

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CACAUEIRO EM FUNÇÃO DE NIVEIS DE APLICAÇÃO DE ÁGUA

*Adriana Ramos¹, George Andrade Sodré^{1,2}, John Silva Porto³,
Rafael de Queiroz Costa³*

¹Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Rodovia Jorge Amado, km 16, Bairro Salobrinho, 45662-900, Ilhéus/BA. aramosmendes@gmail.com;

²Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/ Centro de Pesquisas do Cacau. km 22 rod. Ilhéus Itabuna. CP 07 - 45600-970. Ilhéus- BA. sodre@ceplac.gov.br

³Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. Estrada do Bem querer, km 04, 45083-900. jsporto87@yahoo.com.br; rafaqc_agro@yahoo.com.br

Para produção de mudas de cacau de boa qualidade é necessário efetuar os tratamentos culturais no viveiro, dentre os quais destaca-se a irrigação. Nesse contexto, a disponibilidade de água no solo é considerado um dos mais importantes fatores de crescimento e produção de mudas de cacau. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de mudas de cacau em função de lâminas de irrigação. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação da CEPLAC, localizada no município de Ilhéus - BA. O clone usado foi o PH-16 e o delineamento foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 15 repetições. Os tratamentos foram representados pelos volumes de 20, 40, 60, 80 e 100 ml de água aplicados em tubetes de 288 cm³ contendo substrato formado pela mistura comercial Plantmax® e fibra de coco na proporção volumétrica de 1:1. Os volumes de água foram aplicados duas vezes na semana. Após 5 meses foram analisadas as seguintes características: altura e taxa de crescimento da planta, diâmetro do caule, matéria seca de raiz e de parte aérea (caule + folha). Excetuando a matéria seca de raiz, foram encontradas diferenças significativas (P<0,01) nas demais características avaliadas. Foi obtida regressão linear significativa (P<0,01) para as variáveis em função do volume demonstrando comportamento linear crescente de acordo com o aumento do volume de água aplicado. Concluiu-se que mudas clonais de cacau em tubetes apresentaram maior desenvolvimento com aplicação duas vezes por semana de 100 ml de água na mistura dos substratos Plantmax® + fibra de coco e o período crítico do crescimento de mudas de cacau em relação à demanda hídrica foi verificado nos primeiros 30 dias após iniciada a fase de desenvolvimento.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L., lâminas de água, crescimento, acúmulo de massa seca

Development of cocoa seedlings in different watering. Producing cocoa seedlings with quality is necessary to make cultivation at nursery, among which is irrigation. In this context, the water soil availability is considered one of the most important factors for growth and production of cocoa seedlings. This study aimed to evaluate the development of cocoa seedlings under different irrigation levels. The study was conducted in a greenhouse of CEPLAC, located in Ilheus - BA, Brazil. The clone used was PH-16 and a complete randomized design with 5 treatments and 15 repetitions. The treatments were represented by the volumes of 20, 40, 60, 80 and 100 ml of water. The substrate was obtained by mixing commercial Plantmax ® and dried coconut fiber (volumetric ratio of 1:1), and the surface area of core. Volumes were applied twice a week. After 5 months, the following characteristics were analyzed, height and rate of growth of the plant, stem diameter, root dry matter and aerial part (main stem + leaf). Except for the root dry matter, significant differences (P<0.01) were found in other traits. Significant linear regression (P<0.01) was obtained for the variables on the volume showing a linear increase according to the increase in the volume of water applied. It was concluded that the seedlings of cocoa can biggest develop under application of 100 ml of water twice in week, substrate of pine bark and coconut fiber. The critical period of growth of cacao in relation to its water demand is in the first 30 days after rooting.

Key words: *Theobroma cacao* L, water blades, growth, dry matter accumulation

Introdução

O cultivo do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) representa importante papel na vida social e econômica de mais de 5 milhões de lares em todo o mundo, ocupando cerca de 7 milhões de hectares, influenciando a vida de 25 milhões de pessoas, (Somarriba, 2006). Os principais fatores climáticos que favorecem o desenvolvimento do cacauzeiro são temperaturas médias superiores a 23 °C, precipitação pluvial bem distribuída e superior a 1.250 mm anuais, luminosidade variando entre 1.500 a 2.300 horas luz por ano e comprimento de dia curto, com variações relativamente pequenas durante o ano (Silva Neto, 2001).

No que se refere à propagação do cacauzeiro, é possível obter-se mudas de qualidade por via vegetativa usando a estaquia e materiais clonais. Essa prática vem sendo realizada na região cacauzeira do estado da Bahia em substituição a plantas seminais, suscetíveis à doença vassoura de bruxa causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* por clones resistentes (Marrocos e Sodré, 2004).

Entre os fatores que influenciam na produção de mudas de qualidade de cacauzeiro, destaca-se o substrato. Vários substratos têm sido utilizados na produção de mudas de cacauzeiro e entre as vantagens do seu uso destacam-se o de facilitar o enraizamento das estacas além de permitir melhor drenagem da água de irrigação. A resposta do crescimento vegetativo de porta enxerto na produção de mudas de cacauzeiros em substratos, é variada. De acordo com Moraes et al. (2008) o substrato de fibra de coco possibilita o incremento na produção de mudas mais vigorosas.

A quantidade e a forma de aplicação de água é de suma importância na definição de manejo de uma cultura; erros ou negligências nesses pontos muitas vezes geram insucessos da produção tornando os cultivos economicamente inviáveis (Coelho et al., 2005). Tal relevância condiciona a estimativa desses fatores às condições específicas de cada localidade, devido às variações climáticas e físico-hídricas dos solos (Valnir Junior et al., 2013).

Boas condições de irrigação favorecem o crescimento e desenvolvimento das mudas, garantindo um desempenho satisfatório nas fases iniciais, com o aumento da área foliar. As respostas fisiológicas e, conseqüentemente, a produção do cacauzeiro parece

ser limitada pela redução do conteúdo de água no solo abaixo de 60 a 70% da capacidade máxima disponível. Plantas jovens de cacauzeiro têm um maior crescimento a um nível de 60% da capacidade de água disponível (Alvim, 1977).

Matos (1972) relata que o regime de irrigação diária em cacauzeiros jovens induz o crescimento radicular e maior taxa de produção de matéria seca. O teor de umidade do solo exerce influência sobre a taxa de difusão de oxigênio, sobre a temperatura do solo, a taxa de consumo de água e o crescimento do cacauzeiro (Gavade, 1969).

São poucas as informações sobre a demanda hídrica diária de mudas de cacauzeiro produzidas em recipientes. Geralmente critérios empíricos são adotados pelos viveiristas para determinar a lâmina de irrigação. Dessa forma, objetivou-se com o trabalho avaliar o desenvolvimento vegetativo de mudas clonais de cacauzeiro em função de diferentes lâminas de irrigação em substrato com casca de *Pinus* (Plantmax®) e fibra de coco.

Material e Métodos

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação do Centro de Pesquisa do Cacau, - CEPEC, município de Ilhéus - BA. Foram usadas mudas produzidas a partir de estacas de ramos plagiotrópicos do clone PH-16, de 3 meses de idade enraizadas em tubetes de 288 cm³.

Foi utilizado o substrato para o enraizamento das estacas de ramos plagiotrópicos conforme as recomendações descritas por Marrocos e Sodré (2004) para a região cacauzeira da Bahia, usando uma mistura comercial a base de casca de *Pinus* (Plantmax ®) e fibra de coco na proporção volumétrica de 1:1. Foram realizadas análises de densidade das partículas e densidade global da mistura e obtida a curva de retenção de umidade do substrato, submetidos a tensões de 0, 0,01; 0,05 e 0,1 Kpa. A umidade presente no substrato foi mensurada pelas formulas:

$$U(\%) = 100(a-b)/b \text{ e } \theta = Uxdg,$$

respectivamente, onde a é o peso da amostra após ser submetida à tensão utilizada, b é o peso da amostra seca a 105 °C, U é a umidade em massa, θ é a umidade volumétrica e dg a densidade das partículas do substrato.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quinze repetições. A capacidade de campo do substrato, estimada, correspondeu ao volume de 80 ml de água por tubete. Foram adotados os tratamentos 20, 40, 60, 80 e 100 ml/tubete de água correspondendo respectivamente a 25, 50, 75, 100 e 125 % da capacidade de saturação do substrato.

Os volumes de água foram aplicados diretamente no substrato durante dezoito semanas. A adubação consistiu em doses semanais utilizando 1 g L⁻¹ do formulado 14 (N), 16 (P₂O₅), 18 (K₂O), 0,48 (Mg), 0,03 (B), 0,15 (Cu), 0,16 (Mn), 0,20 (Mo), 0,09 (Fe) e 0,04 (Zn) aplicados na superfície do tubete.

As características avaliadas foram à altura final da muda, taxa de crescimento relativo, diâmetro do caule, matéria seca da raiz e matéria seca da parte aérea.

Para obter a altura das mudas as medições foram realizadas do colo até o ápice da planta. A taxa de crescimento relativo foi obtida por meio da fórmula:

$$TCR = \frac{\ln Alt_2 - \ln Alt_1}{t_2 - t_1}$$

onde $\ln Alt_2$ e $\ln Alt_1$ são os valores de logaritmos da altura da muda de duas amostras sucessivas e t é o intervalo de tempo em dias transcorridos.

O diâmetro do caule foi aferido com o uso de paquímetro analógico. Para mensurar o peso seco das amostras, tanto da raiz como da parte aérea, o material vegetal foi etiquetado e levado para estufa de circulação forçada de ar sob temperatura estável de 65 °C por 72 h.

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão utilizando o software estatístico Sisvar® versão 5.2 (Ferreira, 2000).

Resultados e Discussão

Os valores obtidos para densidade das partículas e densidade global do substrato (mistura Plantmax® + fibra de coco) foram 1,8 g cm⁻³ e 300 kg m⁻³ respectivamente. A porosidade total foi de 83%.

A Figura 1 representa a curva de retenção de água pelo substrato, obtida pela metodologia do Funil de Haines (1930). Foram assumidas as tensões de 0,98 e 9,8 KPa correspondentes à umidade na capacidade de campo e ponto de murcha permanente para substratos de acordo com Corá e Fernandes (2008). Observa-se na Figura 1 que o substrato perdeu muita água nas primeiras tensões.

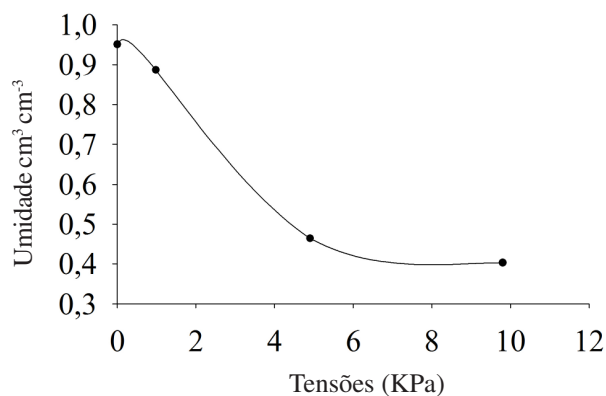


Figura 1. Curva de retenção de água do substrato (Plantmax® + fibra de coco) submetido a diversas tensões matriciais.

Estudando mudas de frutíferas cultivadas em substrato com fibra de coco verde, Salgado et al. (2006) verificaram que este material apresenta alta capacidade de retenção de água e porosidade da ordem de 87,7% o que facilita sua infiltração.

Em trabalho feito para determinar curvas características de retenção de água em alguns substratos agrícolas: Plantmax® Fibra, Rendmax®, Golden Mix Granulado®, Golden Mix Misto® e Golden Mix Fibroso®, Corá e Fernandes (2008) encontraram para o substrato Plantmax fibra uma densidade seca de 274,6 kg m⁻³, porosidade total de 80%, porosidade livre de água de 20% e capacidade de retenção de água 20%, entre as tensões de 1 e 10 KPa.

Ao se avaliar o crescimento das plantas, deve-se considerar também a influência do substrato no seu desempenho. Nesse contexto, Kämpf (2000) discorre que além de exercer sua principal função de promover o suporte às plantas nele cultivadas, o substrato pode ainda, regular a disponibilidade de água e nutrientes. Isso indica que as boas características físicas do substrato utilizado proporcionaram condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das mudas, principalmente pela boa disponibilidade de água verificada nesse trabalho. De acordo com Knapik et al. (2005), a fibra de coco possui uma estrutura final granular intercalada por fibrilas caracterizando um substrato com alta porosidade e boa capacidade de retenção de água.

A altura da planta reflete de maneira clara e objetiva o desenvolvimento e crescimento de uma planta, entretanto, é importante considerar que variações nesse

parâmetro podem ocorrer em virtude de diversos fatores como o método de propagação, cultivar, disponibilidade hídrica, manejo da adubação entre outros.

Por meio da regressão linear estabelecida (Tabela 1) para altura final da muda de cacau, foi possível verificar um efeito linear positivo ($P < 0,05$) com o aumento dos volumes. Isto é possível ser observado pela Figura 2A, pois, quanto mais se elevou a disponibilidade de água observou-se maior altura das mudas, verificando-se efeito positivo entre quantidades crescentes de água e incrementos na altura final das mudas. Lopes et al. (2005), trabalhando com níveis de irrigação em eucalipto, verificaram incrementos na altura da planta com o aumento das quantidades de água aplicadas até a lâmina de 10 mm dia^{-1} tornando-se estável até a maior lâmina aplicada de 14 mm dia^{-1} .

Em todos os tratamentos a taxa de crescimento relativo (TCR) das mudas de cacau apresentou maior

crescimento no período de 0-30 dias, representando este intervalo o período crítico no desenvolvimento das mudas (Tabela 2). Contrariamente, para todos os volumes aplicados no segundo período houve redução abrupta do crescimento. Esse resultado pode ser atribuído à frequência das aplicações de água, uma vez que se criava um ambiente propício para o desenvolvimento de fungos no substrato. Para Siddique et al. (1990), o crescimento inicial precoce pode resultar em maior captura de luz pelas folhas, favorecendo que o índice de área foliar máximo seja atingido mais rapidamente.

Nos períodos avaliados o menor valor de TCR foi obtido para o volume de 20 ml, sugerindo restrição hídrica imposta às plantas neste tratamento. As mudas que receberam 60 ml de água apresentaram maior desenvolvimento inicial (0-30 dias) e o volume de 80 ml proporcionou maior regularidade no crescimento entre os períodos avaliados, em contrapartida a maior

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos parâmetros de crescimento das mudas de cacau

FV	Altura	Diâmetro	Massa seca de parte aérea	Massa seca de raiz	Massa seca Total
	----- Quadrados médios -----				
Volumes	124.233*	0.023*	6.409*	0.013 ^{ns}	6.844*
Linear	484.008*	0.089*	45.819*	1.345 ^{ns}	40.614*
Quadrático	11.699 ^{ns}	0.002 ^{ns}	3.563 ^{ns}	1.915 ^{ns}	3.660 ^{ns}
Resíduos	17.192	0.004	0.475	0.011	0.559
CV (%)	18,6	13,5	24,5	22,6	23,9

*Significativo ($P < 0,05$) pelo teste F; ^{ns} não significativo ($P < 0,05$) pelo teste F

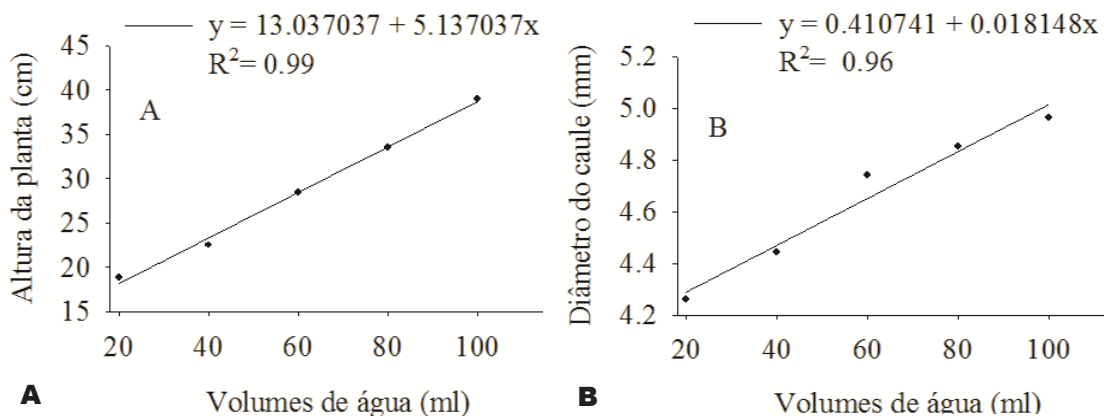


Figura 2. Altura (A) e diâmetro (B) do caule de mudas de cacau em função de diferentes lâminas de irrigação.

Tabela 2. Taxa de crescimento de mudas de cacaueteiro em diferentes perıodos de crescimento em função de diferentes volumes de gua

Perıodos	----- ml -----				
	20	40	60	80	100
----- cm. cm ⁻¹ dia ⁻¹ -----					
0-30	0,005302	0,005477	0,007438	0,004984	0,005898
30-60	0,000216	0,002900	0,001852	0,003512	0,002599
60-90	0,002819	0,004335	0,004225	0,003177	0,003177
90-120	0,000889	0,000036	0,002300	0,002900	0,002900

variação no crescimento das plantas foi obtida com a aplicação de 100 ml.

Após atingirem a máxima TCR as mudas de cacaueteiro apresentaram decrısximo de crescimento com o decorrer das avaliações. Comportamento semelhante da TCR nos últimos perıodos de crescimento. Decrısimos de crescimento em mudas tambım foram verificados em outras culturas a exemplo de goiabeira (Prado e Franco, 2007) e meloeiro (Medeiros et al., 2006) que observaram redução da TCR com a idade da plantas, em razão do auto-sombreamento e do aumento da atividade respiratória.

Para o diâmetro do caule foi verificado um desempenho linear positivo (Figura 2B) em função do aumento da quantidade de água aplicada. Zanetti et al. (2003), ao estudar o desenvolvimento de mudas de Citrus em diferentes substratos e lâminas de irrigação, observaram que o diâmetro do caule da planta aumentou de acordo com a elevação das lâminas aplicadas e que seu crescimento estabilizou quando se

aplicou uma lâmina de 75 % do ponto de saturação do substrato. Assim,  possıvel que com maior volume de água armazenada no substrato e com maiores quantidades de água e nutrientes disponıveis sendo transportados as condições estimuladoras para a expansão no diâmetro do caule sejam incrementadas (Taiz e Zeiger 2013).

Conforme a quantidade de água aplicada foi aumentada pde-se observar relação direta com a mteria seca total e da parte erea, representada pelo modelo de regressão linear positivo (Figura 3A; 3B). Lopes et al. (2005), encontraram incremento na mteria seca total de mudas de eucalipto quando se aplicava volumes crescentes de água o que corrobora com os resultados obtidos neste trabalho. Porım, não houve influência na mteria seca de raiz (Tabela 1). Esse resultado pode ser devido à limitação imposta pelo volume do tubete que pode não ter sido suficiente para acondicionar o sistema radicular da planta durante o perıodo experimental, influenciado neste parâmetro.

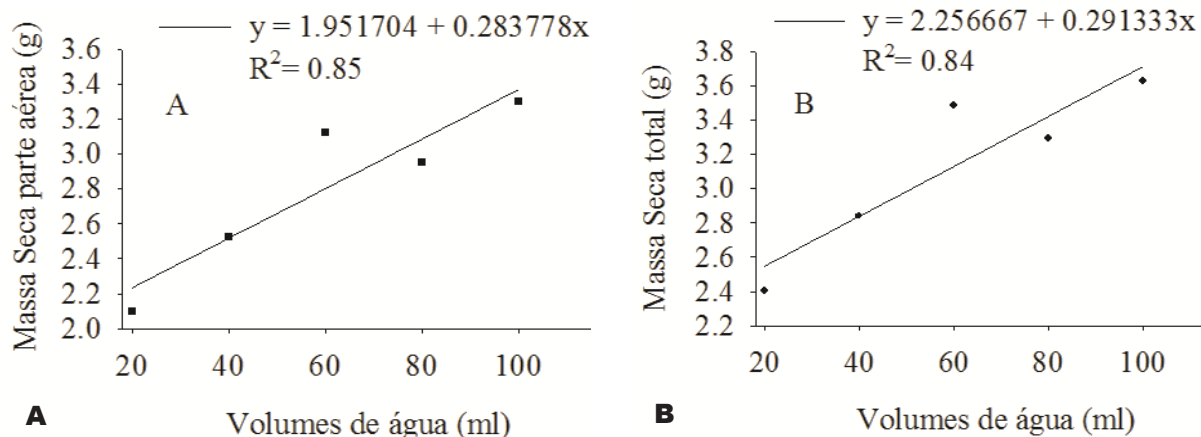


Figura 3. Massa seca da parte erea (A) e total (B) de mudas de cacaueteiro em função de lâminas de irrigação.

Conclusões

Mudas clonais de cacaueteiro em tubetes apresentaram maior desenvolvimento com aplicação duas vezes por semana de 100 ml de água na mistura dos substratos Plantmax® e fibra de coco.

O período crítico do crescimento de mudas de cacaueteiro em relação à demanda hídrica foi verificado nos primeiros 30 dias após iniciada a fase de desenvolvimento.

Literatura Citada

- ALVIM, P. de T. Cacao. 1977. In Alvim, P. de T.; Kozslowski, T.T. Ecophysiology of tropical crops. New York, Academic Press. pp. 279-313.
- CORÁ, J. E.; FERNANDES, C. 2008. Curva característica de retenção de água para substratos. In Encontro Nacional de Substratos para Plantas, 6. Fortaleza, CE. Anais. Fortaleza, UFCE. CD-Rom.
- COELHO, E. F.; FILHO M. A. C.; OLIVEIRA S. L. 2005. Agricultura irrigada: Eficiência de irrigação e de uso de água. Bahia Agrícola (Brasil) 7: 57-60.
- FERREIRA, D. F. 2000. Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas. Lavras, MG, Universidade Federal de Lavras. 66 p.
- GAVADE, S. A. 1969. Influence of soil moisture regimes on oxygen diffusion and water use by cacao. In Conferência Internacional de Pesquisa em Cacau, 2º. Salvador, BA. Anais. Salvador, BA, CEPLAC. pp. 431-435.
- HAINES, W. B. 1930. Studies in the physical properties of soil: The hysteresis effect in capillary properties and the modes of moisture associated therewith. Journal of Agricultural Science 20:97-116.
- KÄMPF, A. N. 2000. Substrato. In Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba, Agropecuária. 254p.
- KNAPIK, J. G. et al. 2005. Produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth (Bracatinga), *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) e *Allophylus Edulis* (St. Hil.) Radl. (Vacum) sob diferentes regimes de adubação. Colombo, PR, EMBRAPA PESQUISA FLORESTAL. Boletim de Pesquisa Florestal nº51.
- LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. 2005. Efeitos de lâminas de irrigação na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em substrato de fibra de coco. Revista Irriga (Brasil) 10 (2): 123-134.
- MARROCOS, P. C. L.; SODRÉ, G. A. 2004. Sistema de produção de mudas de cacaueteiros. In BARBOSA, J. G. eds. Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa. pp. 283-311.
- MATOS, A. 1972. Efeitos de diferentes substratos e regimes de irrigação sobre o desenvolvimento de mudas de cacaueteiros (*Theobroma cacao* L.). Dissertação de Mestrado. Viçosa, MG, UFV. 49p.
- MORAIS, R. R. et al. 2008. Substratos para crescimento de porta - enxerto na produção de mudas de cacaueteiros. In Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20º. Anais. Vitória, ES, INCAPER. pp. 131-133.
- MEDEIROS, J. F. et al. 2006. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental 10 (4): 792-797.
- PRADO, R. M.; FRANCO, C. F. 2007. Eficiência de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira Paluma e Século XXI, cultivadas em solução nutritiva. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 2 (4): 275-280.
- SALGADO, E. V. et al. 2006. Comparação entre substrato de coco verde e outros materiais na produção de mudas de pimentão. In Encontro Nacional de Substratos para Plantas, 5º. Anais. Ilhéus, BA, CEPLAC. CD-ROM.
- SIDDIQUE, K. H. M.; TENNAT, D.; PERRY, M. W. 1990. Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a Mediterranean-type environment. Australian Journal of Agricultural Research 41 (3):431-447.
- SILVANEITO, P. J. 2001. Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém, PA, CEPLAC. 125 p.
- SOMARRIBA, E. 2006. Agrossilvicultura com cacau. In Conferência Internacional de Pesquisas em Cacau. 15º. Anais. San José, Costa Rica, CATIE. p.35.
- VALNIR JÚNIOR, M. et al. 2013. Lâminas de irrigação e frequência de aplicação no crescimento do meloeiro. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada 7 (1): 42-53.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013. Fisiologia vegetal. 5 ed. Porto Alegre, RS, Artmed. 820p.
- ZANETTI, M. et al. 2003. Características físicas de substratos para a produção de mudas cítricas sob telado. Laranja 24 (2):519-530.