

ACLIMATIZAÇÃO *EX VITRO* DE ABACAXIZEIRO ORNAMENTAL COM DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Benito Moreira de Azevedo¹; Guilherme Vieira do Bomfim¹; Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho²; Rubens Sonsol Gondim²; Thales Vinícius de Araújo Viana¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola (DENA) / Universidade Federal do Ceará Fortaleza, CE, benito@ufc.br

²Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

1 RESUMO

A água é um fator de produção de grande importância para o adequado desenvolvimento de plantas micropropagadas em condições de aclimatização. A falta de informações com respaldo científico sobre o manejo da água nesta fase tem gerado problemas diversos para muitas plantas, inclusive, para o abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & Leal) que, atualmente, é a segunda espécie ornamental mais exportada pelo Estado do Ceará. Levando em conta a escassez de informações técnicas e científicas sobre o seu manejo durante a aclimatização e a sua relevância para o agronegócio cearense, o presente estudo teve, como objetivo, testar diferentes lâminas de irrigação na aclimatização de mudas micropropagadas desta variedade ornamental. O experimento foi conduzido no período de maio a agosto de 2005, em um telado da Embrapa Agroindústria Tropical, localizada no município de Fortaleza-CE (3°44' S e 38°33' W). As plantas foram cultivadas em tubetes de 180 cm³ contendo o substrato composto de pó-de-coco verde com húmus de minhoca (3:1). Os tratamentos consistiram em lâminas de irrigação de 1, 2, 3 e 4 mm de água, aplicadas duas vezes ao dia por um sistema de irrigação do tipo microaspersão suspenso. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições para as variáveis número de folhas, maior largura da 3ª folha e maior diâmetro da roseta (analisadas ao 52° e 83° DAT), e 4 tratamentos e 4 repetições para as variáveis massas fresca e seca das partes aérea e radicular (avaliadas ao 97° DAT). Cada parcela continha 8 plantas. O melhor desenvolvimento das mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental ocorreu quando as mesmas 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.

UNITERMOS: *Ananas comosus* var. *erectifolius*, níveis de irrigação, ambiente protegido.

AZEVEDO, B. M. de; BOMFIM, G. V. do; CARVALHO, A. C. P. P. de; GONDIM, R. S.; VIANA, T. V. de A. *EX VITRO* ACCLIMATIZATION OF ORNAMENTAL PINEAPPLE UNDER DIFFERENT IRRIGATION LEVELS

2 ABSTRACT

Water plays an important role in the production and development of micropropagated plants under acclimatization conditions. The lack of scientific information on water management during this phase has generated several problems for many plants including the ornamental pineapple (*Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppens & Leal) which is currently the second most exported ornamental species by Ceará State, Brazil.

Considering the shortage of technical and scientific information on its management during acclimatization and its relevance for agribusiness in Ceará, the present study had as objective to evaluate different irrigation levels in the acclimatization of micropropagated plants of this ornamental variety. The research was carried out in a greenhouse at Embrapa Tropical Agroindustry located in Fortaleza, Ceará State (3°44' S and 38°33' W), from May to August 2005. The plants were cultivated in 180 cm³ pots with coconut coir dust substrate and worm compost (3:1). The treatments comprised four irrigation levels: 1, 2, 3 and 4 mm of water using a microsprinkler system twice a day. The experimental design was randomized blocks with 4 treatments and 5 repetitions for the following variables: number of leaves, the largest width of the 3rd leaf and the largest diameter of the rosette (measured at 52 and 83 DAT), and 4 treatments and 4 repetitions for the following variables: dry/wet mass of the aerial/root parts (measured at 97 DAT). Each plot had 8 plants. The best development of the micropropagated plants of ornamental pineapple was observed when they were irrigated using 1 mm until 52 DAT, 2 mm until 83 DAT and 4 mm until 97 DAT.

KEY WORDS: *Ananas comosus* var. *erectifolius*, irrigation levels, controlled environment.

3 INTRODUÇÃO

Entre os fatores que podem influenciar a aclimatização de plantas micropropagadas, a lâmina de irrigação é um dos que apresenta grande relevância, pois, conforme Doorenbos & Pruitt (1997), a quantidade de água deve ser cuidadosamente aplicada durante todo o período de desenvolvimento vegetativo das plantas para evitar problemas relacionados com o déficit ou com o excesso de umidade.

Segundo Pereira et al. (1997), a lâmina d'água em excesso pode provocar perdas de água e lixiviação de nutrientes pela percolação abaixo da zona das raízes, favorecer a proliferação de microorganismos patógenos e, em terrenos mal drenados, provocar a saturação do meio de cultivo. Andriolo (2004) mostra que a elevada umidade do meio pode modificar a participação da massa seca da planta e reduzir sua produtividade. O autor salienta ainda que o excesso de umidade favorece o surgimento de doenças e a lixiviação de nutrientes e dificulta, até mesmo, a absorção de nutrientes pelas raízes em função de condições desfavoráveis de oxigenação.

Pereira et al. (1997) relatam que a quantidade insuficiente de água proporciona uma redução da reserva útil do meio, prejudicando as plantas, desperdiçando recursos valiosos e aumentando os custos da água aplicada, além de acentuar os problemas relacionados com a salinização. Para Lopes (2004) e Taiz & Zeiger (1991), a deficiência hídrica também gera redução da atividade fotossintética, conjuntamente com a diminuição do volume celular e o declínio da turgescência. Outrossim, o déficit hídrico reduz bruscamente as atividades fisiológicas ligadas à divisão e ao crescimento das células, ou seja, reduz o crescimento das plantas (Bernardo, 2005). A insuficiência hídrica afeta o estado nutricional dos vegetais, pois reduz ou cessa a absorção de elementos minerais, que são componentes integrantes de enzimas, pigmentos ou ativadores do processo fotossintético. Assim sendo, Larcher (2000) acredita que o aporte nutricional das plantas pode interferir negativamente na sua morfogênese, ou seja, no crescimento, tamanho e estrutura das folhas, nos ramos e nas raízes. De acordo com Cuartero & Fernández-Muñoz (1999), um ambiente com insuficiência hídrica, que apresenta reduzida ou inexistente lixiviação da água e altas taxas de evaporação, favorece o estabelecimento de um fluxo hídrico ascendente que provoca o acúmulo de sais

(salinização). Esse processo de acúmulo de sais acaba por interferir negativamente no metabolismo vegetal.

As pesquisas com lâminas de irrigação em culturas para produção de alimentos são notavelmente maiores quando comparados àquelas voltadas para o setor da floricultura. Nesta área, devido à escassez de informações, ainda predomina o empirismo, com a irrigação sendo utilizada muitas vezes de maneira irregular, propiciando problemas relacionados aos excessos ou às deficiências de água. Para o abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*), apesar de ser uma das culturas de elevada relevância para o agronegócio da floricultura cearense, posto que ocupa a segunda posição no *ranking* de exportações de flores e plantas ornamentais do Estado do Ceará, atualmente, inexistem pesquisas voltadas para o manejo de água nessas plantas em condições de aclimatização.

Para fornecer informações técnicas e científicas sobre o adequado cultivo das plantas e, dessa forma, proporcionar o desenvolvimento satisfatório das mudas micropropagadas desta variedade, isto é, para propiciar a obtenção de plantas com um alto padrão de qualidade, o presente estudo teve como objetivo aclimatizar mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental com diferentes lâminas de irrigação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de maio a agosto de 2005 em um telado do tipo sombrite da Embrapa Agroindústria Tropical, localizada no município de Fortaleza-CE (3°44' S, 38°33' W e 19,5 m). O telado, de formato semicircular e orientação leste-oeste (45 m de comprimento, 5 m de largura e 2 m de altura), encontrava-se coberto por uma tela de sombreamento para reduzir 50 % da luminosidade. Em seu interior, foi instalado um túnel semicircular de 1,8 m de altura, revestido por uma camada de plástico transparente, para proteger as plantas e o sistema de irrigação contra a influência de intempéries climáticas. De acordo com a classificação climática de Köppen (1923), o clima da região é do tipo Aw', caracterizado como clima tropical chuvoso, de savana tropical, com a época mais seca no inverno e com o máximo de chuvas no verão. Os valores médios mensais de algumas variáveis climatológicas, registrados durante o experimento, encontram-se na 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 (°C)	Umidade Relativa (%)	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 automática da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Para a acomodação do substrato e, conseqüentemente, das mudas foram utilizados 4 grupos de 40 tubetes de polietileno rígido (160 recipientes) de 180 cm³. O substrato, por sua vez, foi composto pela combinação pó-de-coco verde com húmus de minhoca na proporção volumétrica correspondente a três partes de pó-de-coco e uma parte de adubo.

O sistema de irrigação empregado foi do tipo microaspersão suspenso, com microaspersores do tipo Tietze nebulizador instalados em posição invertida. Foram distribuídos quatro emissores (um para cada grupo de tubete) espaçados igualmente entre si de 2,4 m e a uma altura de 0,5 m dos recipientes. Um teste de uniformidade de distribuição de água (Christiansen, 1942) foi realizado para determinar o coeficiente de uniformidade e a lâmina média de água fornecida pelo sistema de irrigação. Os resultados desse teste indicaram uma boa uniformidade (CUC > 90%) e uma lâmina d'água, durante 20 minutos de operação, de 5 mm.

As mudas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) utilizadas nesta pesquisa foram propagadas *in vitro*, em dezembro de 2004. Quando devidamente desenvolvidas e enraizadas (± 5 cm de altura com 4 a 5 folhas), as mudas foram lavadas, podadas e organizadas para o posterior transplântio, ocorrido nos dias 4 e 5 de maio de 2005. Momentos antes do transplântio, o sistema de irrigação foi acionado para promover o completo umedecimento do substrato e aumentar a umidade relativa do ambiente, de maneira a propiciar um microclima favorável ao estabelecimento das mudas.

Tanto os produtores quanto a Embrapa utilizam, empiricamente, uma lâmina d'água de 3 mm para aclimatizar mudas de abacaxizeiro ornamental. Portanto, esta lâmina foi empregada no atual experimento de maneira parcelada (2 vezes ao dia), do 1º ao 20º DAT até o completo pegamento das mudas.

Considerando a dificuldade de acesso dos produtores à tecnologia de estimativa da ETo e, ainda, a existência de poucos municípios com estações meteorológicas, foi sugerida a aplicação de lâminas de irrigação fixas (baseadas na lâmina de 3 mm) com o intuito de facilitar a irrigação por parte dos produtores.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de irrigação, equivalentes às lâminas de 1 mm (L1), 2 mm (L2), 3 mm (L3) e 4 mm (L4) de água, microaspergidas (21º DAT em diante) sobre as plantas e substrato de forma fracionada, metade pela manhã, às 09h30min, e a outra metade à tarde, às 14h30min.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 4 tratamentos e 5 repetições para as variáveis número de folhas, maior largura da 3ª folha e maior diâmetro da roseta (testadas ao 52º e 83º DAT), e 4 tratamentos e 4 repetições para as variáveis massas fresca e seca das partes aérea e radicular (avaliadas ao 97º DAT). Cada parcela continha 8 plantas. Dessa forma, para cada tratamento, foram avaliadas 40 e 32 plantas, o que significou um total de 160 (variáveis relacionadas com a parte aérea) e 128 (variáveis relacionadas com o peso da planta) plantas no experimento.

Durante a aclimatização, foram realizadas duas aplicações com um litro ($1,56 \text{ mL} \cdot \text{planta}^{-1}$) da solução nutritiva MS (Murashige & Skoog, 1962) diluída a 25 % para promover um incremento na taxa de crescimento das plantas.

Os dados deste experimento foram submetidos a uma análise de regressão, objetivando-se encontrar a equação que proporcionasse a melhor relação entre os dados analisados e as lâminas de irrigação utilizadas (função de produção). Os modelos de regressão testados foram o linear, o quadrático e o exponencial. As equações que melhor se ajustaram aos dados foram eleitas com base na significância do teste F (análise de variância das regressões) e no valor mais elevado do coeficiente de determinação (R^2), respectivamente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mudas de abacaxizeiro submetidas aos diferentes regimes de irrigação receberam, desde o início até o término do experimento (74 dias), lâminas de irrigação totais equivalentes a 74, 148, 222 e 296 mm de água. Essa variação da quantidade de água aplicada correspondeu a uma amplitude hídrica de 222 mm.

Ao 52º DAT, a única variável influenciada pelas lâminas de irrigação foi o maior diâmetro da roseta. A equação que melhor se ajustou à relação entre o maior diâmetro da roseta e a quantidade de água adotada foi a linear, apresentando o coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,93, ou seja, 93 % da variação do maior diâmetro da roseta em função da lâmina de irrigação aplicada pode ser explicada por esta equação.

Verifica-se, na referida figura, que houve uma resposta linear decrescente no maior diâmetro da roseta com a elevação da quantidade de água aplicada. Possivelmente, devido à pouca exigência hídrica da cultura em sua fase inicial de desenvolvimento, o aumento da água aplicada pode ter gerado problemas relacionados com o excesso de umidade. Musgrave (1994) comenta que o excesso d'água no meio costuma provocar efeitos fisiológicos negativos em virtude da reduzida disponibilidade de oxigênio para o sistema radicular. Sob oxigenação deficiente, há redução do crescimento radicular, logo, do desenvolvimento das plantas (Carneiro, 1995). Gomide (1998) ressalta que, além de afetar negativamente o metabolismo vegetal, lâminas de água excessivas podem provocar a perda de nutrientes diluídos na solução do meio através do processo de percolação excessiva da água.

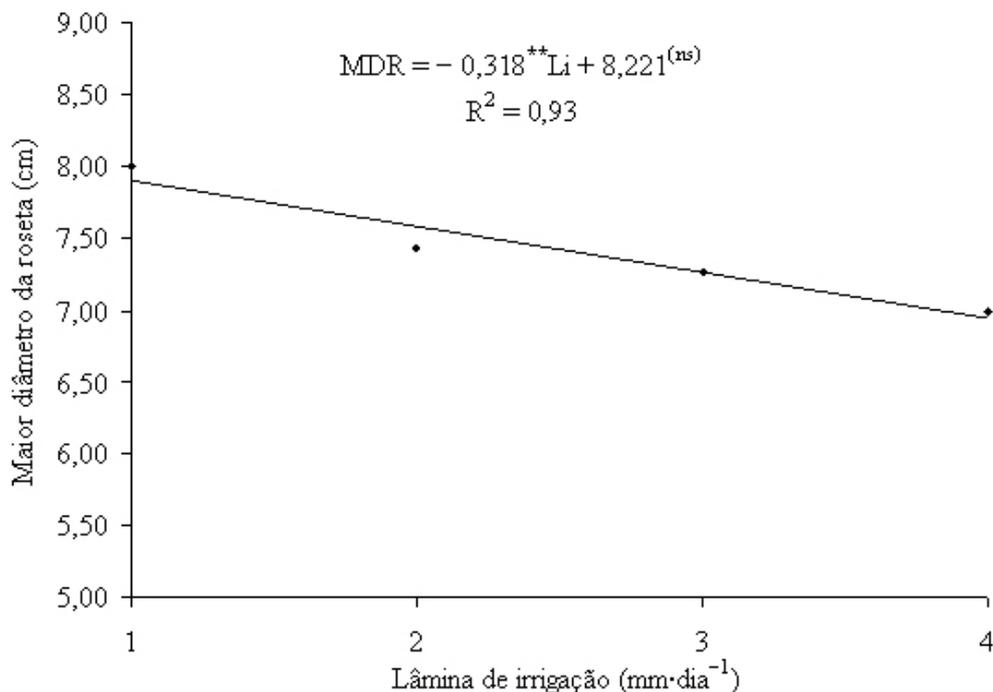


Figura 1. Maior diâmetro da roseta (MDR) de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) em função da lâmina de irrigação (Li), ao 52º DAT, Fortaleza-CE, 2005.

Verifica-se, na referida figura, que houve uma resposta linear decrescente no maior diâmetro da roseta com a elevação da quantidade de água aplicada. Possivelmente, devido à pouca exigência hídrica da cultura em sua fase inicial de desenvolvimento, o aumento da água aplicada pode ter gerado problemas relacionados com o excesso de umidade. Musgrave (1994) comenta que o excesso d'água no meio costuma provocar efeitos fisiológicos negativos em virtude da reduzida disponibilidade de oxigênio para o sistema radicular. Sob oxigenação deficiente, há redução do crescimento radicular, logo, do desenvolvimento das plantas (Carneiro, 1995). Gomide (1998) ressalta que além de afetar negativamente o metabolismo vegetal, lâminas de água excessivas podem provocar a perda de nutrientes diluídos na solução do meio através do processo de percolação excessiva da água.

Ao 83° DAT, somente a variável maior largura da 3ª folha foi influenciada pelos níveis de irrigação. Dos modelos de regressão testados, o polinomial quadrático foi aquele que melhor se ajustou à relação entre a maior largura da 3ª folha e a lâmina de água aplicada. A equação de regressão apresentou o coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,83, significando que 83 % da variação da maior largura da 3ª folha em função da lâmina de irrigação aplicada pode ser explicada por meio desta equação (Figura 2).

De acordo com esta figura, à medida que se aumentou a lâmina de irrigação houve um aumento da maior largura da 3ª folha até um ponto máximo, que representou a lâmina que propiciou o maior desenvolvimento da variável. Esta lâmina, encontrada a partir da derivação da equação de regressão, foi igual a 2,2 mm de água. Nota-se que, a partir deste ponto, a maior largura da 3ª folha respondeu negativamente ao aumento da lâmina d'água. Provavelmente, a lâmina de água acima de 2,2 mm resultou em problemas relacionados com o excesso de água.

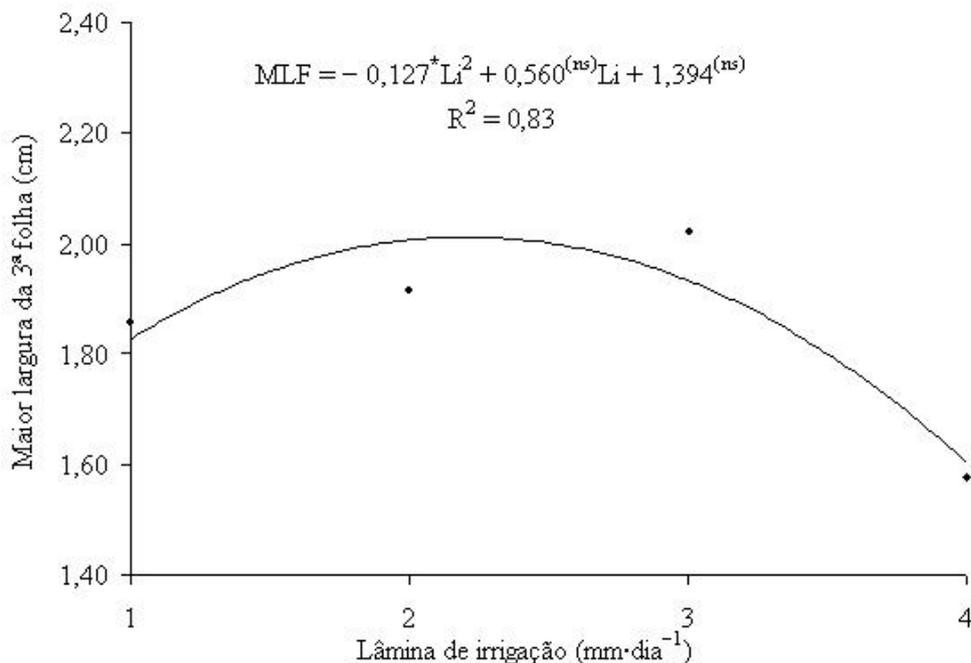


Figura 2. Maior largura da 3ª folha (MLF) de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) em função da lâmina de irrigação (Li), ao 83° DAT, Fortaleza-CE, 2005.

Soares et al. (1998) salientam que a água em excesso proporciona aumento do custo de produção e risco de percolação da água e lixiviação dos nutrientes nela diluídos para regiões abaixo da profundidade efetiva das raízes, o que pode prejudicar o desenvolvimento radicular. Ademais, como os processos de fotossíntese e respiração envolvem a utilização de determinadas concentrações de oxigênio (Raven et al., 2001), o seu déficit pode provocar problemas de ordem fisiológica, ou seja, pode afetar negativamente o desenvolvimento das plantas. Resultado similar ao deste trabalho foi encontrado por Rêgo (2004) em um experimento com crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev), nas condições climáticas de Guaramiranga-CE. Testando quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125 % da evaporação do Tanque Classe A (ETA)) para determinar o melhor manejo de água na cultura, a autora constatou que as variáveis influenciadas pelos níveis de irrigação (diâmetro, peso e comprimento da haste) apresentaram uma resposta quadrática em relação aos níveis de irrigação adotados.

Através das Figuras 1 e 2, percebe-se que 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). Portanto, nas duas ocasiões estudadas (52° e 83° DAT), as plantas apresentaram o melhor desenvolvimento foliar quando foram irrigadas com as lâminas d'água variando de 1 a 3 mm, conforme o crescimento da planta. O contrário ocorreu quando as mudas foram irrigadas com a lâmina de 4 mm. A preferência por lâminas reduzidas na fase inicial de desenvolvimento pode ser justificada tanto pelas características morfológicas e fisiológicas da cultura como pelas condições climáticas atenuadas no interior do ambiente protegido.

Morfologicamente, a arquitetura foliar do abacaxizeiro, em forma de roseta, favorece o acúmulo de água que, posteriormente, pode ser absorvida através de escamas peltadas ou de tricomas foliares (Coppens d'Eeckenbrugge & Leal, 2003; 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, considerados por Hanan et al. (1978) como os principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera, pode ter reduzido a taxa de evapotranspiração das plantas. Soares (2001) ressalta que a evapotranspiração no interior de um ambiente protegido é normalmente 60 a 80 % inferior àquela verificada no ambiente externo.

Com relação à lâmina de 4 mm (Figuras 1 e 2), pode-se deduzir que essa quantidade de água, associada às características de elevada retenção de umidade do pó-de-coco verde (Silva, 1999) e do húmus de minhoca (Aquino, 2004), isto é, do substrato, possivelmente provocou problemas relacionados com o excesso de umidade, como a reduzida disponibilidade de oxigênio e a perda de nutrientes por percolação excessiva da água. O excesso de água junto ao sistema radicular proporciona condições desfavoráveis de oxigenação que, por sua vez, reduzem a atividade fotossintética (Van't Woudt & Hagan, 1967) e restringem severamente a respiração vegetal (Kanwar et al., 1988), ou seja, minimizam a fixação do carbono em compostos orgânicos (sacarose, amido, glicose, etc.) e diminuem a produção de energia química na forma de ATP, necessária à síntese, degradação, translocação e absorção daqueles compostos orgânicos gerados pela fotossíntese (Raven et al., 2001).

Segundo Costa (2000), a aeração deficiente compromete o transporte de nutrientes através das raízes e torna a planta mais suscetível às doenças e à deficiência nutricional. O

autor complementa mostrando que efeitos prejudiciais podem ser produzidos por microorganismos em condições anaeróbias. Vale ressaltar que os efeitos adversos, causados pelo excesso d'água junto ao sistema radicular, variam com a espécie vegetal, a duração e a época do encharcamento, a temperatura e o estágio de desenvolvimento da cultura (Costa, 2000).

Ao 97º DAT, das variáveis relacionadas com a produção de massa na planta, somente as massas fresca e seca da parte radicular foram influenciados pelas distintas lâminas d'água (Figuras 3 e 4).

A equação que melhor se ajustou à relação entre a massa fresca radicular e a lâmina de água aplicada foi a linear. O coeficiente de determinação (R^2) da equação foi igual a 0,95, isto é, 95 % da variação da massa fresca da parte radicular em função da lâmina de irrigação aplicada pôde ser explicada por esta equação (Figura 3).

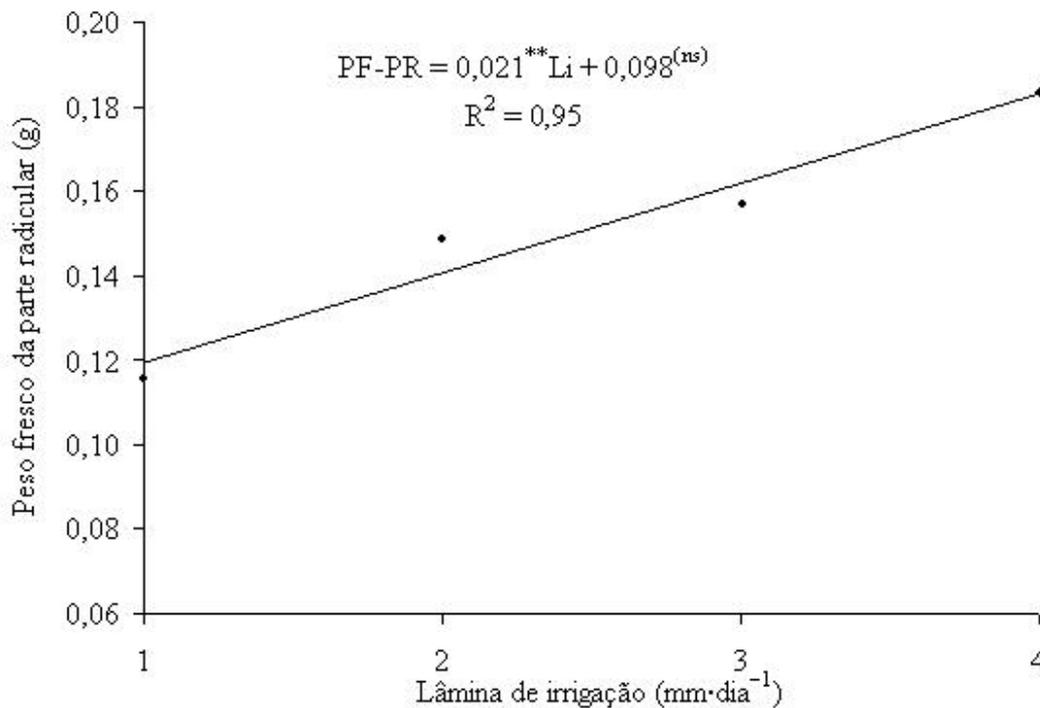


Figura 3. Peso fresco da parte radicular (PF-PR) de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) em função da lâmina de irrigação (Li), ao 97º DAT, Fortaleza-CE, 2005.

Através da Figura 3, observa-se que houve uma resposta linear crescente no acúmulo de matéria fresca com o aumento da lâmina de irrigação, ou seja, à medida que se elevou a quantidade de água, aumentou-se a massa fresca do sistema radicular. Os valores mais elevados de matéria fresca radicular, alcançados com o emprego de crescentes lâminas d'água, ocorreu, possivelmente, pela maior disponibilidade hídrica às raízes das plantas.

De acordo com Felipe (1979), o estado de umidade do meio determina a variação do conteúdo de água nos tecidos das plantas. Deste modo, em condição de maior disponibilidade de água, o sistema radicular aumenta o teor de água em seus tecidos e, com isso, acumula mais matéria fresca. Na outra extremidade, observa-se que as menores lâminas

proporcionaram reduzidos valores de massa fresca radicular. Esse fato pode ser explicado tanto pelo menor teor de água nos tecidos radiculares como pelo pequeno desenvolvimento das raízes. Silva (1998) comenta que a baixa disponibilidade hídrica reduz o número e o crescimento de raízes de abacaxizeiro.

A equação que melhor se ajustou à variação da massa seca da parte radicular em função da lâmina d'água aplicada foi a linear. O coeficiente de determinação (R^2) encontrado foi igual a 0,96, indicando que 96 % da variação da massa seca da parte radicular em função da lâmina de irrigação adotada pôde ser elucidada pela equação encontrada (Figura 4).

Portanto, a visualização da Figura 4 mostra que houve uma resposta linear crescente da massa seca da parte radicular com o aumento da lâmina de água, ou seja, quanto maior a quantidade de água aplicada, maior o acúmulo de matéria seca nas raízes da cultura. Em concordância com estes resultados, Sindeaux (2005), ao aclimatizar mudas micropropagadas de bananeira (*Musa* spp.) na região litorânea do Estado do Ceará, testando níveis de irrigação idênticos aos avaliados no presente experimento, verificou o aumento da massa seca do sistema radicular com a elevação da lâmina de irrigação. Em outro experimento, Galbiatti et al. (2005), avaliando o efeito de três lâminas de irrigação (50, 100 e 150 % da evaporação do Tanque Classe A) no crescimento inicial de mudas de citros (*Citrus limonia* e *Citrus volkameriana*), cultivadas em casa de vegetação e nas condições climáticas de Jaboticabal-SP, observaram que a espécie *Citrus limonia* apresentou o maior acúmulo de massa seca radicular quando irrigada com a maior lâmina d'água. Lopes et al. (2005) também constataram um aumento linear da matéria seca radicular conforme o aumento da lâmina d'água, quando testaram o efeito de distintas lâminas de irrigação (6, 8, 10, 12 e 14 mm) na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em substrato de fibra de coco, nas condições climáticas de Ibaté-SP.

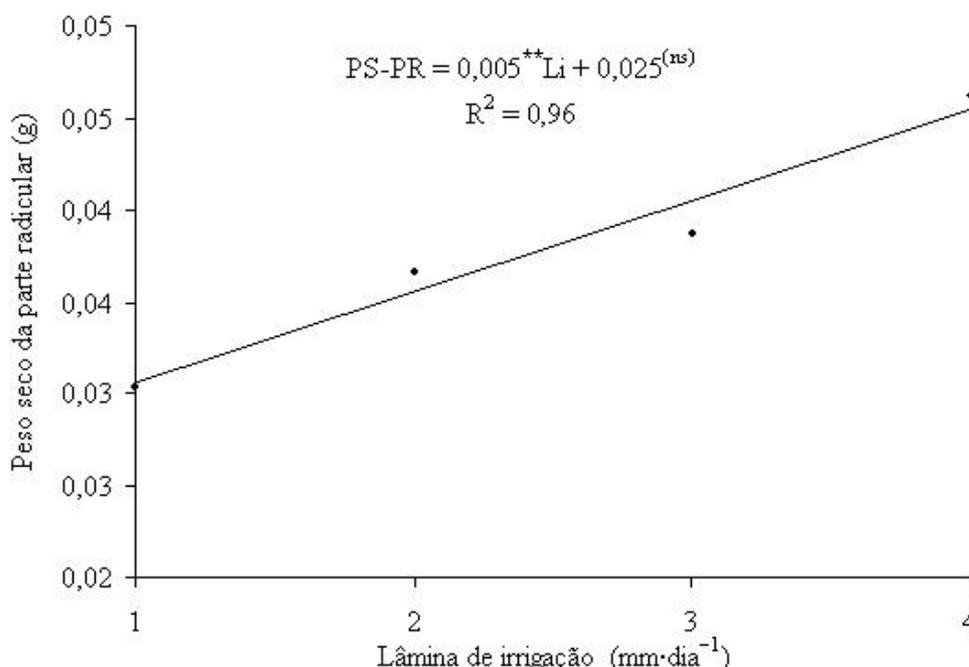


Figura 4. Peso seco da parte radicular (PS-PR) de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) em função da lâmina de irrigação (Li), ao 97º DAT, Fortaleza-CE, 2005.

No caso do abacaxizeiro ornamental, é possível que a maior disponibilidade de água tenha favorecido o crescimento e aumentado o número de raízes na planta. Por isso, os valores de massa seca das raízes foram altos, mesmo com valores elevados de massa fresca.

Ao 97° DAT, verificou-se que as mudas de abacaxizeiro responderam melhor à aplicação da maior lâmina d'água (sistema radicular mais desenvolvido) devido, possivelmente, à maior necessidade hídrica da cultura na ocasião. A não diferença estatística com relação à parte aérea pode ter ocorrido em função da aplicação da solução nutritiva (adubação foliar).

Levando em conta os resultados obtidos com este experimento, pode-se observar que as lâminas de 1, 2 e 3 mm foram as mais eficientes em promover o melhor desenvolvimento foliar até o 83° DAT. Além do melhor desenvolvimento vegetativo das mudas, o uso destas lâminas proporcionou uma redução nos gastos com água e energia elétrica, quando comparadas com o uso da lâmina de 4 mm. Todavia, vale ressaltar que essa sensível economia, além de benéfica, é muito importante, em virtude dos esforços e dos investimentos realizados durante as etapas anteriores à micropropagação. Até o 97° DAT, a lâmina de 4 mm foi a mais eficiente, já que proporcionou a obtenção de mudas com o sistema radicular mais vigoroso. Portanto, ao se levar em conta a relevância da redução de custos na aclimatização, as características de retenção de umidade do substrato e as condições climáticas atenuadas pelo ambiente protegido, é conveniente considerar que os resultados mais prósperos foram aqueles 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.

6 CONCLUSÕES

A aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*) na região litorânea do Estado do Ceará pode ser realizada no período de maio a agosto, em telado do tipo sombrite, com as lâminas de irrigação de 1 mm·dia⁻¹ até o 52° DAT, de 2 mm·dia⁻¹ até o 83° DAT e de 4 mm·dia⁻¹ até o 97° DAT.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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: UFV, 2004. p. 4-36.

AQUINO, B. F. **Conceitos fundamentais em fertilidade do solo**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Departamento de Solos, 2004. 182 p. Apostila.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7 ed. atual. ampl. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 611 p.

CARNEIRO, J. G. A. de. Importância da localização dos viveiros. In: _____. (Org.). **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 1995. p. 1-9.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: University of California, 1942. 124 p. (Bulletin, 670).

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

COSTA, R. N. T. **Curso de aperfeiçoamento em irrigação e drenagem para engenheiros agrônomos e engenheiros agrícolas: drenagem agrícola**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Agrícola, 2000. 55 p. Apostila.

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

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

FELIPPE, G. M. Desenvolvimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1979. p. 6-6.

GALBIATTI, J. A.; CALVACANTE, I. H. L.; CALZAVARA, S. A.; SILVA, V. L. da. Substratos e lâminas de irrigação em duas espécies cítricas. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 341-348, 2005.

GOMIDE, R. L. Monitoramento para manejo da irrigação: instrumentação, automação e métodos. In: FARIA, M. A. de; SILVA, É. L. da; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. da. (Ed.). **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: Universidade Federal de Viçosa/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 133-239.

HANAN, J. J.; HOLLEY, W. D.; GOLDS-BERRY, K. L. **Greenhouse management**. New York: Springer-Verlag, 1978. 530 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. **American Society Agricultural Engineers**, Iowa, v. 31, n. 1, p. 133-141, 1988.

KÖPPEN, W. **Dieklimate dererde-grundrib der klimakunde**. Berlin: Walter de gruy-ter verlag, 1923.

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

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

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Efeito de lâminas de irrigação na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (HILL ex. MAIDEN) em substrato de fibra de coco. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 2, p. 123-134, 2005.

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.

MUSGRAVE, M. E. Waterlogging effects on yield and photosynthesis in eight wheat cultivars. **Crop Science**, Louisiana, v. 34, p. 1314-1318, 1994.

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

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

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

RÊGO, J. de L. **Efeitos de níveis de irrigação na cultura do crisântemo**. 2004. 55 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SILVA, C. R. da. **Irrigação na cultura do abacaxizeiro (*Ananas comosus* Merrill)**. (Hidráulica e Irrigação), Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", abr. 1998. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/abacaxi.htm>>. Acesso em: 25 dez. 2005.

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

SINDEAUX, J. H. F. **Aclimatização de mudas micropropagadas de bananeira em ambiente protegido em função do tipo e do volume do substrato e da lâmina e da frequência de irrigação**. 2005. 102 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

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

SOARES, J. M.; COSTA, F. F.; SANTOS, C. R. Manejo de irrigação em fruteiras. In: FARIA, M. A. de; SILVA, É. L. da; VILELA, L. A. A.; SILVA, A. M. da. (Ed.). **Manejo de irrigação**. Poços de Caldas: Universidade Federal de Viçosa/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p. 281-310.

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

VANT'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.