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings, 1991. 559 p.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUIISO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQ, 1998. v. 1, 864 p.

VAN’T WOUDET, B. D.; HAGAN, R. M. Crop responses at excessively high soil moisture

levels. In: LUTHIN, J. N. (Ed.). **Drainage of agricultural lands**. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p. 514-578.

VÁSQUEZ, M. A. N.; FOLEGATTI, M. V.; DIAS, N. da S.; SILVA, C. R. da. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-143, 2005.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 2002. 166p.

WIEN, H. C.(Ed.). **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CAB International, 1997. 662 p.

ZIMMERMAN, R. H. Micropropagation of woody plants: post tissue culture aspects. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 227, p. 489-499, 1988.



Agroindústria Tropical

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

