**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Desenvolvimento inicial de três espécies nativas do Cerrado em função de
lâminas de irrigação e tamanhos de recipiente**

César Antônio da Silva

**Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor
em Ciências. Área de concentração: Irrigação e
Drenagem**

**Piracicaba
2012**

César Antônio da Silva
Tecnólogo em Irrigação e Drenagem

Desenvolvimento inicial de três espécies nativas do Cerrado em função de lâminas de irrigação e tamanhos de recipiente

Orientador:
Prof. Dr. DURVAL DOURADO NETO

Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Silva, César Antônio da

Desenvolvimento inicial de três espécies nativas do Cerrado em função delâminas de irrigação e tamanhos de recipiente / César Antônio da Silva. - - Piracicaba, 2012.
181 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Casa de vegetação 2. Cerrado 3. Evapotranspiração 4. Irrigação 5. Mudanças - desenvolvimento - qualidade 6. Plantas nativas I. Título

CDD 634.04
S586d

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A todos os pesquisadores da
área de irrigação e viveiristas que
lidam com espécies nativas,

OFEREÇO

Aos meus pais, Carivaldo Ferreira da
Silva e Maria Fátima de Lima Silva,
pessoas essenciais na minha vida e que
me apoiam em todos os momentos,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, durante toda a jornada de estudos.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, por conceder esta oportunidade.

Ao Professor Dr. Durval Dourado Neto, pessoa de notável conhecimento, pela orientação, humildade e confiança em realizar este trabalho.

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem da ESALQ, pela contribuição, especialmente àqueles com os quais tive a oportunidade de ampliar os conhecimentos: Dr. Sérgio Nascimento Duarte, Dr. Tarlei Arriel Botrel, Dr. José Antônio Frizzzone, Dr. Rubens Duarte Coelho, Dr. Jarbas Honório de Miranda, Dr. Marcos Vinícius Folegatti, e ao Prof. Dr. Paulo Leonel Libardi, do Programa de Pós-Graduação em Física do Ambiente Agrícola, pelos ensinamentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Berildo de Melo, da Universidade Federal de Uberlândia, pelos ensinamentos, durante o Curso de Mestrado em Agronomia/Fitotecnia.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia de Biossistemas, em especial Sr. Antônio, Gilmar, Hélio, Luiz Custódio e às Secretárias Davilmar, Beatriz e Sandra.

Aos meus familiares, primos e à querida Jamíria Ribeiro Nascimento, pelo apoio durante esta etapa e por compreenderem a minha ausência em momentos importantes. Ao meu padrinho Manoel Alair da Silva Vieira (*in memoriam*), pelos bons exemplos de vida. Ao meu irmão, Sérgio Francisco da Silva, pelo auxílio nos experimentos, em finais de semana.

Ao meu irmão Cícero José da Silva, e ao meu primo Carlos Alessandro de Freitas, pelo apoio, sugestões e também por se dedicarem à área de Ciências Agrárias.

A todos os colegas de Pós-Graduação: Everaldo, Acácio, Carlos José, Marcelo Abritta, Alessandro, Renato, Marinaldo, Jussálvia, Fernando, Rafael, Lucas do Amaral, Vanessa, Dinara, Wanderley, Francisco de Assis, Sérgio Medeiros, Eusímio, Robson, Juliano, ..., pela amizade, companheirismo e convivência.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o alcance deste objetivo.

BIOGRAFIA

César Antônio da Silva, filho de agricultores, Carivaldo Ferreira da Silva e Maria Fátima de Lima Silva, nasceu em Orizona, Goiás, Brasil, aos 25 de março de 1982. Iniciou os estudos em 1988, na Escola Municipal Nicolau Canêdo, município de Orizona. Concluiu o Ensino Médio (Curso Técnico em Magistério) no Colégio Geraldo Sílvio de Lima, no mesmo município. De 2000 a 2003, graduou-se em Geografia, pela Universidade Estadual de Goiás, e em Tecnologia em Irrigação e Drenagem, pelo Centro Federal de Educação Tecnológica, atual Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí. Em 2004, foi Professor de Matemática, Química e Física, no Colégio Geraldo Sílvio de Lima, Orizona, Goiás. Em 2005, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia/Fitotecnia, na Universidade Federal de Uberlândia, concluindo-o em 2007, com defesa da dissertação intitulada “Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) à lâminas de irrigação por gotejamento”. Em 2008, foi Professor de Fruticultura, Topografia, Mecanização Agrícola e Culturas Anuais, na Escola Família Agrícola de Orizona (EFAORI). Em 2009, iniciou o Curso de Doutorado em Irrigação e Drenagem, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

*“Se teus projetos forem para um ano, semeie a semente
Se forem para dez anos, plante uma árvore
Se forem para cem anos, instrua o povo.*

*Semeando uma vez a semente, colherás uma vez;
plantando uma árvore, colherás dez vezes;
instruindo o povo, colherás sempre.*

*Se deres um peixe a um homem, ele comerá uma vez.
Se, porém, o ensinares a pescar, ele comerá a vida
inteira.”*

Kuan-Tzu, sábio chinês do séc. VII a.C

SUMÁRIO

RESUMO.....	15
ABSTRACT	17
LISTA DE FIGURAS.....	19
LISTA DE TABELAS.....	25
LISTA DE SÍMBOLOS	29
1 INTRODUÇÃO	31
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	33
2.1 Bioma Cerrado e espécies nativas	33
2.1.1 Jatobazeiro	35
2.1.2 Pitangueira	36
2.1.3 Baruzeiro	38
2.2 Irrigação por gotejamento, frente de molhamento e bulbo úmido	39
2.3 Propriedades físico-hídricas de substratos.....	42
2.3.1 Umidade na “capacidade de campo em recipientes”	43
2.3.2 Umidade de “ponto de murcha permanente”	45
2.4 Recipientes e desenvolvimento de mudas	45
2.5 Manejo de irrigação	50
2.5.1 Evapotranspiração em ambiente protegido.....	51
2.5.2 Tanque Classe A e coeficientes do tanque (Kp) e de cultivo (Kc).....	53
2.6 Deficiência hídrica e resposta de espécies nativas à irrigação	55
3 MATERIAL E MÉTODOS	59
3.1 Localização.....	59
3.2 Descrição do ambiente protegido	59
3.3 Substrato	60
3.4 Experimentos.....	61
3.4.1 EXPERIMENTO I: Jatobazeiro	61
3.4.1.1 Sementes, semeadura e plantio	61
3.4.1.2 Recipientes	62
3.4.1.3 Tratos culturais	63
3.4.2 EXPERIMENTO II: Pitangueira	63
3.4.2.1 Sementes, semeadura e plantio.....	63
3.4.2.2 Recipientes	64

3.4.2.3 Tratos culturais.....	64
3.4.3 EXPERIMENTO III: Baruzeiro.....	65
3.4.3.1 Sementes e semeadura	65
3.4.3.2 Recipientes	65
3.4.3.3 Tratos culturais.....	65
3.5 Delineamento experimental e tratamentos	66
3.6 Determinação da umidade na “capacidade de campo em recipientes”	68
3.7 Irrigação	70
3.7.1 Instalação do sistema	70
3.7.2 Uniformidade de irrigação	72
3.7.3 Manejo da irrigação	73
3.8 Monitoramento de dados climáticos	74
3.9 Características avaliadas	76
3.10 Análise estatística.....	80
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
4.1 Dados climáticos	83
4.2 EXPERIMENTO I: Jatobazeiro.....	85
4.2.1 Evapotranspiração potencial	85
4.2.2 Desenvolvimento vegetativo.....	86
4.2.2.1 Altura de muda.....	87
4.2.2.2 Diâmetro de caule	89
4.2.2.3 Número de folhas	91
4.2.2.4 Área foliar	92
4.2.2.5 Comprimento do sistema radicular	94
4.2.2.6 Massa de raízes	96
4.2.2.7 Massa de caule	98
4.2.2.8 Massa de folhas.....	99
4.2.2.9 Massa de muda e sua partição percentual	100
4.2.2.10 Relação das massas de raízes e da parte aérea	103
4.2.3 Qualidade das mudas: índice de Dickson	105
4.3 EXPERIMENTO II: Pitangueira	106
4.3.1 Evapotranspiração potencial	106
4.3.2 Desenvolvimento vegetativo.....	107
4.3.2.1 Altura de muda.....	108

4.3.2.2 Diâmetro de caule.....	109
4.3.2.3 Número de folhas	111
4.3.2.4 Área foliar.....	113
4.3.2.5 Comprimento do sistema radicular.....	114
4.3.2.6 Massa de raízes.....	116
4.3.2.7 Massa de caule.....	118
4.3.2.8 Massa de folhas	119
4.3.2.9 Massa de muda e sua partição	121
4.3.2.10 Relação das massas de raízes e da parte aérea.....	123
4.3.3 Qualidade das mudas: índice de Dickson	125
4.4 EXPERIMENTO III: Baruzeiro	126
4.4.1 Evapotranspiração potencial.....	126
4.4.2 Desenvolvimento vegetativo	127
4.4.2.1 Altura de muda	127
4.4.2.2 Diâmetro de caule.....	128
4.4.2.3 Número de folíolos	130
4.4.2.4 Área de folíolos	131
4.4.2.5 Comprimento do sistema radicular.....	133
4.4.2.6 Massa de raízes.....	133
4.4.2.7 Massa de caule.....	134
4.4.2.8 Massa de folhas	135
4.4.2.9 Massa de muda e sua partição	136
4.4.2.10 Relação das massas de raízes e da parte aérea.....	138
4.4.3 Qualidade das mudas: índice de Dickson	139
4.5 Coeficiente de cultivo	140
4.5.1 Coeficiente de cultivo do jatobazeiro	141
4.5.2 Coeficiente de cultivo da pitangueira	142
4.5.3 Coeficiente de cultivo do baruzeiro.....	143
5 CONCLUSÕES.....	145
REFERÊNCIAS	147
ANEXOS	167

RESUMO

Desenvolvimento inicial de três espécies nativas do Cerrado em função de lâminas de irrigação e tamanhos de recipiente

Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e qualidade de mudas de três espécies nativas do Cerrado, em função de lâminas de irrigação e tamanhos de recipiente, três experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, em Piracicaba, São Paulo. As espécies utilizadas foram o jatobazeiro (*Hymenaea courbaril* L.), a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) e o baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.), nos Experimentos I, II e III, respectivamente. Os experimentos foram instalados no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em parcelas subdivididas, no esquema 2 x 5. Nas parcelas, utilizaram-se dois tamanhos de recipientes, e nas subparcelas, cinco lâminas de irrigação (20%, 40%, 60%, 80% e 100% da evapotranspiração potencial – ETP, obtida por pesagem das mudas). Cada subparcela foi constituída por oito mudas, espaçadas em 22,5 cm entre si. Os recipientes, no Experimento I, foram vasos de 3,1 L e citrovasos de 4,0 L, enquanto nos Experimentos II e III, foram utilizados vasos (2,3 L) e sacos de polietileno (2,0 L). O substrato foi constituído de uma mistura de 50% substrato comercial e 50% areia fina (v/v). Para cada 100 L da mistura, foram adicionados 15 L de vermiculita. Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com emissores autocompensantes de 2,0 e 4,0 L h⁻¹, em diferentes combinações para atender as lâminas. As irrigações foram realizadas diariamente. Durante o período experimental, foram registrados em datalogger, a temperatura, a umidade relativa e a radiação solar global, e em tanque Classe A, a evaporação. Aos 80, 120, 160 e 200 dias após a semeadura (DAS), foram avaliados a altura, o diâmetro de caule e o número de folhas. Aos 120, 160 e 200 DAS, foram mensurados a área foliar, o comprimento do sistema radicular, as massas de matéria seca de raízes, caule, folhas e de muda, a relação das massas de matéria seca de raízes e parte aérea (MSR/MSPA) e a qualidade das mudas (Índice de Qualidade de Dickson - IQD). O coeficiente de cultivo (Kc) foi determinado em cinco fases de desenvolvimento. Lâminas de irrigação de 90,1% a 100% da ETP proporcionaram maior desenvolvimento vegetativo e IQD das mudas de *H. courbaril* L., até 200 dias de idade. Com relação aos recipientes, maior desenvolvimento de mudas de jatobazeiro, pitangueira e baruzeiro foi observado no citrovaso, no vaso (2,3 L) e no saco plástico, respectivamente. Mudas de pitangueira e de baruzeiro apresentaram maior desenvolvimento e IQD, na lâmina de irrigação de 100% (ausência de déficit hídrico). Maior acúmulo de matéria seca pelo jatobazeiro e baruzeiro, foi observado de 120 a 160 DAS, e pela pitangueira, de 160 a 200 DAS. Mudas de pitangueira submetidas a déficit hídrico mais intenso, se mostraram resistentes à seca, em razão da maior relação MSR/MSPA. Nos primeiros 200 dias após semeadura, o Kc das espécies, obtido pela metodologia de Penman-Monteith apresentou os seguintes valores: 0,54 a 1,01 (*H. courbaril* L.), 0,35 a 0,67 (*E. uniflora* L.) e 0,52 a 0,85 (*D. alata* Vog), sendo maior na fase de 160 a 200 DAS.

Palavras-chave: *Hymenaea courbaril* L.; *Eugenia uniflora* L.; *Dipteryx alata* Vog.; evapotranspiração potencial

ABSTRACT

Initial development of three native plants species of the Savannah in function of irrigation levels and container sizes

Aiming to evaluate the development and seedlings quality of three native plants species of the Savannah, in function of irrigation levels and container sizes, three experiments were carried in greenhouse, in Piracicaba, São Paulo. The species used were jatoba plant (*Hymenaea courbaril* L.), Surinam cherry (*Eugenia uniflora* L.) and “baru” plant (*Dipteryx alata* Vog.) in the Experiments I, II and III, respectively. The experiments were installed in randomized blocks design, with three replications, in split-plot, in the scheme 2 x 5. Two sizes of containers were used in the plots, and five irrigation levels (20%, 40%, 60%, 80% and 100% of the potential evapotranspiration - ET_p, obtained by weighting of seedlings) were used in the subplots. Each subplots was constituted by eight seedlings, at the spacing 22.5 cm between themselves. The containers in the Experiment I, were pots 3.1 L and stiff plastic tube of 4.0 L, while in the Experiments II and III, pots (2.3 L) and container of polyethylene (2.0 L) were used. The substrate was constituted of 50% commercial substrate and 50% fine sand (v/v) mixture. Fifteen liters of vermiculite were added per each 100 L of that mixture. The drip irrigation system was used, with self compensating emitters at flow of 2.0 and 4.0 L h⁻¹, in different combinations to satisfy the irrigation levels. The irrigations were accomplished daily. During the experimental period, the temperature, relative humidity and global solar radiation were recorded in data logger, and the evaporation was mensured in class A pan. The seedling height, the stem diameter and leaves number were appraised at the 80, 120, 160 and 200 days after sowing (DAS), while the leaf area, the root system length, the dry matter mass of roots, stem, leaves and seedling, the ratio between roots dry matter mass and aerial part (MSR/MSPA) and seedlings quality (Dickson Quality Index - IQD) were measured at 120, 160 and 200 DAS. The crop coefficient (K_c) was determined in five stages of the species development. Irrigation levels between 90.1% and 100% of ET_p provided larger vegetative development and IQD of *H. courbaril* L. seedlings, up to 200 days of age. Regarding the containers, larger development of the *H. courbaril* L., *E. uniflora* L. and *D. alata* Vog. seedlings was obtained in the stiff plastic tube, the pot (2.3 L) and the polyethylene container, respectively. *E. uniflora* L. and *D. alata* Vog. seedlings presented larger development and IQD, under the irrigation level 100% (absence of water deficit). Larger dry matter mass production of the *H. courbaril* L. and *D. alata* Vog. seedlings was observed between 120 and 160 DAS, and of the *E. uniflora* L., in the stage from 160 to 200 DAS. *E. uniflora* L. seedlings under to more intense water deficit, they presented resistance to the drought, in reason of the largest ratio MSR/MSPA. Seedlings of up to 200 days after sowing, the K_c presented the following values, by methodology of Penman-Monteith: 0.54-1.01 (*H. courbaril* L.), 0.35-0.67 (*E. uniflora* L.) and 0.52-0.85 (*D. alata* Vog.), being larger in the stage from 160 to 200 DAS.

Keywords: *Hymenaea courbaril* L.; *Eugenia uniflora* L.; *Dipteryx alata* Vog.; potential evapotranspiration

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bioma Cerrado e distribuição geográfica das espécies nativas pelo Brasil.....	34
Figura 2 - Vistas externa (A) e interna (B) da casa de vegetação utilizada nos experimentos	59
Figura 3 - Vaso (R1) e citrovaso reto (R2), utilizados no Experimento I	62
Figura 4 - Vaso (R3) e saco plástico (R4), utilizados nos Experimentos II e III	64
Figura 5 - Esquema de instalação do sistema de irrigação e delineamento experimental.....	67
Figura 6 - Vista parcial dos recipientes utilizados nos Experimentos I (A), II e III (B), com a superfície vedada, em determinação da θ_{cc}	68
Figura 7 - Conjunto motobomba (A) e detalhes da conexão das linhas laterais na linha de derivação (B)	71
Figura 8 - Válvula final de linha (A) e gotejadores (B) utilizados no sistema de irrigação	71
Figura 9 - Combinações de gotejadores GM e GP com adaptadores para satisfazer as lâminas de irrigação de 20% (A), 40% (B), 60% (C), 80% (D) e 100% (E) da ETp. Da esquerda para a direita, anel de borracha para vedação de furos na linha, adaptadores de 2 e 4 saídas, microtubo e estaca gotejadora com labirinto (F)	72
Figura 10 - Mudanças nos recipientes de pesagem, utilizados na determinação da ETp diária das três espécies	73
Figura 11 - Datalogger ITLOG 75 (A) e janela do software (B) do equipamento	75
Figura 12 - Tanque Classe A (A) e parafuso micrométrico (B) para medida de evaporação ..	75
Figura 13 - Correlação dos valores diários de temperatura média do ar na casa de vegetação da pesquisa (CVP, °C) e na casa de vegetação cultivada com cana de açúcar (CVC, °C), no período de 01/09/2010 a 30/06/2011	76
Figura 14 - Amostragem de retângulos do limbo foliar de mudas de jatobazeiro.....	77
Figura 15 - Valores diários de evaporação em tanque Classe A (ECA, mm), das temperaturas (T, °C) mínima, média e máxima, e da radiação solar global (Qg, MJ m ⁻² dia ⁻¹), registrados no período de 01/09/2010 a 30/06/2011, em casa de vegetação, em Piracicaba - SP	83
Figura 16 - Valores médios horários de: temperatura (T) e umidade relativa (UR) do ar (A); e pressão de vapor (B), no período de 01/09/2010 a 30/06/2011, em casa de vegetação, em Piracicaba - SP.....	84
Figura 17 - Valores médios mensais de evaporação no tanque Classe A (ECA, mm dia ⁻¹), temperatura do ar (T, °C), umidade relativa do ar (UR, %), radiação solar global (Qg, MJ m ⁻² dia ⁻¹), e valores acumulados de evaporação no tanque Classe A (ECAa, mm mês ⁻¹) e radiação	

solar global (Q_{ga} , MJ m ⁻² mês ⁻¹), no período de 01/09/2010 a 30/06/2011, em casa de vegetação, em Piracicaba - SP	85
Figura 18 - Valores médios diários de temperatura (T) e de evapotranspiração potencial (ETp) do jatobazeiro, em função dos recipientes, no período de 35 a 200 dias após a semeadura (DAS), em casa de vegetação, em Piracicaba - SP	86
Figura 19 - Altura de mudas (AM, cm) de jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	88
Figura 20 - Diâmetro de caule (DC, mm) do jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	89
Figura 21 - Número de folhas (NF) do jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	91
Figura 22 - Área foliar (AF, cm ² muda ⁻¹) do jatobazeiro aos 120 (A), 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP	93
Figura 23 - Comprimento do sistema radicular (CR, cm) de mudas de jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	94
Figura 24 - Sistema radicular do jatobazeiro, aos 200 dias após semeadura, sob lâmina de 80% da ETp, em vaso (A) e citrovaso (B); e presença de sais na base do citrovaso (C)	95
Figura 25 - Massa de matéria seca de raízes (MSR, g muda ⁻¹) do jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	96
Figura 26 - Massa de matéria seca de caule (MSC, g muda ⁻¹) do jatobazeiro, aos 120 e 160 dias (A) e 200 dias (B) após a semeadura, em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP	98
Figura 27 - Massa de matéria seca de folhas (MSF, g muda ⁻¹) do jatobazeiro aos 120 (A), 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP	99
Figura 28 - Massa de matéria seca de muda (MSM, g muda ⁻¹) do jatobazeiro, em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	101
Figura 29 - Partição percentual da massa de matéria seca de muda (MSM) do jatobazeiro, aos 120, 160 e 200 dias após semeadura (DAS), em função de recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	102

Figura 30 - Relação das massas de matéria seca de raízes e parte aérea (MSR/MSPA) do jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	104
Figura 31 - Índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	105
Figura 32 - Valores médios diários de temperatura (T) e de evapotranspiração potencial (ETp) da pitangueira, em função dos recipientes, no período de 35 a 200 dias após a semeadura, em Piracicaba - SP.....	107
Figura 33 - Altura de muda (AM, cm) da pitangueira, aos 80 e 120 (A), e aos 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP.....	108
Figura 34 - Diâmetro de caule (DC, mm) da pitangueira, aos 80 e 120 (A), e aos 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP.....	110
Figura 35 - Número de folhas (NF) da pitangueira, aos 80 e 120 (A), e aos 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP.....	112
Figura 36 - Área foliar (AF, cm ² muda ⁻¹) da pitangueira, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	113
Figura 37 - Comprimento do sistema radicular (CR, cm) da pitangueira, aos 120 (A), 160 (B) e 200 dias após semeadura (C), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP.....	115
Figura 38 - Massa de matéria seca de raízes (MSR, g muda ⁻¹) da pitangueira, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	117
Figura 39 - Massa de matéria seca de caule (MSC, g muda ⁻¹) da pitangueira, em vaso (A) e saco plástico (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	118
Figura 40 - Massa de matéria seca de folhas (MSF, g muda ⁻¹) da pitangueira, em função de recipientes, lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP....	120
Figura 41 - Massa de matéria seca de muda (MSM, g muda ⁻¹) de pitangueira, aos 120 e 160 (A) e aos 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP.....	121

Figura 42 - Partição percentual da massa de matéria seca de muda (MSM) da pitangueira, aos 120, 160 e 200 dias após semeadura (DAS), em função dos recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	123
Figura 43 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA) da pitangueira, aos 120 e 160 (A) e aos 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP.....	124
Figura 44 - Índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de pitangueira, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	125
Figura 45 - Temperatura (T) e evapotranspiração potencial (ETp) do baruzeiro, em função dos recipientes, e temperatura média diária (T), no período de 0 a 200 dias após a semeadura, em Piracicaba - SP	126
Figura 46 - Altura de muda (AM, cm) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	128
Figura 47 - Diâmetro de caule (DC, mm) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	129
Figura 48 - Número de folíolos (NFO) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	130
Figura 49 - Área de folíolos (AFO, cm ² muda ⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp), recipientes e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	131
Figura 50 - Folhas de baruzeiro coletadas no terço médio de mudas produzidas em vaso rígido (A) e em saco plástico (B), sob lâminas de irrigação de 20, 40, 60, 80 e 100% da ETp, da esquerda para a direita.....	132
Figura 51 - Comprimento do sistema radicular (CR, cm) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	133
Figura 52 - Massa de matéria seca de raízes (MSR, g muda ⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp), recipientes e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	134
Figura 53 - Massa de matéria seca de caule (MSC, g muda ⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	135
Figura 54 - Massa de matéria seca de folhas (MSF, g muda ⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	135
Figura 55 - Massa de matéria seca de muda (MSM, g muda ⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	136

Figura 56 - Partição percentual da massa de matéria seca de muda (MSM) do baruzeiro, aos 120, 160 e 200 dias após semeadura (DAS), em função de recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP.....	137
Figura 57 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP.....	138
Figura 58 - Índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP	139
Figura 59 - Coeficiente de cultivo (Kc) do jatobazeiro, em função de recipientes, metodologias de cálculo de ETo e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP.....	141
Figura 60 - Coeficiente de cultivo (Kc) da pitangueira, em função de metodologias de estimativa da ETo, e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP	143
Figura 61 - Coeficiente de cultivo (Kc) do baruzeiro, em função de recipientes, metodologias de estimativa da ETo, e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP.....	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de análises físicas da mistura de substrato comercial e areia fina. Laboratório de Física do Solo, Departamento de Ciência do Solo, ESALQ/USP	60
Tabela 2 - Resultados de análises químicas da mistura de substrato comercial e areia fina. Laboratório de Análises Químicas, Departamento de Ciência do Solo, ESALQ/USP	61
Tabela 3 - Descrição geral dos Experimentos	66
Tabela 4 - Valores de massa de substrato em determinação da massa específica (ρ , g cm ⁻³) do substrato.....	69
Tabela 5 - Dados provenientes da determinação da umidade na “capacidade de campo em recipientes”	70
Tabela 6 - Altura de muda (cm) de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP.....	88
Tabela 7 - Diâmetro de caule (mm) de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP.....	90
Tabela 8 - Número de folhas (bifólios) de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	92
Tabela 9 - Área foliar (cm ² muda ⁻¹) do jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	93
Tabela 10 - Comprimento do sistema radicular (cm) de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP.....	96
Tabela 11 - Massa de matéria seca de raízes (g muda ⁻¹) do jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	97
Tabela 12 - Massa de matéria seca de caule (g muda ⁻¹) do jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	99
Tabela 13 - Massa de matéria seca de folhas (g muda ⁻¹) do jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	100
Tabela 14 - Massa de matéria seca do jatobazeiro (g muda ⁻¹), em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP.....	102
Tabela 15 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	104
Tabela 16 - Índice de qualidade de Dickson de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	106

Tabela 17 - Altura de muda (cm) de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	109
Tabela 18 - Diâmetro de caule (mm) de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	111
Tabela 19 - Número de folhas (NF) de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	112
Tabela 20 - Área foliar (cm^2 muda ⁻¹) da pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	114
Tabela 21 - Comprimento do sistema radicular (cm) de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	116
Tabela 22 - Massa de matéria seca de raízes (g muda ⁻¹) da pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	117
Tabela 23 - Massa de matéria seca de caule (g muda ⁻¹) da pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	119
Tabela 24 - Massa de matéria seca de folhas (g muda ⁻¹) da pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	120
Tabela 25 - Massa de matéria seca da pitangueira (g muda ⁻¹), em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	122
Tabela 26 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	124
Tabela 27 - Índice de qualidade de Dickson de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	125
Tabela 28 - Altura de muda (cm) de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	128
Tabela 29 - Diâmetro de caule (mm) de mudas de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	129
Tabela 30 - Número de folíolos de mudas de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	131
Tabela 31 - Área de folíolo (cm^2 muda ⁻¹) do baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	132
Tabela 32 - Massa seca de raízes (g muda ⁻¹) do baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	134
Tabela 33 - Massa seca de folhas (g muda ⁻¹) do baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	136

Tabela 34 - Massa de muda (g muda^{-1}) do baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	137
Tabela 35 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea de mudas de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	139
Tabela 36 - Índice de qualidade de Dickson, de mudas de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP	140
Tabela 37 - Resumo das análises de variância do coeficiente de cultivo (K_c) das espécies nativas, em função de recipientes, fases de desenvolvimento e método de estimativa da ETo , em Piracicaba, SP	141
Tabela 38 - Coeficiente de cultivo do jatobazeiro, em função da metodologia de cálculo, recipientes e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP	142
Tabela 39 - Coeficiente de cultivo da pitangueira, em função da metodologia de cálculo, recipientes e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP	143
Tabela 40 - Coeficiente de cultivo do baruzeiro, em função da metodologia de cálculo, recipientes e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP	144

LISTA DE SÍMBOLOS

AF	Área foliar	(cm ² muda ⁻¹)
AFO	Área de folíolos	(cm ² muda ⁻¹)
AM	Altura de muda	(cm)
A _{ret}	Área do retângulo foliar	(cm ²)
B	Bordadura que circunda o tanque Classe A	(m)
CR	Comprimento do sistema radicular	(cm)
CTC	Capacidade de troca catiônica	mmol _c dm ⁻³
CUC	Coeficiente de Uniformidade de Christiansen	(%)
CV	Coeficiente de variação	(%)
D	Diâmetro da borda do recipiente	(cm)
DAS	Dias após semeadura	(dia)
DC	Diâmetro de caule	(mm)
DMS	Diferença mínima significativa	
dPV	<i>Deficit</i> de pressão de vapor	(kPa)
Δ	Declividade da curva de pressão de vapor	(kPa °C ⁻¹)
ea	Pressão de vapor atual	(kPa)
ECA	Evaporação em tanque Classe A	(mm dia ⁻¹)
es	Pressão de saturação de vapor	(kPa)
ET _c	Evapotranspiração potencial de cultura	(mm dia ⁻¹)
ET _p	Evapotranspiração potencial	(mm dia ⁻¹)
ET _o	Evapotranspiração potencial de referência	(mm dia ⁻¹)
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i> (Organização para Alimentação)	Agricultura e
G	Fluxo de calor no solo	(MJ m ⁻² dia ⁻¹)
GL	Graus de liberdade	
GM	Gotejador marrom	
GP	Gotejador preto	
hp	<i>Horse power</i>	
IQD	Índice de qualidade de Dickson	
K _c	Coeficiente de cultivo	
K _p	Coeficiente do tanque Classe A	
L	Lâmina de irrigação	(mm dia ⁻¹)
L1	Lâmina de irrigação equivalente a 20%	
L2	Lâmina de irrigação equivalente a 40%	
L3	Lâmina de irrigação equivalente a 60%	
L4	Lâmina de irrigação equivalente a 80%	
L5	Lâmina de irrigação equivalente a 100%	

$M_{\theta_{cc}}$	Massa de substrato na umidade de “capacidade de campo”	(g)
M_{θ_a}	Massa de substrato na umidade atual	(g)
M_a	Massa de água	(g)
M_s	Massa de substrato seco	(g)
MSC	Massa de matéria seca de caule	(g muda ⁻¹)
MSF	Massa de matéria seca de folhas	(g muda ⁻¹)
MSFO	Massa de matéria seca de folíolos	(g muda ⁻¹)
MSR	Massa de matéria seca de raízes	(g muda ⁻¹)
MS_{ret}	Massa de matéria seca do retângulo foliar	(g)
MSM	Massa de matéria seca de muda	(g muda ⁻¹)
NF	Número de folhas	
NFO	Número de folíolos	
P_{atm}	Pressão atmosférica	(kPa)
PEBD	Polietileno de baixa densidade	
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i> (Cloreto de polivinila)	
q	Vazão	(L h ⁻¹)
Qg	Radiação solar global	(MJ m ⁻² dia ⁻¹)
R1	Vaso (3,1 L)	
R2	Citrovaso reto (4,0 L)	
R3	Vaso (2,3 L)	
R4	Saco plástico (2,0 L)	
Rn	Saldo de radiação líquida	(MJ m ⁻² dia ⁻¹)
RPM	Rotações por minuto	
SISVAR	Sistema de Análise de Variância	
T	Temperatura do ar	(°C)
Ti	Tempo de irrigação	(s)
U_{cc}	Umidade na “capacidade de campo”	(g g ⁻¹)
UR	Umidade relativa do ar	(%)
USB	<i>Universal Serial Bus</i> (Barramento Serial Universal)	
USWB	<i>United States Weather Bureau</i> (Serviço Meteorológico Norte-Americano)	
U_2	Velocidade do vento a dois metros de altura	(m s ⁻¹)
γ	Constante psicrométrica	(kPa °C ⁻¹)
θ_{cc}	Umidade na “capacidade de campo”	(cm ³ cm ⁻³)
θ_{pmp}	Umidade de “ponto de murcha permanente”	(cm ³ cm ⁻³)
θ_r	Umidade residual	(cm ³ cm ⁻³)
θ_s	Umidade de saturação	(cm ³ cm ⁻³)
ρ	Massa específica de substrato	(g cm ⁻³)
ρ_a	Massa específica da água	(g cm ⁻³)

1 INTRODUÇÃO

A população mundial totaliza cerca de 6,6 bilhões de habitantes (POPULATION RESOURCE CENTER, 2011), e segundo projeções da FAO - Food and Agriculture Organization (2009), até o ano de 2050, estima-se um aumento de aproximadamente 40%. Junto a esse crescimento, cresce também o consumo de água e a necessidade de otimizar os seus vários usos, dentre eles a agricultura, através da irrigação, responsável por aproximadamente 70% dos usos de água doce (FAO, 2009).

Lima e Vieira (2008) relatam que devido ao crescimento demográfico, a demanda por recursos naturais duplicou, nos últimos 45 anos, e o atual padrão de consumo pela humanidade supera em 30% a capacidade do planeta em renová-los. Além da demanda de água, cresce também o consumo de produtos agrícolas e florestais, como alimentos, madeira e outras matérias primas para a fabricação dos mais diversos tipos de produtos.

Em face à crescente demanda por produtos agrícolas e à busca pela população por uma alimentação mais saudável, a produção de frutas no Brasil está em expansão. O país se destaca como o terceiro produtor mundial, atrás da China e da Índia, com uma produção de 43 milhões de toneladas, gerando 5,6 milhões de empregos diretos e indiretos (IBRAF, 2009). Tem a seu favor clima e solos propícios para diversificar o cultivo, incluindo fruteiras nativas dos biomas naturais, como o Cerrado.

No Bioma Cerrado, inúmeras espécies de vegetais já foram catalogadas, dentre elas fruteiras, as quais têm potencial para cultivo. O cultivo comercial de fruteiras nativas é ainda incipiente, devido principalmente à falta de informações, sobre técnicas de cultivo e propagação. Espécies pouco conhecidas no mercado podem, a médio ou longo prazo, constituírem-se em espécies de importância econômica. Além da produção de frutos, determinadas espécies têm despertado a atenção da indústria farmacêutica, por serem ricas em substâncias antioxidantes e vitaminas. O seu cultivo poderá contribuir não só para a geração de renda, bem como para a conservação de espécies ameaçadas de extinção, devido à expansão da fronteira agrícola e ao desmatamento da vegetação natural em várias regiões.

Diante desse cenário, é evidente a necessidade de estudos que visem o aproveitamento de espécies nativas nos sistemas de produção agrícola. Atualmente, espécies como o jatobazeiro (*Hymenaea courbaril* L.), a pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) e o baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.) são explorados predominantemente de forma extrativista e, muitas vezes, predatória, tornando-se imprescindível que o cultivo delas seja iniciado.

Por se tratar de culturas perenes, o sucesso do pomar depende da utilização de mudas de qualidade. Dentre os fatores que influenciam na qualidade das mudas, destacam-se a lâmina de água aplicada e o tamanho (volume e dimensões) do recipiente para a produção das mesmas. Aplicações insuficientes inibem o desenvolvimento vegetativo pleno, e aplicações em excesso provocam lixiviação de nutrientes, além de perdas de água por percolação, o que significa aumento de custos, com água, energia e fertilizantes.

Ainda são poucas as informações sobre o tamanho de recipiente para a produção de mudas de determinadas espécies. Conforme as dimensões (altura e diâmetro) do recipiente, diferentes bulbos úmidos são formados em função da lâmina de irrigação aplicada, os quais certamente influenciam no crescimento das mudas.

Também são raros os estudos sobre evapotranspiração, lâmina ótima de irrigação e coeficiente de cultivo (K_c) de espécies nativas, dentre elas o jatobazeiro (*H. courbaril* L.), a pitangueira (*E. uniflora* L.) e o baruzeiro (*D. alata* Vog.), as quais possuem potencial para cultivo comercial, geração de empregos e renda, tornando-se de suma importância a realização de pesquisas sobre as mesmas.

Partindo do pressuposto que a lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração potencial promoverá maior desenvolvimento vegetativo, espera-se que lâminas menores em recipientes de diferentes dimensões, se difiram quanto às características das espécies avaliadas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e qualidade de mudas de três espécies nativas do Cerrado, sob diferentes lâminas de irrigação e tamanhos de recipiente, em casa de vegetação, em Piracicaba, SP.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bioma Cerrado e espécies nativas

No Brasil, há cerca de 30% das espécies vegetais conhecidas no mundo, as quais estão distribuídas em seus diferentes biomas (ÁVIDOS; FERREIRA, 2010), dentre eles o Cerrado. O Cerrado é o segundo maior bioma do país. Ocupa uma área de aproximadamente 204 milhões de hectares, que se estende pelos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão, Minas Gerais e norte de São Paulo, e representa cerca de 25% do território nacional (ÁVIDOS; FERREIRA, 2010).

Como consequência de sua grande extensão, no Cerrado ocorre uma grande variabilidade de solos (NAVES, 1999; VERA et al., 2007). Em geral, os solos são ácidos, apresentam alto teor de alumínio, baixa CTC e alta fixação de fósforo. A classe de solos predominante é a dos latossolos, em sua maioria distróficos (CHAVES, 2003).

O clima típico é o tropical estacional, classificado como Aw por Köppen (1948), com chuvas médias da ordem de 1500 mm anuais, distinguindo-se nitidamente um período chuvoso, de outubro a março, e outro seco, de abril a setembro (SILVA; MELO; FERNANDES, 2009).

Apesar das limitações impostas à produção vegetal, tanto pelo regime das chuvas como pelas características dos solos, o Cerrado é conhecido mundialmente como a savana mais rica em biodiversidade, em suas diferentes fisionomias vegetais (MYERS et al., 2000), onde são conhecidas cerca de 7000 espécies vegetais (KLINK; MACHADO, 2005). Várias dessas espécies são utilizadas como condimentos, aromatizantes e corantes, enquanto outras fornecem óleos essenciais e fibras para a produção de tecidos, cordas, redes, bolsas, vassouras, esteiras, chapéus e outros itens de artesanato (VIEIRA et al., 2006).

O consumo de frutas nativas do Cerrado teve início há milênios, com os indígenas, e foi de suma importância para a sobrevivência dos primeiros desbravadores e colonizadores da região (OLIVEIRA et al., 2008). Entretanto, o interesse industrial só foi intensificado após 1940. A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), por exemplo, teve o seu látex intensivamente explorado durante a Segunda Guerra Mundial, para a produção de borracha. O babaçu (*Attalea brasiliensis*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata* Mart.) foram bastante estudados na década de 70, em decorrência da crise do petróleo, e mostraram grandes possibilidades para utilização em motores de combustão, em substituição ao óleo diesel. O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) tem o seu óleo enlatado e comercializado, porém, de

forma artesanal. A polpa e o óleo da macaúba são utilizados na fabricação de sabão. Sorvetes de cagaita, araticum, e mangaba têm preferência pelo consumidor em várias sorveterias no país (ÁVIDOS; FERREIRA, 2010).

Atualmente, cerca de 80 espécies são utilizadas na alimentação (como frutas, sementes e palmitos) pela população tradicional da região do Cerrado. Frutos como o jatobá (*Hymenaea courbaril* L. e *H. stigonocarpa* Mart.), pitanga (*Eugenia uniflora* L. e *E. calycina*), baru (*Dipteryx alata* Vog.), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), caju (*Anacardium othonianum* Rizz.), pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), araticum (*Annona crassiflora* Mart.) e cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.) apresentam sabores peculiares e são fontes de proteínas, vitaminas, minerais e ácidos graxos, presentes em polpas e sementes (GANGA, 2008). Em virtude do alto valor nutricional dos frutos, são inúmeras as alternativas para a merenda escolar, incluindo a utilização de espécies nativas (OLIVEIRA; ROCHA, 2008).

O desmatamento, em prol da produção agropecuária, a produção de carvão para o abastecimento de siderúrgicas e o uso indiscriminado do fogo em áreas de pastagens, fazem com que várias espécies de fruteiras nativas sejam dizimadas (KLINK; MACHADO, 2005). Assim, fruteiras de ocorrência em áreas do Bioma Cerrado (Figura 1) merecem atenção especial, dentre elas o jatobazeiro (*H. courbaril* L.), a pitangueira (*E. uniflora* L.) e o baruzeiro (*D. alata* Vog.), objeto de estudo neste trabalho.

Figura 1 - Bioma Cerrado e distribuição geográfica das espécies nativas pelo Brasil
Fonte: Adaptado de Pimentel (2008)

2.1.1 Jatobazeiro

O gênero *Hymenaea* tem como centro de origem, provavelmente as florestas equatoriais africanas, há milhões de anos, tendo sofrido adaptação nos ecossistemas tropicais (NASCIMENTO, 2009), após a deriva tectônica dos continentes. Compreende 14 espécies nativas, das quais 13 encontram-se distribuídas pela América Central, América do Sul, oeste das Índias e uma espécie de ocorrência no leste da África (RIZZINI, 1971; LEE; LANGENHEIM, 1975; MELO; MENDONÇA; MENDES, 2004). No Brasil, as espécies de *Hymenaea* mais frequentemente encontradas são *H. stigonocarpa* Mart., de ocorrência restrita no Cerrado, e *H. courbaril* L., de distribuição mais ampla (CASTELLEN, 2005).

O jatobazeiro (*H. courbaril* L.) é uma árvore da família Fabaceae, subfamília Caesalpinioideae, semidecídua, heliófita, encontrada tanto em áreas de Cerrado, como na Amazônia e na Mata Atlântica brasileira (FARIAS et al., 2006). Ocorre naturalmente desde o Piauí até o norte do Paraná, em solos de baixa fertilidade, geralmente bem drenados (LORENZI, 1992). Atinge quando adulto de 10 a 15 m de altura (CARVALHO FILHO et al., 2003) e até 30 m na região Amazônica (NASCIMENTO, 2009). Essa espécie apresenta risco de extinção e é citada na lista de espécies prioritárias pelo Instituto Florestal de São Paulo, sendo indicada para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento (CARVALHO FILHO et al., 2003).

O sistema radicular de *H. courbaril* L. é pivotante, pouco ramificado, a exemplo de *H. intermedia*, do mesmo gênero (MELO; MENDONÇA; MENDES, 2004). Caracteriza-se por grande comprimento, porém é superficial em relação à altura da parte aérea (MELO; MENDES, 2005).

As folhas são pecioladas, bifoliadas e com disposição alterna, medindo de 3 a 12 cm de comprimento e 1,5 a 7,0 cm de largura (FERNANDES, 2006). As folhas e a casca do tronco são utilizadas na indústria cosmética e farmacêutica, e possuem compostos terpenicos e fenólicos, que são antifúngicos e antibacterianos (STUBBLEBINE; LANGENHEIM, 1980; LORENZI; MATOS, 2002).

O fruto consiste numa vagem indeiscente, oblonga a cilíndrica, de cor marrom quando maduro, mede de 8 a 15 cm de comprimento (MELO; MENDES, 2005). É composto por óleos essenciais, taninos e substâncias amargas com propriedades medicinais (PINTO; SANTIAGO; LAMEIRA, 2000). Contém de 2 a 6 sementes, envoltas por uma polpa farinácea, adocicada, comestível, de sabor e cheiro característicos (LORENZI, 1992; CARVALHO FILHO et al., 2003). A polpa, também conhecida por farinha de jatobá, possui

alto teor de amido, açúcares e nutrientes, principalmente cálcio e magnésio. Na alimentação humana é consumida “in natura”, ou na forma de bolos, bolachas, pães, geléia, licor, mingaus (ALMEIDA; SILVA; RIBEIRO, 1990; SILVA et al., 1994) e biscoitos, substituindo a farinha de trigo (SILVA et al., 2001).

O tronco fornece resina que é utilizada em indústria de vernizes (FERNANDES, 2006). A madeira é altamente resistente, pesada, com massa específica de $0,95 \text{ g cm}^{-3}$, de cor vermelho-pardacenta, classificada como de alta durabilidade quando fora do chão (LORENZI, 1992).

Conhecida como *Brazilian-cherry*, a madeira do jatobá, juntamente com a do ipê (*Brazilian-walnut*) e a do mogno (*Mahogany*), está no grupo das 10 madeiras mais valiosas e comercializadas no mundo. É utilizada na construção civil (em forma de vigas, caibros, ripas, portas, tábuas para assoalhos e forros) e, principalmente, na fabricação de móveis, cabos de ferramentas e instrumentos musicais (NASCIMENTO, 2009; ZUBA JÚNIOR et al., 2010).

2.1.2 Pitangueira

A pitangueira (*E. uniflora* L.) pertence à família Myrtaceae. É originária da região que se estende desde o Brasil Central até o norte da Argentina (FOUQUÉ, 1981), sendo encontrada em todo o território nacional (ABREU et al., 2005).

A árvore adulta atinge aproximadamente 8 m de altura (SILVA, 2006) e apresenta copa arredondada. Seu sistema radicular é profundo, com raiz pivotante e numerosas raízes secundárias e terciárias (FRANZON, 2008). As folhas são opostas, simples, de pecíolo curto e limbo medindo de 2,5 a 7,0 cm de comprimento e 1,2 a 3,5 cm de largura (FRANZÃO; MELO, 2008). As flores são hermafroditas, e os frutos são bagas globosas, de cor vermelha, os quais são dotados de sete a oito sulcos no sentido longitudinal (FRANZON, 2008).

Devido sua adaptabilidade às mais distintas condições de clima e solo, *E. uniflora* L. foi amplamente disseminada em várias regiões do globo, como América do Sul e Central, Caribe, Flórida, Califórnia, Havaí, sudeste da Ásia, China, Índia, Sri Lanka, México, Madagascar, África do Sul, Israel e diversos países do Mediterrâneo (BEZERRA; SILVA JÚNIOR; LEDERMAN, 2000). É cultivada em pomares domésticos e comerciais, utilizada em paisagismo, em áreas de preservação permanente ou recomposição de áreas degradadas (PIO et al., 2005).

A pitanga é reconhecida como um alimento natural saudável, o qual gera perspectivas de utilização e crescimento nos mercados interno e externo, pelo seu sabor exótico. O teor de

sólidos solúveis totais dos frutos varia de 9,0° a 14,4° Brix (BEZERRA et al., 2004). Sua composição média, em massa, é de 77% de polpa e 23% de semente. Apresenta alto teor de cálcio, ferro, fósforo, antocianinas, flavonóides, carotenóides e vitaminas A, B2 e C (cerca de 14 mg em cada 100 g de polpa), o que indica seu elevado poder antioxidante (SANTOS et al., 2002; SILVA, 2006; FRANZON, 2008; SENA et al., 2010).

Assim como *H. courbaril* L., *E. uniflora* L. também apresenta propriedades farmacológicas. Foi introduzida na medicina empírica pelos índios guaranis, no século XV (FIUZA, 2009). É utilizada popularmente como anti-hipertensiva, diurética (CONSOLINI; SARUBBIO, 2002), adstringente e para o tratamento de distúrbios digestivos (FIUZA, 2009). Na Ilha da Madeira, as folhas de *E. uniflora* L. são utilizadas no tratamento de bronquites, gripes e problemas intestinais e, na Nigéria, como febrífugo (CONSOLINI; SARUBBIO, 2002).

No que concerne à produção e comercialização da fruta, não se dispõe de dados oficiais, no entanto, estima-se que o Brasil seja o maior produtor mundial (FRANZÃO; MELO, 2008). O maior plantio comercial no país, também o maior da América Latina, está instalado no município de Bonito, no Agreste pernambucano. Estima-se que a produção de pitanga, em escala comercial, no estado de Pernambuco, esteja entre 1.300 e 1.700 toneladas por ano (SILVA, 2006).

Há uma grande perspectiva de utilização da pitanga como aditivo em bebidas lácteas, na fabricação de sucos através de misturas com outras frutas, e ainda, ser utilizada na forma de refresco em pó e néctares (BEZERRA; SILVA JÚNIOR; LEDERMAN, 2000; FRANZON, 2008). O seu cultivo cresce a cada ano, em razão da utilização do fruto na fabricação de polpas, sucos, sorvetes, picolés, geléias, licores e vinhos (BEZERRA et al., 2004; FRANZÃO; MELO, 2008). Devido a estes fatores, a polpa da pitanga tem sido amplamente exportada para o mercado europeu (SILVA, 2006).

Embora a pitangueira apresente potencial econômico na fruticultura, as pesquisas sobre essa espécie em áreas irrigadas, são muito escassas. Franzão e Melo (2008) ressaltam que vários métodos têm sido utilizados para irrigar a pitangueira, dentre eles gotejamento e microaspersão, sendo recomendável manter a umidade do solo próxima à “capacidade de campo”.

A irrigação na pitangueira tem sido utilizada principalmente na região de Pernambuco, para estender o período de produção, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos (BEZERRA et al., 2004). No entanto, são raros os estudos sobre essa prática na fase inicial de crescimento da cultura.

2.1.3 Baruzeiro

O baruzeiro (*D. alata* Vog.), também conhecido popularmente por barueiro, barujo, cumbaru, cumaru, cumarurana, coco feijão ou castanha de ferro, em diferentes regiões do Brasil (LORENZI, 1992; TAKEMOTO et al., 2001), é uma árvore da família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Papilionoideae (SANO; VIVALDI; SPEHAR, 1999).

A espécie ocorre principalmente em áreas mais férteis do Cerrado (SANO; VIVALDO; SPEHAR, 1999), em formações de cerrado e cerradão (ROCHA et al., 2009). Sua ocorrência indica solos de melhor fertilidade natural, pelo fato de estar associada a solos eutróficos (BASSINI, 2008). O baruzeiro é encontrado em vários estados do Brasil, dentre eles Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, São Paulo e Distrito Federal (FERREIRA et al., 1998) e ainda na Bolívia, Paraguai e Peru (BASSINI, 2008).

D. alata Vog. é uma fruteira de até 15 m de altura, apresenta copa alongada, de 6 a 11 m de diâmetro, folhas alternas, compostas e pecioladas. O número de folíolos varia de 7 a 12 por folha (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004; BASSINI, 2008). As flores são hermafroditas, sendo o florescimento de outubro a dezembro. O fruto é uma drupa que possui de 4,0 a 5,0 cm de comprimento, ovóide, levemente achatado e marrom claro. Sua colheita ocorre de agosto a outubro e, em média, são produzidos de 2.000 a 6.000 frutos por árvore adulta, anualmente, ou 150 kg quando a safra é alta (SOARES JÚNIOR et al., 2007).

O baru está entre as 10 espécies nativas do bioma Cerrado mais promissoras para o cultivo, devido à alta taxa de germinação de suas sementes, bom estabelecimento de mudas (SOARES et al., 2008), fixação de nitrogênio e ao seu potencial madeireiro, alimentício, oleaginoso, medicinal, paisagístico, e, sobretudo, na recuperação de áreas degradadas (ALMEIDA et al., 1998; RIBEIRO et al., 2000; PACHECO, 2008). Faz parte do grupo de espécies nativas usadas pela população local como fonte de renda familiar, pela exploração extrativista do fruto (SOARES et al., 2008).

O baruzeiro apresenta grande importância ecológica e é classificado como espécie típica do Cerrado, pois o seu fruto amadurece no período seco e a polpa é consumida por bovinos (SOARES et al., 2008). Além disso, serve de alimento para espécies da fauna silvestre (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004). A polpa possui alto teor de fibra (TOGASHI, 1993), açúcar, potássio, cobre e ferro e pode ser utilizada na formulação de rações (VALLILO; TAVARES; AUED, 1990).

Tanto a polpa quanto a semente são comestíveis (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004). A polpa dos frutos é utilizada na elaboração de doces e geléias e a semente (amêndoa), crua ou

torrada, no preparo de doces, pé de moleque e paçoca (FERREIRA et al., 1998). A amêndoa é rica em óleo insaturado, cálcio, potássio, fósforo, manganês e ferro, assemelhando-se ao amendoim - *Arachis hypogaea* L. (TOGASHI, 1993; CORRÊA et al., 2008), com 502 kcal/100 g e teor protéico de 23,9% (TAKEMOTO et al., 2001) a 27,7% (VERA et al., 2009). O óleo extraído possui propriedades farmacológicas e é usado como antirreumático na medicina popular (CORRÊA et al., 2008).

Sua madeira é clara e de alta densidade ($1,1 \text{ g cm}^{-3}$), compacta, de alta durabilidade, resistente ao apodrecimento (a fungos e a cupins), indicada para estacas, postes, mourões, construção civil e naval, fabricação de carrocerias e implementos agrícolas (LORENZI, 1992; SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004), bem como para a confecção de papéis de embrulho e de embalagens (ANDRADE; CARVALHO, 1996).

Pela sua importância, o baru é uma das espécies mais indicadas para plantios comerciais, recuperação de áreas degradadas, fixação de nitrogênio e sombreamento em pastagens, o que concilia interesses ambientais e econômicos dos agricultores (PACHECO, 2008). Entretanto, são escassas as informações sobre produção de mudas e necessidades hídricas desta espécie.

2.2 Irrigação por gotejamento, frente de molhamento e bulbo úmido

O sistema de irrigação por gotejamento surgiu em 1940, na Inglaterra, onde era utilizado na irrigação e fertilização de cultivos em estufas de vidro. A partir de 1960, passou a ser utilizado como prática rotineira na Austrália, Europa, Israel, México, África do Sul e Estados Unidos (KELLER; KARMELI, 1975; LEITE JÚNIOR, 2000). No Brasil, foi adotado pela primeira vez em 1972, em um pomar de pêssego, na região de Atibaia, SP (OLITTA, 1989). Inicialmente, sua aceitação foi lenta, devido a pouca divulgação do método, a falta de técnicos habilitados, importação de equipamentos e altos custos (ANDRADE, 2005).

No sistema por gotejamento, a água é distribuída através de tubos com orifícios de diâmetro reduzido ou por meio de gotejadores conectados em tubulações flexíveis de polietileno, que operam sob pressões de 50 a 250 kPa (LEITE JÚNIOR, 2000). Uma das inovações do sistema é o surgimento de emissores autocompensantes, os quais proporcionam vazões uniformes ao longo da linha lateral, ao operarem numa faixa de pressão especificada pelo fabricante. Um dos reais benefícios deste tipo de emissor, é que permitem a instalação de linhas laterais mais longas (SILVA, 2007).

Pelo fato do sistema radicular das culturas perenes estar distribuído principalmente na zona de projeção da copa (SOARES et al., 2007), o gotejamento superficial é um dos sistemas de irrigação mais indicados para frutíferas, seja em cultivos ou produção de mudas em ambiente protegido. A água é aplicada em pequenas intensidades, geralmente de 1 a 10 L h⁻¹, e com alta frequência (turno de rega de 1 a 4 dias), diretamente sobre a zona radicular, mantendo a umidade do solo próxima à “capacidade de campo” (LEITE JÚNIOR, 2000; SILVA, 2007; LOPES et al., 2009).

Além da economia de água e energia em relação a outros sistemas (NOGUEIRA; COELHO; LEÃO, 2000), o sistema por gotejamento possibilita parcelar as aplicações de fertilizantes via água, conforme as exigências nutricionais da espécie. Possui ainda a vantagem de não molhar a parte aérea das plantas, o que reduz a ocorrência de patógenos nas folhagens e o uso de defensivos (MAROUELLI; SILVA, 2005). Todavia, apresenta algumas restrições. O sistema requer a instalação de filtros, uma vez que partículas orgânicas e inorgânicas (argila, silte e areia), em suspensão na água de irrigação, podem causar o entupimento de emissores (COELHO et al., 2007).

Apesar de um eficiente sistema de filtragem, atenção especial deve ser dada à qualidade da água, pois substâncias como sais (carbonatos e sulfatos) e o ferro, em excesso na água de irrigação, podem precipitar. Da mesma forma, microorganismos (fitoplâncton – algas e zooplâncton – bactérias) que se alimentam de substâncias presentes na água, podem se desenvolver e aderir às paredes internas das tubulações e emissores, causando incrustações e consequentemente a sua obstrução (RIBEIRO; COELHO; TEIXEIRA, 2010).

Na irrigação por gotejamento, a aplicação de água é sob a forma de “ponto fonte”. A área molhada adquire uma geometria circular, delimitada pela frente de molhamento (SILVA, 2007). A frente de molhamento compreende, segundo Libardi (2005), uma pequena região na qual o gradiente de conteúdo de água sofre uma variação abrupta, e representa o limite visível de penetração da água nos poros do substrato.

O movimento da água no perfil do solo ou substrato ocorre a partir de zonas de maior para as de menor potencial total (LIBARDI, 2005). Em substratos arenosos, a dinâmica da água é maior na vertical e menor na horizontal, devido ao predomínio do potencial gravitacional em relação ao potencial mátrico. Em textura arenosa, o bulbo úmido é estreito e alongado, e em textura argilosa (fina), adquire formato próximo ao semiesférico (SILVA, 2007).

Como apenas percentual da superfície do solo é molhada, as perdas de água por evaporação e percolação são reduzidas, em relação a outros sistemas de irrigação, assim como

a lixiviação de nutrientes (YOUNGS; LEEDS-HARRISON; ALGHUSNI, 1999). O volume de solo úmido assemelha-se a um bulbo, que varia de formato em função das propriedades físicas do solo (textura e estrutura) e da vazão do gotejador (KELLER; KARMELI, 1975; NOGUEIRA; COELHO; LEÃO, 2000).

Souza e Matsura (2004) concluíram que, ao dobrar a vazão do gotejador para aplicação da lâmina de irrigação, diminuiu-se o movimento vertical da água e aumentou o movimento horizontal, reduzindo a sua percolação.

Rosa et al. (2004) determinaram as dimensões do bulbo molhado formado a partir de um emissor pontual, aplicando água em um Latossolo (83% de areia, 1% de silte e 16% de argila), com vazões de 1,0, 1,8 e 3,4 L h⁻¹ e volumes variando de 1,0 até 27,2 litros. Constataram que a maior vazão aplicada proporcionou maior avanço horizontal (0,84 m) da frente de umedecimento, em relação às menores vazões (1,8 e 1,0 L h⁻¹) que, após 8 horas de aplicação, proporcionaram bulbos com expansão horizontal de 0,44 e 0,28 m, respectivamente.

Elmaloglou e Diamantopoulos (2010) concluíram que para uma mesma lâmina de irrigação, textura do solo e igual espaçamento entre gotejadores, o componente vertical da zona de molhamento é mais profundo para uma menor vazão, e menos profundo para vazões maiores. Com base nisso, informações da geometria do bulbo molhado são importantes para o manejo da irrigação, principalmente para estimar a vazão do emissor, o tempo irrigação e o volume de solo molhado (MAIA et al., 2010), o qual pode influenciar o crescimento do sistema radicular.

O bulbo de solo úmido também varia conforme o número de emissores por planta (MAIA et al., 2010) e, ainda, conforme o tipo de plantio, se diretamente no solo ou em recipientes. Estes podem limitar o caminhamento horizontal da frente de umedecimento, através de suas paredes, a depender do diâmetro interno do recipiente.

Na irrigação por gotejamento, a água distribuída concentra-se ao redor do gotejador, resultando em acúmulo de sais na extremidade do bulbo úmido (SOUZA; FOLEGATTI; OR, 2009). Pelo fato das raízes se concentrarem na zona do bulbo (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006), a absorção de nutrientes a partir de outras zonas é relativamente menor. Consequentemente, o sistema radicular de uma dada espécie pode apresentar diferente distribuição espacial no substrato e desenvolvimento (comprimento e matéria seca), em função das dimensões do recipiente (diâmetro e altura) e da lâmina de irrigação aplicada.

2.3 Propriedades físico-hídricas de substratos

Dentre os tipos de substratos existentes, os substratos comerciais assumem cada vez mais importância na produção de mudas, nas áreas de fruticultura, olericultura, floricultura e silvicultura (KLEIN et al., 2000). Todavia, não existe no mercado um material ou uma mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies (SCHMITZ; SOUZA; KÄMPF, 2002).

Os substratos comerciais são formados por diferentes matérias primas, principalmente de origem vegetal (turfa, carvão, fibra de coco, casca de *Pinus* moída e compostada, resíduos de beneficiamento, como tortas, bagaços, casca de arroz carbonizada) e mineral (vermiculita, perlita, calcário) (GONÇALVES, 1995). A turfa, solo orgânico proveniente de áreas inundadas, consagrada internacionalmente como padrão para comparação com novos materiais (BELLÉ; KÄMPF, 1993; SCHMITZ; SOUZA; KÄMPF, 2002), e a vermiculita, são as mais utilizadas (FERRAZ; CENTURION; BEUTLER, 2005).

A vermiculita é um dos principais condicionadores da estrutura de substratos, a qual é quimicamente um silicato hidratado de alumínio, magnésio e ferro, de fórmula $(\text{MgFeAl})_3(\text{AlSi})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. É um mineral de argila do tipo 2:1, constituída por duas lâminas tetraédricas de sílica e uma lâmina octaédrica de alumina, com estrutura variável, encontrada em depósitos de ocorrência natural em várias partes do mundo (ALMEIDA, 2008).

A vermiculita expandida é fonte de K e Mg e possui alta capacidade de troca de cátions. Sua inclusão na composição de substratos aumenta a capacidade de retenção de água, pois ela absorve água em até cinco vezes o próprio volume (FILGUEIRA, 2000). Entretanto, pesquisas com esse mineral, referentes ao armazenamento de água e desenvolvimento de espécies de fruteiras nativas, são escassas.

Os substratos podem ser constituídos de solo mineral ou orgânico ou mesmo outros materiais em mistura ao substrato comercial, a exemplo da areia. Esta tem apresentado resultados expressivos, na produção de mudas de espécies nativas (VIEIRA NETO, 1998; NIETSCHKE et al., 2004). A maior limitação para a utilização da areia como substrato é a dificuldade de manipulação devido ao peso excessivo, principalmente quando úmida (ANDRIOLO, 1996).

Na escolha do substrato devem ser consideradas suas propriedades físicas e químicas (pH, nutrientes) relacionadas à espécie cultivada. As características físicas são mais importantes (FERRAZ; CENTURION; BEUTLER, 2005), dentre elas a densidade, a

porosidade, textura, disponibilidade de água e ar. Os substratos devem-se isentar de pragas, agentes fitopatogênicos e sementes de plantas daninhas, apresentarem baixo custo e baixa densidade, uma vez que esta característica significa economia com transporte e manuseio (ALMEIDA, 2008).

A densidade do substrato é a primeira propriedade física a ser considerada ao utilizar recipientes, e quanto menor o volume destes, menor deve ser a densidade (FERMINO, 2002). Para recipientes com volumes de 5 a 50 mL e altura de 2 a 7 cm, denominados “plugs”, são indicados substratos com densidade menor que 200 kg m^{-3} . Para recipientes com volume de 50 a 500 mL e altura de 5 a 15 cm, como os tubetes, sacos e vasos, também se recomenda substratos menos densos. Por motivo de sanidade, densidade e retenção de água, não se recomenda a utilização de solo mineral nesses recipientes (KÄMPF, 2002; VALLONE et al., 2010).

Densidades de substratos, inferiores a 400 kg m^{-3} , podem ocasionar tombamento de recipientes, além de conferir pouco contato entre a semente ou o sistema radicular e o meio, dificultando a sua fixação. Por outro lado, densidades muito elevadas podem dificultar a penetração e desenvolvimento do sistema radicular (KLEIN et al., 2000).

2.3.1 Umidade na “capacidade de campo em recipientes”

No solo, a água tem sido estudada desde o início do século XX (BUCKINGHAM, 1907; GARDNER, 1920; RICHARDS, 1928), na tentativa de se avaliar a relação entre seu conteúdo, seu movimento no perfil e sua disponibilidade às plantas.

A prática da irrigação exige o conhecimento prévio da retenção de água no solo, como parâmetro básico para cálculo da lâmina de água a ser aplicada. Assim, a umidade na “capacidade de campo” (θ_{cc}), ou o seu equivalente em recipientes ou vasos, a “capacidade de recipiente” ou “capacidade de vaso” (CASAROLI; JONG VAN LIER, 2008), é um dado importante. A determinação da quantidade total de água utilizada pelas plantas requer a definição de limites superior e inferior de disponibilidade. A água disponível é aquela retida entre as tensões equivalentes à θ_{cc} e ao “ponto de murcha permanente” (RICHARDS, 1947).

A θ_{cc} é a quantidade de água retida em um perfil de solo de textura uniforme, sem vegetação e evaporação, após plenamente saturado e deixado drenar livremente por um período (de 1 a 3 dias), em condições de campo, pela força gravitacional (VEIHMAYER; HENDRICKSON, 1931). Segundo Reichardt (1988), a umidade do solo na “capacidade de

campo” não está totalmente em equilíbrio, devido ao contínuo movimento da água ao longo do perfil, por vários dias ou meses.

Em recipientes, a θ_{cc} é influenciada tanto pelas propriedades físicas do solo (ou substrato), como sua textura, estrutura, teor de matéria orgânica, teor inicial de água, porosidade, tamanho dos poros (POULOVASSILIS, 1983; BOÉDT; VERHEYE, 1985), quanto pela geometria do recipiente. Em vasos, a θ_{cc} tende a ser superestimada, em relação à θ_{cc} determinada pelo método da panela de pressão (CASAROLI; JONG VAN LIER, 2008).

A presença de uma rede ideal de poros no substrato exerce expressiva influência na umidade de “capacidade de recipiente”, no caminhamento da frente de molhamento durante as irrigações, na absorção de nutrientes, fertilidade, aeração e temperatura do substrato e, conseqüentemente, na penetração de raízes das espécies cultivadas (RIBEIRO et al., 2007). Na literatura, existem várias classificações dos poros, com relação ao tamanho. Numa delas, os macroporos são caracterizados como poros com diâmetro maior que 0,05 mm (que perdem a água em tensões menores que 6 kPa); microporos, são poros com diâmetro entre 0,05 e 0,0002 mm (que são esvaziados a tensões entre 6 e 1500 kPa); e criptoporos, poros com diâmetro menor que 0,0002 mm (que perdem a água apenas em tensões maiores que 1500 kPa) (KLEIN; LIBARDI, 2002). Os macroporos têm como função básica a aeração de raízes e a condução da água gravitacional, enquanto os microporos são responsáveis pela retenção da água capilar (OTHMER; DIEKKRUGER; KUTILEK, 1991).

Segundo Libardi (2005), há dois tipos principais de forças (capilares e de adsorção) que contribuem para a retenção da água, as quais são denominadas de forças mátricas, que compõem o potencial mátrico. A capacidade de retenção de água no solo é inversamente proporcional ao diâmetro de seus poros. Poros menores implicam em maior força de adesão das moléculas de água pelas moléculas de sólidos, e vice-versa (LIBARDI, 2005).

Atualmente, vários trabalhos realizados com amostras deformadas e indeformadas consideram como indicativo da umidade na “capacidade de campo”, o teor de água retido em tensões de 33 kPa para solos argilosos e de 10 kPa para arenosos, independentemente do vegetal cultivado (SOUZA et al., 2000). Para Reichardt (1988), o método da panela de pressão, descrito por Richards (1947), apesar de fornecer dados práticos aceitáveis, carece de respaldo teórico, com relação às tensões equivalentes à θ_{cc} , em solos de diferentes texturas.

Diferenças na θ_{cc} têm sido observadas entre o método da panela de pressão e o método direto no campo, considerado mais preciso (REICHARDT, 1988; SOUZA; REICHARDT, 1996). Estes autores alertam para a impressão errônea de que a θ_{cc} é uma característica intrínseca do solo e que independe do método empregado em sua determinação. Afirnam

ainda, que não existe método de medida em laboratório que possa ser, no campo, um real substituto da umidade na “capacidade de campo”.

2.3.2 Umidade de “ponto de murcha permanente”

A umidade de “ponto de murcha permanente” (θ_{pmp}) ocorre quando o armazenamento de água no solo é tão pequeno que mesmo a planta consumindo muita energia, não consegue absorvê-la. É definida como a umidade do solo em que determinada espécie vegetal murcha e não restabelece sua turgidez, mesmo quando colocada em atmosfera saturada por 12 horas. A planta murcha à tarde, não recupera sua turgidez durante a noite e permanece murcha na manhã seguinte (VEIHMEYER; HENDRICKSON, 1949).

Souza e Reichardt (1996) consideram a θ_{pmp} uma característica estática, ao contrário da θ_{cc} , considerada dinâmica. Todavia, diferentes valores de θ_{pmp} foram obtidos a partir da utilização do girassol (*Helianthus annuus*) e do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) como espécies indicadoras (OLIVEIRA; MARTINS, 1966).

Na literatura, vários trabalhos consideram, erroneamente, como indicativo da θ_{pmp} , o teor de água retida no solo sob tensão de 1500 kPa, sem considerar a espécie vegetal (SOUZA et al., 2000). Esse valor foi estabelecido por Briggs e Shantz (1912), utilizando o girassol como espécie indicadora. A água retida a partir dessa tensão, em poros com diâmetro menor que 0,0002 mm, corresponde à água higroscópica (OTHMER; DIEKKRUGER; KUTILEK, 1991).

Além da espécie vegetal, o “ponto de murcha permanente” varia em função do estágio de desenvolvimento e do tipo de substrato (SYKES, 1969). Este autor, ao determinar o potencial mátrico da água, em dois solos distintos na θ_{pmp} , encontrou valores variando de 700 a 1100 kPa para o girassol, 1050 a 1610 kPa para *Nicotiana attenuata*, 1450 a 2140 kPa para o milho, 3470 kPa para *Cassia fasciculata* e 2050 a 3860 kPa para *Agropyron intermedium*. Esses resultados contrariam o conceito de que a θ_{pmp} é independente da espécie vegetal.

2.4 Recipientes e desenvolvimento de mudas

O tamanho (dimensões e volume) do recipiente é um dos primeiros aspectos que devem ser pesquisados para a produção de mudas de qualidade, pois influencia a disponibilidade de água e nutrientes (GOMES et al., 2003) e as várias características da muda e, consequentemente, o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade da cultura

(LIMA et al., 2006). O tamanho do recipiente deve tal que permita o desenvolvimento do sistema radicular, sem restrições físicas e químicas, durante o período de permanência no viveiro (CARVALHO FILHO et al., 2003).

O volume e dimensões do recipiente trazem implicações de ordem técnica e econômica, e têm influência direta no custo de produção da muda. Dimensões ótimas são aquelas que minimizam o custo final da muda e possibilitam obter maior número de mudas com alto padrão de qualidade de determinada espécie por metro quadrado (ALMEIDA, 2008). Recipientes de volume superior ao indicado, requerem maior área de viveiro e aumentam os custos com substrato, mão de obra, bancadas, transporte e distribuição das mudas no campo (GONZALEZ; PERZ; BLANCO, 1988; ALMEIDA, 2008).

Por outro lado, recipientes de pequeno volume proporcionam uma condição de estresse às mudas e, propiciam aumento de alocação de fotoassimilados para as raízes, em detrimento da parte aérea (SAMÔR et al., 2002). A restrição radicular, imposta pelo reduzido volume e pelas paredes do recipiente, reduz alguns importantes parâmetros de qualidade de mudas, como altura, área foliar e produção de biomassa (TOWNEND; DICKINSON, 1995; VALLONE et al., 2010). Tal redução foi observada em mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa*) e sesbânia (*Sesbania virgata*) (SAMÔR et al., 2002).

A altura, a presença de ranhuras e a geometria do recipiente são fatores que podem influenciar na formação da muda. Em recipientes relativamente altos, a disponibilidade de oxigênio na parte inferior é reduzida se o substrato não for poroso o suficiente, o que prejudica a respiração e o crescimento radicular e propicia o desenvolvimento de doenças (LIMA et al., 2006).

Ao se utilizar recipientes de igual volume, a altura da embalagem plástica é mais importante que o seu diâmetro, para o crescimento das mudas (VALLONE, 2006), a depender da espécie. Quanto mais alto o recipiente, maior é o fluxo da água numa dada seção do perfil do substrato, em relação a recipientes de menor altura e maior área da borda superior, quando aplicado o mesmo volume de água de irrigação (FERMINO, 2002).

Com relação ao diâmetro, recipientes maiores ocasionam menor enovelamento de raízes. Todavia, se o recipiente é demasiadamente estreito, após o plantio as raízes que cresceram para baixo tendem a não se crescer lateralmente (LIMA et al., 2006). No entanto, o crescimento lateral pode ser favorecido por recipientes que tenham estrias longitudinais nas paredes, a exemplo dos citrovasos ou citropotes, fabricados em plástico rígido (OLIVEIRA et al., 2005).

A forma do recipiente deve evitar o crescimento do sistema radicular em forma espiral, estrangulada, ou de livre qualquer outro problema. Quanto à forma, a maioria dos recipientes é circular (cilíndrico) e favorece o enovelamento das raízes, exigindo que se faça poda das raízes antes do transplântio. Para minimizar o problema do enovelamento, uma opção é a utilização de recipientes em formato quadrado (prisma) ou com ranhuras verticais, as quais têm a função de direcionar as raízes ao fundo do recipiente (LIMA et al., 2006).

Quanto ao tipo de material, sacos plásticos de polietileno apresentam menor custo que os recipientes rígidos de polipropileno, ocupam menos espaço quando vazios e são descartáveis, não havendo necessidade de lavagens e riscos de contaminação de outras áreas com agentes fitopatogênicos. Porém, podem se rasgar facilmente e favorecem o enovelamento de raízes, devido à superfície lisa interna, principalmente quando há atraso no plantio das mudas (GRAF, 1999). Por outro lado, vasos de plástico rígido apresentam maior custo que sacos plásticos de polietileno, porém são reutilizáveis (OLIVEIRA et al., 2005).

Alguns trabalhos avaliaram os parâmetros vegetativos de mudas de baruzeiro (*D. alata* Vog.), pitangueira (*E. uniflora* L.) e jatobazeiro (*H. courbaril* L.), em recipientes de diferentes volumes e dimensões, como os a seguir:

Oliveira (1998) avaliou o crescimento de mudas de baruzeiro (*D. alata* Vog.) procedentes de três municípios mineiros (Jequitaí, Capinópolis e Brasilândia), em sacos plásticos de 18 x 30 cm e capacidade para 3,0 L, utilizando como substrato terra de subsolo peneirada, areia fina e esterco de curral na proporção de 3:1:1. Foram constatadas diferenças significativas no crescimento das mudas das diferentes procedências. As médias de altura variaram de 13,1 a 15,5 cm, aos sete meses, de 27,9 a 31,6 cm, aos 13 meses, e de 53,7 a 64,1 cm, aos 19 meses, enquanto as médias de diâmetro de caule foram de 3,6 a 4,3 mm, aos sete meses, de 8,0 a 9,7 mm, aos 13 meses, e de 11,7 a 13,7 mm, aos 19 meses de idade.

Melo (1999) avaliou o crescimento de *D. alata* Vog., em resposta à adição de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg), em vasos de polietileno com capacidade para 1230 cm³ (13,6 cm de diâmetro na boca, 10,3 cm de diâmetro no fundo e 11,8 cm de altura), contendo latossolo vermelho escuro, em Planaltina, DF. Verificou que o crescimento da altura de muda (AM) é mais rápido nos primeiros 45 dias após a semeadura, para todos os tratamentos, sendo as médias de AM, de 15,9 e 18,6 cm, aos 45 e 210 dias de idade, respectivamente. O rápido crescimento inicial do baruzeiro deve-se, provavelmente, às reservas de aleurona nos cotilédones (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004), o que certamente aumenta o consumo de água nesta fase. O crescimento do diâmetro de caule (DC) foi contínuo durante os 210 dias de duração do experimento. Ao final do período, obteve-se DC de 6,8 mm, 7,22 folhas muda⁻¹,

área foliar (AF) de 329 cm² muda⁻¹, peso específico foliar de 7,8 g cm⁻², massa de matéria seca de folhas (MSF) de 2,5 g muda⁻¹ e aproximadamente o dobro de massa de matéria seca de raízes (MSR), sem efetuar aplicação de nutrientes no latossolo. Obteve ainda, a relação massa de raízes e parte aérea (MSR/MSPA) de 1,35.

Scalon et al. (2001) avaliaram o crescimento de mudas de pitangueira (*E. uniflora* L.) em recipientes de polietileno de 10 x 20 cm, em Dourados, MS, sob condições de sombreamento (50% e 70% de luz e a pleno sol). Utilizaram como substrato, terra e esterco de curral curtido, na proporção 10:1. Aos sete meses de idade, os melhores resultados foram os seguintes: altura de 52,98 cm, diâmetro de caule de 7,35 mm, peso específico de folha de 0,22 g dm⁻² e massa de matéria seca de muda (MSM) de 42,85 g muda⁻¹, resultados estes obtidos a pleno sol. A área foliar foi maior sob sombreamento, de 191,92 dm², o que segundo os autores, é normalmente observado nessa condição, uma vez que há necessidade de ampliar a superfície fotossintetizante para maximizar a absorção luminosa. Esses resultados foram explicados baseados nos dados de peso específico de folha, que representa a espessura foliar. Folhas sob alta disponibilidade luminosa apresentam espessura foliar maior, como recurso de proteção aos pigmentos fotossintetizantes, o que contribuiu para aumentar a MSM.

Carvalho Filho et al. (2003) utilizaram dois tamanhos de recipientes (sacos de polietileno de 11 x 18 cm e 15 x 20 cm) e quatro substratos (solo; solo + esterco bovino 2:1; solo + areia 1:1 e solo + areia + esterco bovino 1:2:1) na produção de mudas de jatobazeiro (*H. courbaril* L.), em São Cristóvão, estado de Sergipe. Verificaram, aos 180 dias após a semeadura, maior diâmetro de caule (7,00 mm) nas mudas em saco plástico de 15 x 20 cm, utilizando como substrato solo + areia 1:1. Entretanto, não houve diferença significativa na altura, número de folhas e peso de matéria seca, de folhas, caule e raízes.

Abreu et al. (2005) avaliaram, em um viveiro telado (50% da luminosidade), em Lavras, MG, no período maio/setembro de 2004, mudas de pitangueira (*E. uniflora* L.) em sacos plásticos de 10 x 20 cm, com capacidade de 650 cm³, em resposta a substratos e doses de superfosfato simples. Os autores verificaram que não houve influência dos substratos sobre as características avaliadas, e que o máximo comprimento do sistema radicular foi de 17,8 cm, na ausência de superfosfato, aos 180 dias após a semeadura. Os tratamentos não influenciaram o número de folhas da pitangueira, que apresentou, em média, 12 folhas. Os valores máximos estimados de matéria seca de raízes, da parte aérea e total foram de 0,53, 1,45 e 1,98 g muda⁻¹.

Silva, C. A. et al. (2008) avaliaram, em Uberlândia, MG, o sistema radicular da pitangueira (*E. uniflora* L.) em dois tamanhos de recipientes (sacos plásticos de 18 x 30 cm e 20 x 25 cm) e três doses de vermiculita (0, 10% e 20%), com base em peso, misturadas ao

substrato comercial Bioplant®. Os autores verificaram maiores massas de matéria fresca (10 g muda⁻¹) e seca (6,4 g muda⁻¹) do sistema radicular, no recipiente de 18 x 30 cm, na dose de 20% de vermiculita, aos 160 dias após a semeadura.

Silva, C. J. et al. (2008) concluíram, no mesmo experimento em Uberlândia (MG), citado no parágrafo anterior, que o recipiente de 18 x 30 cm proporcionou maior diâmetro de caule (5,79 mm) da pitangueira aos 160 dias de idade, entretanto a altura da muda foi estatisticamente indiferente, entre recipientes.

Pacheco (2008) avaliou o crescimento de mudas de baruzeiro em sacos plásticos de 20 x 30 cm, em viveiro a céu aberto, na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF. Os recipientes foram preenchidos com Latossolo Vermelho de textura argilosa, em combinação com quatro doses de N (0, 50, 100 e 200 mg muda⁻¹ mês⁻¹) em cobertura, combinadas com duas doses de esterco bovino curtido (10% e 20% em relação ao volume final da mistura com o subsolo). As doses de N promoveram efeito linear crescente na altura de muda, estimada em 22,96 cm, na ausência de N e 33,76 cm na dose de 200 mg muda⁻¹, aos 8 meses de idade. O valor máximo estimado de diâmetro de caule foi de aproximadamente 8,0 mm, e a de matéria seca da parte aérea, de 25 g muda⁻¹.

Prado (2009) avaliou, em viveiro, em Santa Maria, RS, o desenvolvimento de *Eugenia involucrata* DC. (cerejeira do mato) em recipientes de pequenas dimensões (tubetes de 53, 115, 180 e 280 cm³), espécie esta do mesmo gênero da pitangueira. Os recipientes foram preenchidos com substrato comercial Mecplant Florestal 3®, produzido à base de casca de *Pinus* biodecomposta e vermiculita. Em quatro avaliações da altura de planta e do diâmetro de colo (aos 180, 210, 240 e 270 dias após a semeadura), não houve diferença estatística nesses parâmetros em função dos recipientes, pelo teste Friedman, a 5% de probabilidade, provavelmente segundo o autor, ao lento crescimento dessa espécie.

Silva et al. (2010) avaliaram o sistema radicular de mudas de baruzeiro (*D. alata* Vog.), em viveiro (sombrite 50%), no município de Orizona (GO), em recipientes (sacos plásticos) com dimensões de 15 x 25 cm, contendo substrato comercial Bioplant®. O máximo comprimento do sistema radicular foi estimado em 32,5 cm, e a maior MSR, em 3,8 g muda⁻¹, ambas as características estimadas com adição de 4,3% de gesso e ausência da adubação potássica, em mudas com 152 dias após a semeadura.

Diante do exposto, verifica-se que as pesquisas já realizadas não são conclusivas quanto às dimensões e volume de recipientes para o desenvolvimento inicial de *H. courbaril* L., *E. uniflora* L. e *D. alata* Vog., sendo necessário outros trabalhos sobre o tema.

2.5 Manejo de irrigação

O uso racional da água na irrigação, cada vez mais necessário, depende da obtenção de informações do sistema solo-planta-atmosfera. Segundo Silva (2007), o manejo da irrigação implica em definir três aspectos: quando irrigar (turno de rega), quanto irrigar (lâmina de irrigação) e como irrigar (sistema de irrigação utilizado).

O adequado manejo da irrigação propicia economia de água, energia e mão de obra, e otimiza a utilização de insumos. A determinação da necessidade de irrigação requer, antes de tudo, o conhecimento de fatores inerentes ao solo ou substrato, como a umidade na “capacidade de campo” e monitoramento da água disponível (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

O monitoramento do conteúdo de água no solo (θ) pode ser efetuado por diversos métodos, diretos e indiretos. Dentre os diretos, o gravimétrico é o mais utilizado, considerado método padrão, apesar de necessitar de no mínimo 24 horas para obter a umidade. O método baseia-se na pesagem de amostras de solo e sua secagem em estufa (GARDNER, 1986). A diferença de massa, antes e após a secagem, representa o conteúdo de água da amostra.

Dentre os métodos indiretos, destacam-se blocos em gesso, de resistência elétrica (SPAANS; BAKER, 1992), sonda de Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR - *Time Domain Reflectometry*) (TOPP; DAVIS; ANNAN, 1980), a sonda de nêutrons (moderação de nêutrons rápidos e método da atenuação de raios gama) (LIBARDI, 2005), e o uso de tensiômetros com cápsulas porosas (CASSEL; KLUTE, 1986), instalados à profundidade efetiva do sistema radicular, através dos quais o conteúdo de água em base volumétrica (θ) pode ser obtido pela eq. (1), de van Genuchten (1980):

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + |\alpha \cdot \psi_m|^n\right]^m} \quad (1)$$

em que: θ_r é a umidade residual ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$); θ_s é a umidade de saturação ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$); ψ_m é o módulo do potencial mátrico (kPa); α (kPa^{-1}), n e m são parâmetros empíricos, determinados pelo programa SWRC - *Soil Water Retention Curves* (DOURADO NETO et al., 2000).

O cálculo da lâmina de irrigação e a definição do turno de rega requerem ainda o conhecimento de elementos do clima (temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e velocidade do vento) e características das plantas (estádio fenológico, fisiologia de absorção e

transferência de água para a atmosfera, profundidade do sistema radicular e coeficiente de cultivo – Kc). Assim, o manejo da irrigação é realizado através do monitoramento do solo, da planta e do clima, através da evapotranspiração (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). O balanço hídrico diário torna-se necessário, para a estimativa de saídas mais precisas (DOURADO NETO et al., 2010).

Dentre os fatores que interferem na necessidade de irrigação, a evapotranspiração é um dos mais importantes, uma vez que ela integra características do solo, do clima e das plantas, e representa as perdas de água do solo, por evaporação, e pela parte aérea dos vegetais, através da transpiração (ANGELOCCI, 2002).

A transpiração é um processo em que as plantas liberam para o ar aproximadamente 99% da água absorvida pelo sistema radicular, como vapor d'água. Este processo pode envolver qualquer parte do organismo vegetal acima do solo, entretanto, as folhas são os principais órgãos, através dos estômatos. Na maioria das plantas, os estômatos permanecem abertos durante o dia e se fecham à noite, o que varia conforme a espécie vegetal (PUENTE DE LA VEGA, 2003).

2.5.1 Evapotranspiração em ambiente protegido

No Brasil, o cultivo em casa de vegetação tem aumentado ultimamente, principalmente nas regiões Sul e Sudeste, para o cultivo de hortaliças, plantas ornamentais e produção de mudas de várias espécies (FERNANDES; CORÁ; ARAÚJO, 2004). Dentre as vantagens do ambiente protegido destacam-se: a proteção dos plantios contra chuvas e geadas; redução da umidade foliar, o que diminui a ocorrência de doenças da parte aérea; obtenção de colheitas em períodos de menor oferta e de maior cotação dos produtos no mercado.

A cobertura plástica altera a radiação e o balanço energético na casa de vegetação, em relação ao ambiente externo. Em consequência, altera também a evapotranspiração (FARIAS; BERGAMASCHI; MARTINS, 1994). Máximo desenvolvimento das plantas é obtido quando a evapotranspiração é mantida dentro de limites ótimos, evitando a falta ou o excesso de água no solo.

Uma das dificuldades em estimar a evapotranspiração em casas de vegetação é que o microclima nestas é influenciado pelas condições externas, tipo de casa de vegetação (teto em arco, capela), sua altura, transparência da cobertura (vidro ou plástico) e das cortinas laterais, manejo do microclima e interação deste com a cultura (BAILLE, 1994). A radiação solar é o elemento meteorológico que mais afeta a evapotranspiração das plantas em ambientes

protegidos, porque fornece a energia para esse processo (STANGHELLINI, 1993; DALMAGO et al., 2006).

A diferença entre a evapotranspiração interna e externa à casa de vegetação varia conforme as condições meteorológicas. Em geral, a evapotranspiração interna é menor do que a registrada externamente, ficando seu valor em torno de 60 a 80% do verificado no ambiente não protegido (ROSENBERG; MCKENNEY; MARTIN, 1989; PIVETTA et al., 2010).

Basicamente, o que ocorre dentro da casa de vegetação é a atenuação das variações extremas dos elementos meteorológicos em relação ao ambiente externo, como a redução da radiação solar incidente, pela parcial opacidade da cobertura plástica (BECKMANN et al., 2006), diminuição da velocidade do vento, em 90% (CARDOSO et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2008) a 95% (PRADOS, 1986), aumento da temperatura do ar, do solo e da umidade relativa do ar (REIS; SOUZA; AZEVEDO, 2009).

A temperatura do ar no interior da estufa depende da transmissividade do plástico, do ângulo de incidência da radiação solar sobre a cobertura, bem como da renovação do ar em seu interior (PRADOS, 1986), o que interfere na evapotranspiração. A temperatura é um dos fatores que mais influenciam a transpiração, a qual depende do processo de abertura e fechamento dos estômatos. Em temperaturas na faixa considerada ótima ao pleno desenvolvimento das culturas, a absorção de água pelo sistema radicular aumenta na ordem de 10% para cada grau Celsius de aumento na temperatura do solo (OLIVEIRA et al., 2003), elevando conseqüentemente a transpiração.

A temperatura média diária no interior da estufa é sempre mais elevada que no exterior. As diferenças entre os dois ambientes variam de 0,5 a 9,0 °C, sendo maiores no período da tarde, das 12 às 16 horas, horários estes de temperaturas do ar mais elevadas (FARIAS et al., 1993; VALANDRO et al., 2007). Já a temperatura mínima do ar no interior é igual ou ligeiramente superior à observada externamente (PEZZOPANE; PEDRO JÚNIOR; ORTOLANI, 1995).

Com o aumento da temperatura durante o período diurno, a umidade relativa do ar diminui com maior intensidade no interior da estufa do que no ambiente externo, tornando-se geralmente inferior à verificada externamente das 8 às 14 h (BURIOL et al., 2000). Porém, durante o final da tarde e à noite, aumenta rapidamente. Isto se deve principalmente à queda da temperatura noturna no interior da estufa, como também à retenção do ar úmido pela cobertura plástica (PRADOS, 1986; BURIOL et al., 2000; VALANDRO et al., 2007).

O aumento da umidade relativa do ar diminui a transpiração de plantas, por reduzir o gradiente de concentração de vapor entre a cavidade estomática e o ar adjacente à folha.

Assim, a água é perdida muito mais lentamente numa atmosfera já saturada com vapor de água (DALMAGO et al., 2006). O conteúdo de vapor de água do ar no interior da estufa é influenciado pela evapotranspiração, a qual varia conforme o conteúdo de água fornecido ao solo ou substrato, por meio de irrigação (PRADOS, 1986; FARIAS et al., 1993; BURIOL et al., 2000).

No estudo da evapotranspiração, a evapotranspiração potencial de referência (ETo) é utilizada como parâmetro para estimar a evapotranspiração potencial da cultura (ETc) de interesse, devido à necessidade de padronizar a evapotranspiração para uma dada região. A ETc , designada a partir daqui, simplesmente por evapotranspiração potencial (ETp), termo geral para todas as espécies, é obtida multiplicando a ETo pelo coeficiente de cultivo (Kc), que varia em função dos estádios fenológicos da espécie vegetal. A ETo corresponde à quantidade de água perdida para a atmosfera, por uma superfície de solo totalmente coberta por uma cultura de referência, sem restrições hídricas. No Brasil, a cultura de referência é a grama batatais (*Paspalum notatum* Flugge), com altura uniforme, de 8 a 15 cm, em crescimento ativo, cobrindo totalmente o solo (DOORENBOS; PRUITT, 1977).

Na literatura há vários métodos, diretos e indiretos, para quantificar a ETo e a ETp . Dentre os métodos diretos, estão incluídos diferentes tipos de lisímetros (de drenagem e pesáveis) para o balanço hídrico em volume de solo conhecido, os quais são considerados mais precisos (PEREIRA; VILLA NOVA; SEDIYAMA, 1997). No grupo dos métodos indiretos, a evapotranspiração é estimada a partir de elementos do clima, utilizando-se de métodos teóricos empíricos ou modelos, como os de Penman-Monteith (método padrão da FAO), Thornthwaite, Blaney e Criddle, Jensen e Haise, Priestley e Taylor, Hargreaves, entre outros, e evaporímetros, como o tanque Classe A, que mensura a evaporação de uma superfície livre de água (JENSEN; BURMAN; ALLEN, 1990; FARIAS; BERGAMASCHI; MARTINS, 1994).

2.5.2 Tanque Classe A e coeficientes do tanque (Kp) e de cultivo (Kc)

O tanque Classe A, tamanho padrão desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Norte-Americano (USWB – *United States Weather Bureau*), é um reservatório cilíndrico de 1,20 m de diâmetro interno e 25 cm de altura, confeccionado em chapa de aço inoxidável ou galvanizado. O tanque deve ser instalado em nível, geralmente a 15 cm de altura e cheio de água até 5,0 cm da borda superior, com variação máxima permitida do nível da água, de 2,5 cm (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). É um equipamento de uso generalizado

para determinação da ETo, devido ao seu baixo custo e facilidade no manuseio (SILVA, 2007).

A estimativa da ETo pelo uso do tanque Classe A requer, além da evaporação de água, o valor de um coeficiente do tanque (K_p), o qual varia conforme o local e as condições climáticas (ALLEN et al., 1998). Os métodos para cálculo do K_p normalmente utilizam-se informações de umidade relativa do ar, velocidade do vento, tipo de cobertura do solo (grama ou “solo nu”) e sua extensão ao redor do tanque (DOORENBOS; PRUITT, 1977).

Existem diversas metodologias de estimativa do K_p , as quais resultam diferentes valores de K_p , dependendo do local. Doorenbos e Pruitt (1977) apresentaram uma tabela com valores de K_p variando de 0,40 a 0,85, dependentes das variáveis meteorológicas e da bordadura que circunda o tanque. Cuenca (1989) modificou a equação proposta por Frevert, Hill e Braaten (1983) e sugeriu uma equação polinomial para estimar valores diários de K_p . Snyder (1992) considerou a equação proposta por Cuenca (1989) muito complexa e com resultados insatisfatórios para algumas condições meteorológicas quando comparada aos coeficientes tabelados propostos por Doorenbos e Pruitt (1977) e, então, propôs um método de regressão linear múltipla para estimar o K_p . Pereira et al. (1995) propuseram outro método, baseado na temperatura do ar e na constante psicrométrica. Por fim, o boletim da FAO/56 propõe duas equações de estimativa do K_p (FAO Caso A e FAO Caso B), os quais dependem da cobertura do solo e da localização em que o tanque se encontra instalado, bem como das condições de vento e umidade relativa do ar (ALLEN et al., 1998).

Sentelhas e Folegatti (2003) afirmam que é necessário o ajuste do K_p para as condições locais de instalação do tanque. Esses autores concluíram que, na região de Piracicaba (SP), um dos melhores métodos de determinação do K_p , foi o proposto por Cuenca (1989). Verificaram ainda, que o uso de um K_p arbitrário e constante de 0,71 na estimativa da ETo, resultou na mesma precisão e exatidão do K_p estimado pelos métodos de Cuenca (1989) e Pereira et al. (1995).

A evaporação média do tanque Classe A no interior de uma estufa plástica é menor do que aquela registrada no ambiente externo, o que levou Prados (1986) a inferir que, para a determinação da ETo, os valores de K_p dentro da casa de vegetação devem ser próximos de 1,0, sendo maiores do que os obtidos externamente. Todavia, em dias nublados e/ou com chuvas e umidade relativa do ar elevada pode ocorrer o inverso (BURIOL et al., 2001). Nied et al. (1999), comparando a evaporação em tanque reduzido no interior da casa de vegetação e no meio externo, verificaram que a evaporação interna é em média 52% menor do que a obtida externamente.

Lopes Filho (2002), avaliando a evaporação ocorrida em três evaporímetros (tanque Classe A, minitanque metálico e minitanque de plástico) no interior de casa de vegetação, em Lavras (MG), obteve nos meses de fevereiro, março, abril e maio, valores de coeficiente do tanque Classe A, de 0,78, 0,71, 0,57 e 0,47, respectivamente. Evangelista e Pereira (2003) concluíram, que a utilização dos coeficientes de tanque propostos por Lopes Filho (2002), aumentou consideravelmente a desempenho do método do tanque Classe A, na estimativa da ETo no interior de casa de vegetação, em Lavras (MG), o qual apresentou alta correlação ($r = 0,99$) com o método de Penman-Monteith.

As dimensões do evaporímetro influenciam a evaporação e, conseqüentemente, a ETo. Em minievaporímetros de diferentes diâmetros, a bordadura com água (evaporímetros de maior área) reduz significativamente a evaporação, em relação aos evaporímetros de menor perímetro (TAGLIAFERRE et al., 2011).

Após obtidos os dados de evaporação no tanque e estimado o Kp, o coeficiente de cultivo (Kc) é determinado pela razão entre a ETp e a ETo. O Kc é um índice adimensional, dependente das características da espécie vegetal, tais como: a altura das plantas, a qual influencia na resistência aerodinâmica; a área foliar e a fração de cobertura do solo pela vegetação; a idade e condição das folhas; a profundidade e a densidade do sistema radicular (PEREIRA; ALLEN, 1997). O Kc varia, essencialmente, de acordo com as características da cultura, traduzindo, em menor escala, a variação dos elementos climáticos (FREVERT; HILL; BRAATEN, 1983).

Durante anos, a determinação do Kc foi objeto de pesquisa, porém as conclusões são apenas parciais, uma vez que o Kc para uma dada espécie depende de seu estágio fenológico, e de fatores ligados ao ambiente de cultivo (protegido ou não), tipo de cultivo (direto no solo ou em recipientes), textura do solo, espaçamento entre plantas e condições climáticas que variam no decorrer do ano (SILVA, 2007), além da interação entre estes fatores.

Informações sobre o Kc são muito úteis na quantificação da necessidade hídrica das plantas, para fins de manejo de irrigação. A FAO reuniu informações de Kc de diversas culturas, em várias regiões do globo. Pesquisas sobre o Kc de espécies nativas, com potencial de cultivo, se torna importante, para fins de irrigação em futuros plantios comerciais.

2.6 Deficiência hídrica e resposta de espécies nativas à irrigação

A água é um dos principais constituintes da massa verde de plantas lenhosas. Ela é essencial em processos fisiológicos, como a absorção de nutrientes, fluxo de seiva, transpiração e manutenção da turgescência (SANTOS; CARLESSO, 1998).

A deficiência hídrica geralmente está associada a uma redução progressiva do conteúdo de água do solo ou substrato, que varia conforme a profundidade do sistema radicular. Segundo Bray (1997), a resposta das plantas ao *deficit* hídrico depende da espécie, de sua idade e da duração e intensidade do *deficit*. Como consequência do *deficit*, surge o estresse hídrico, quando a evapotranspiração é superior à absorção de água pelo sistema radicular e ao seu fluxo para a parte aérea da planta (BRAY, 1997).

O mais importante mecanismo fisiológico de tolerância dos vegetais à falta de água no solo é o fechamento estomático, principalmente nos horários mais quentes do dia, retardando assim a transpiração (NUNES, 1976). Outras respostas proeminentes das plantas ao *deficit* hídrico, são a menor área foliar, a senescência mais rápida e a abscisão de folhas (SANTOS; CARLESSO, 1998). Rosenthal et al. (1987) verificaram significativa inibição da área foliar em plantas de sorgo e algodão, quando a fração de água disponível era inferior a 50%.

A senescência de folhas é constatada quando o solo, em umidade próxima ao “ponto de murcha”, não fornece nitrogênio em quantidade suficiente para suprir as necessidades de crescimento das plantas. Então, o nitrogênio é redistribuído das folhas mais velhas para os pontos de crescimento e folhas mais novas, podendo ocasionar senescência das folhas de maior idade (WOLFE et al., 1988).

Com relação às espécies vegetais nativas do Cerrado, várias delas são tolerantes a longos períodos de estiagem, em seu bioma natural. Entretanto, na fase de crescimento inicial, são poucas as informações sobre tolerância ao *deficit* hídrico e resposta à irrigação.

Ulhoa (1997) avaliou características de mudas de baru (*D. alata* Vog.) em casa de vegetação, em Lavras (MG), sob irrigação, em resposta à calagem e doses de fósforo, em vasos com 4,1 kg de Latossolo Vermelho-Amarelo, contendo 2 mudas por vaso, mantendo a umidade do solo em torno de 70% do volume total de poros. A altura de muda (AM) foi de 19,47 cm, aos 104 dias de idade. Os maiores valores de massa de matéria seca de raízes (MSR) e de mudas (MSM) foram de 5,95 e 12,04 g vaso⁻¹, respectivamente, enquanto a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) foi de 5,44 g vaso⁻¹ ou 2,72 g muda⁻¹, e a maior relação MSR/MSPA foi de 1,12.

MSR maior que MSPA é uma característica vantajosa às plantas, pois favorece a absorção de água e nutrientes do solo durante a estação seca. O aumento da relação MSR/MSPA em plantas sob *deficit* hídrico é um mecanismo de resistência à seca, pelo

desenvolvimento do sistema radicular (aumento da área de absorção de água), em detrimento da parte aérea (diminuição da área de evapotranspiração) (CORREIA; NOGUEIRA, 2004).

Leles, Carneiro e Barroso (1998) avaliaram o desenvolvimento de mudas de jatobazeiro (*H. courbaril* L.) em casa de vegetação, em Campos dos Goytacazes (RJ). Utilizaram sacos plásticos de 6,5 x 20 cm, contendo bagaço de cana e torta de filtro, em fase final de decomposição (proporção 3:2 v/v), sob três regimes de irrigação: irrigação diária; irrigação após sintomas iniciais de murcha foliar (*deficit* moderado, com suspensão da irrigação por 7 dias); e irrigação após sintomas severos de murcha (15 dias de suspensão da irrigação). Após cada turno de rega, o substrato era irrigado até atingir a umidade na “capacidade de campo”. Aos 110 dias após a semeadura, verificaram que a AM (22,0 cm), o DC (4,3 mm) e a MSPA (4,41 g muda⁻¹) não foram influenciados pelo *deficit* hídrico moderado, em relação à irrigação diária. Todavia, o *deficit* moderado aumentou significativamente a MSR, de 1,13 para 1,80 g muda⁻¹, em relação à rega diária.

Bezerra et al. (2004) avaliaram parâmetros vegetativos e produtivo da pitangueira (*E. uniflora* L.), aos 9 anos de idade, sob irrigação na região do semiárido de Pernambuco. Dentre cinco seleções de pitangueira oriundas de pé franco, todas responderam bem à irrigação. As médias de altura e diâmetro de caule foram de 2,6 m e 9,1 cm, respectivamente, o diâmetro de copa de 3,7 m e a produção média de frutos de 33,1 kg ano⁻¹ (anos 1999, 2000 e 2001). Segundo Lira Júnior et al. (2007), apesar de *E. uniflora* L. apresentar tolerância ao estresse hídrico na fase vegetativa, deve-se manter a umidade do solo próxima à “capacidade de campo”, por elevar o fluxo de seiva durante as diferentes fases do cultivo.

Cabral, Barbosa e Simabukuro (2004), em estudo sobre o crescimento de ipê amarelo - *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore, aplicaram três tratamentos hídricos (100%, 50% e 25% da θ_{cc}) em mudas dessa espécie, em casa de vegetação, por quatro meses após a semeadura. Foram utilizados sacos plásticos com 6 kg de solo, nos dois primeiros meses (30 e 60 dias) de avaliação, e sacos com 12 kg de solo, para os dois últimos meses (90 e 120 dias), recebendo cada um três plântulas. O tratamento de 25% da θ_{cc} reduziu estatisticamente os valores médios de número de folhas, a partir dos 90 dias, e de área foliar, dos 30 aos 120 dias. Nos três tratamentos, maior percentual de biomassa foi alocado na parte aérea até os 90 dias e aos 120 dias no sistema radicular.

Figueirôa, Barbosa e Simabukuro (2004), trabalhando com mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) submetidas a três regimes hídricos (25, 50 e 75% da θ_{cc}), em casa de vegetação, verificaram maior alocação de biomassa nas raízes (relação MSR/MSPA) em tratamentos de maior *deficit* hídrico. Aos 30 dias após a diferenciação dos tratamentos (71

dias após a germinação), as relações MSR/MSPA foram de 0,79, 0,23 e 0,30, enquanto aos 60 dias (101 dias após a germinação), foram de 1,29, 0,95 e 0,83, nos respectivos regimes hídricos.

Nascimento et al. (2011) avaliaram, em casa de vegetação, em Recife (PE), o desenvolvimento do jatobazeiro (*H. courbaril* L.) em vasos com 8,0 kg de solo, sob quatro tratamentos hídricos (100%, 75%, 50% e 25% da umidade na “capacidade de pote” – CP). As mudas do tratamento controle (100% da CP) apresentaram, aos 155 dias de idade (105 dias após início dos tratamentos), maior altura (62,6 cm) e número de folhas (20,4), enquanto aquelas em déficit severo (25% da CP) reduziram esses parâmetros em 42,17% e 65,69%, respectivamente, em relação ao tratamento controle, emitindo, em média, 7,0 folhas. O número de folhas foi a variável mais sensível ao *deficit* hídrico, apresentando redução a partir do 28º dia de diferenciação dos tratamentos. O diâmetro do caule (DC) diferiu significativamente a partir de 49 dias do início dos tratamentos, entretanto, entre as lâminas de irrigação de 100%, 75% e 50% da CP não houve diferença. As reduções no DC foram de 16,3%, 20,7% e 31,0%, para os tratamentos de 75%, 50% e 25% da CP, respectivamente, em relação às mudas a 100% da CP, aos 155 dias de idade.

No mesmo trabalho, Nascimento et al. (2011) obtiveram área foliar (AF) de 758,6 cm² muda⁻¹, na lâmina de irrigação de 100% da CP, enquanto nos tratamentos de 75% e 50%, a AF apresentou valores intermediários, não se diferenciando das demais lâminas. Já o tratamento de 25% da CP reduziu este parâmetro em 70,1%, em relação à testemunha. As maiores massas de matéria seca de raízes, caule, folhas e total do jatobazeiro, foram de 5,3; 7,2; 6,1; e 18,6 g muda⁻¹, respectivamente, sob irrigação a 100% da CP. No tratamento de 25% da CP, esses valores foram reduzidos em 62,8%, 70,8%, 77,0% e 70,4%, em mudas com 155 dias de idade. Segundo os autores, mudas de jatobá não paralisam o crescimento quando submetidas à baixa disponibilidade de água no solo. No entanto, seu crescimento é severamente afetado em níveis de água menores que 50% da “capacidade de campo”.

Verifica-se que são raros os trabalhos que avaliaram as necessidades hídricas, evapotranspiração, Kc e qualidade de mudas de espécies nativas do Cerrado, o que justifica a realização de pesquisas sobre o tema.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

Três experimentos foram conduzidos no período de setembro de 2010 a junho de 2011, em casa de vegetação, situada a 561 m de altitude, 22°42'41" de latitude sul e 47°37'46" de longitude oeste, no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, São Paulo.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cwa, subtropical úmido, com estiagem no inverno e verão quente e chuvoso. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C (SENTELHAS, 1998).

3.2 Descrição do ambiente protegido

A casa de vegetação (Figura 2) foi instalada no sentido leste-oeste, com 17,5 m de comprimento (sete segmentos de 2,5 m), 6,4 m de largura, altura de 3,0 m nas laterais e de 4,6 m na parte central. O teto era em forma de arco e a cobertura em filme de polietileno de baixa densidade (PBDE), de 0,15 mm de espessura, tratado contra a ação de raios ultravioleta e com transparência de aproximadamente 80%.

Figura 2 - Vistas externa (A) e interna (B) da casa de vegetação utilizada nos experimentos

Nas laterais da casa de vegetação, colocou-se uma tela de proteção (sombrite 50%), além de cortinas plásticas reguláveis que evitam a entrada de água das chuvas e a incidência de ventos frios no período de inverno. Ao longo de seu perímetro, foi construído um rodapé

de 30 cm de altura, em concreto armado, para evitar o escoamento superficial proveniente das chuvas.

Inicialmente, foram dispostas três fileiras de nove bancadas metálicas (Figura 2B) no interior da casa de vegetação, as quais mediam 0,9 m de altura, 1,2 m de largura e 1,5 m de comprimento. As linhas de bancadas foram espaçadas em 0,7 metros entre si, totalizando cada uma 13,5 m de comprimento.

A casa de vegetação foi provida de energia elétrica e de água potável oriunda do próprio sistema de abastecimento de água da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

3.3 Substrato

O substrato utilizado nos três experimentos foi uma mistura de 50% de substrato comercial Baseplant[®] e 50% de areia fina peneirada, seca ao ar, com base em volume. Segundo o fabricante, o substrato Baseplant[®] é constituído de 70% de casca de *Pinus* triturada e compostada, 20% de turfa e 10% de vermiculita, com base em volume. As análises físicas da mistura são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados de análises físicas da mistura de substrato comercial e areia fina. Laboratório de Física do Solo, Departamento de Ciência do Solo, ESALQ/USP

Porosidade			Retenção de água		Densidade		Granulometria		
Macro	Micro	PT	θ_{cc}	θ_{pmp}	Ds	Dp	Areia total	Silte	Argila
-----cm ³ cm ⁻³ -----			-----		-----g cm ⁻³ -----		-----g kg ⁻¹ -----		
0,3597	0,1763	0,5360	0,2623	0,1544	1,02	2,44	859	28	113

PT - Porosidade total; θ_{cc} - Umidade na “capacidade de campo”, com base em volume; θ_{pmp} - Umidade de “ponto de murcha permanente”; Ds - Densidade do substrato; Dp - Densidade de partículas do substrato

O pH da mistura (substrato comercial e areia fina) seca ao ar, foi de 5,8. As demais propriedades químicas são apresentadas na Tabela 2.

No processo de enchimento dos recipientes, para cada 100 L da mistura, foram adicionados 15 L de vermiculita expandida de textura fina, e 200 g do fertilizante polifétil 20-11-15, granulado, o qual apresenta a seguinte composição: macronutrientes (20% N, 11% P₂O₅ e 15% K₂O) e micronutrientes (0,2% Fe; 0,1% Zn; 0,05% de B, de Mn e Cu; 0,005% de Co e de Mo).

Tabela 2 - Resultados de análises químicas da mistura de substrato comercial e areia fina. Laboratório de Análises Químicas, Departamento de Ciência do Solo, ESALQ/USP

Condição de análise	Análises											
	Macronutrientes						Micronutrientes					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe	B	Na
	----- % -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
Seca ao ar	0,29	0,19	0,07	0,92	0,11	0,03	7	81	19	6167	3	474
Base seca 60-65°C	0,31	0,20	0,07	0,97	0,12	0,03	7	85	20	6498	3	499
110°C	0,31	0,20	0,07	0,98	0,12	0,03	7	86	20	6536	3	502
Condição de análise	Outras análises										Relação C/N (C total e N total)	
	Carbono		Matéria orgânica			Resíduo mineral						
	Total	Orgânico	Total	Comp.	Resist. à comp.	Total	Solúvel	Insolúvel				
	----- % -----											
Seca ao ar	3,95	2,85	7,11	5,11	2,00	87,24	3,42	83,82	14/1			
Base seca 60-65°C	4,16	3,00	7,49	5,38	2,11	91,93	3,60	88,32	14/1			
110°C	4,19	3,02	7,54	5,42	2,12	92,46	3,62	88,84	14/1			

A vermiculita foi adicionada à mistura por favorecer a retenção de água e de cátions (FERMINO, 2003), já que a utilização de 50% de areia fina acarretaria significativa lixiviação de nutrientes para a base dos recipientes, nos tratamentos de maiores lâminas de irrigação.

3.4 Experimentos

Três experimentos, denominados I, II e III (Anexo C), foram conduzidos nos períodos de setembro 2010/março 2011, outubro 2010/abril 2011 e dezembro 2010/junho 2011, com as espécies jatobazeiro (*H. courbaril* L.), pitangueira (*E. uniflora* L.) e baruzeiro (*D. alata* Vog.), respectivamente. Cada experimento ocupou uma fileira de bancadas na casa de vegetação.

3.4.1 EXPERIMENTO I: Jatobazeiro

3.4.1.1 Sementes, semeadura e plantio

Frutos maduros de *H. courbaril* L. foram colhidos em agosto de 2010, de quatro árvores matrizes em bom estado fitossanitário, numa área de cerradão, no município de Orizona, Goiás. Após removida a casca dos frutos, as sementes foram lavadas em água corrente, sobre peneira, para remoção da polpa farinácea, e secas à sombra por 24 horas.

As sementes foram selecionadas, eliminando aquelas de forma achatada e de massa inferior a 3,0 g. Obteve-se um lote de 400 sementes, de massa 2325 g. Devido à dormência das sementes (impermeabilidade do tegumento), realizou-se a escarificação com lixa metálica, conforme Azerêdo et al. (2003). O procedimento consistiu em atritar a lixa numa das laterais

das sementes, evitando atingir o embrião e a região da micrópila. Em seguida, foram embebidas em água à temperatura ambiente, por 24 horas (AZERÊDO et al., 2003). E, finalmente, tratadas com o fungicida carbendazim (150 g L^{-1}) + tiram (350 g L^{-1}), na dose de 6,0 mL do produto comercial por kg de sementes.

A semeadura foi realizada em 04 de setembro de 2010, em copos plásticos de 300 mL, perfurados no fundo e preenchidos com a mistura de 50% substrato comercial Baseplant[®] e 50% areia fina (Tabelas 1 e 2). Foi colocada uma semente por copo plástico, a 1,0 cm de profundidade. As sementes foram cobertas com substrato comercial.

A germinação levou, em média, 10 dias e, a abertura do primeiro par de folhas, cerca de 22 dias. Durante esta fase foram feitas duas regas ao dia (de manhã e à tarde), utilizando uma mangueira com esguicho. Aos 30 dias após a semeadura, apenas plântulas uniformes, com o primeiro par de folhas completamente abertas, foram plantadas nos recipientes.

3.4.1.2 Recipientes

Os recipientes utilizados apresentavam maior volume do que o normalmente utilizado para a produção de mudas de espécies florestais, visando não limitar o crescimento do sistema radicular, pelo fato deste trabalho avaliar o desenvolvimento das mudas por 200 dias.

Efetuuou-se uma busca no mercado, de recipientes que apresentassem volumes relativamente próximos, e alturas e diâmetros diferentes. Dentre os modelos encontrados (ANEXO A), foram escolhidos dois recipientes: R1 (vaso de 3,1 L) e R2 (citrovaso reto de 4,0 L), recipiente este fabricado especialmente para a produção de mudas de citros (Figura 3).

Figura 3 - Vaso (R1) e citrovaso reto (R2), utilizados no Experimento I

Os volumes informados pelo fabricante foram aferidos, enchendo os recipientes com volume de água conhecido, após vedação dos orifícios na base, com fita isolante. As dimensões do vaso eram 19,0 cm de diâmetro superior, 15,0 cm de diâmetro no fundo, e 15,0 cm de altura, e do citrovaso, 14,0 cm de diâmetro superior, 10,2 cm de diâmetro na base e 35,5 cm de altura.

Ambos os recipientes foram fabricados com oito furos circulares na base, para drenagem de água gravitacional e aeração de substrato. O citrovaso possuía ainda, aberturas adicionais no fundo, além de oito estrias longitudinais equidistantes em sua parede interna.

3.4.1.3 Tratos culturais

Os tratos culturais consistiram na eliminação de plantas daninhas, que eventualmente surgiam no substrato, e três adubações de crescimento, realizadas na forma convencional. Aplicou-se o equivalente a 1,0 g muda⁻¹ de sulfato de amônio (21% de N e 22% de SO₄⁻²), aos 45 dias após a semeadura (DAS); 1,0 g muda⁻¹ do fertilizante 20-11-15, aos 75 DAS; e novamente 1,0 g muda⁻¹ de sulfato de amônio aos 140 DAS.

O cálcio e parte do enxofre e do cobre foram fornecidos via adubação foliar, através de pulverizações de calda bordalesa, sendo uma medida preventiva de eventuais pragas e doenças da parte aérea. As pulverizações foram realizadas aos 30 e 120 DAS. A calda foi preparada na proporção de 1,0 L de água, 4,0 g de cal virgem e 4,0 g de sulfato de cobre.

3.4.2 EXPERIMENTO II: Pitangueira

3.4.2.1 Sementes, semeadura e plantio

Sementes de *E. uniflora* L. foram obtidas a partir de frutos maduros de quatro plantas situadas no Pavilhão de Agricultura da ESALQ/USP, Piracicaba (SP). Após a colheita, os frutos foram despulpados sobre peneira, em água corrente, para remoção da mucilagem. As sementes foram “secas” à sombra durante 2 horas, sobre papel jornal e, armazenadas sob refrigeração por 48 horas. Sementes pequenas e/ou defeituosas foram eliminadas, obtendo-se um lote com massa média de 55,4 g por 100 sementes.

A semeadura foi realizada em 10 de outubro de 2010, em bandejas de poliestireno expandido, de 128 células, contendo a mistura de areia fina e substrato comercial, na proporção 1:1, com base em volume. A emergência das plântulas de pitangueira levou, em

média, 27 dias após a semeadura (DAS). O plantio nos recipientes foi efetuado aos 35 DAS, utilizando plântulas de desenvolvimento uniforme, com dois pares de folhas.

3.4.2.2 Recipientes

Foram utilizados vasos rígidos de 2,3 L e sacos plásticos de 2,0 L (Figura 4). Os volumes foram aferidos, enchendo os recipientes com volume de água conhecido, após vedação dos orifícios da base com fita isolante. Os vasos, moldados em polipropileno, possuíam 17,5 cm de diâmetro na borda superior, 12,0 cm de diâmetro na base e 15,0 cm de altura. Os sacos plásticos apresentavam 15,7 cm de largura e 30,0 cm de altura, eram constituídos de polietileno de 0,2 mm de espessura, o que possibilitou alta durabilidade ao serem expostos à luz solar, evitando que os mesmos rasgassem.

Figura 4 - Vaso (R3) e saco plástico (R4), utilizados nos Experimentos II e III

Ambos os recipientes apresentavam aberturas circulares em sua base, sendo 8 furos de 1,0 cm de diâmetro, no vaso, e 30 perfurações de 0,5 cm de diâmetro, no saco plástico.

3.4.2.3 Tratos culturais

Três adubações de crescimento foram realizadas aos 60, 120 e 150 dias após a semeadura da pitangueira. Foram aplicados, respectivamente, nessas idades, 1,0 g muda⁻¹ de sulfato de amônio (21% de N e 22% de SO₄⁻²), 1,0 g muda⁻¹ do fertilizante 20-11-15 e novamente 1,0 g muda⁻¹ de sulfato de amônio.

Pulverizações com calda bordalesa foram realizadas aos 30 (fase de bandeja) e 120 dias após a semeadura, já que neste último período foi observada a presença de cochonilha em algumas mudas. A calda foi preparada na dosagem de 4,0 g de cal virgem e 4,0 g de sulfato de cobre por litro de água.

Plantas daninhas que emergiam no substrato foram manualmente eliminadas. Também foram eliminadas as brotações (brotos ladrões) emitidas no caule, próximo ao colo das mudas, observadas principalmente após 120 dias de idade.

3.4.3 EXPERIMENTO III: Baruzeiro

3.4.3.1 Sementes e semeadura

As sementes de *D. alata* Vog. foram adquiridas no mercado, através da Nutry Brasil, situada em Uberlândia, Minas Gerais. As sementes (amêndoas) foram classificadas, descartando aquelas de menor tamanho, com manchas escuras e/ou quebradas. Ao final desse processo, obteve-se um lote com massa média de 125 g por 100 sementes.

As sementes foram imersas numa solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante dois minutos, visando eliminar eventuais agentes patogênicos e, em seguida, lavadas em água corrente, conforme metodologia de Santos et al. (1997).

A semeadura foi realizada em 1 de dezembro de 2010, diretamente nos recipientes, colocando duas sementes em cada um, à profundidade de 2,0 cm. A emergência foi observada de 15 a 20 dias após a semeadura. Aos 35 dias, efetuou-se o desbaste da plântula de menor vigor, deixando uma muda por recipiente.

3.4.3.2 Recipientes

Foram utilizados vasos de 2,3 L e sacos plásticos de 2,0 L, recipientes esses iguais aos utilizados no Experimento II.

3.4.3.3 Tratos culturais

Como não há, na literatura, recomendações de adubação específicas para o baruzeiro, as fertilizações foram baseadas no trabalho de Pacheco (2008). Este autor verificou que a maior exigência nutricional de mudas de baru, até oito meses de idade, é por nitrogênio, e obteve maior altura das mesmas ao fornecer 200 mg mês⁻¹ de N por muda.

As adubações foram realizadas aos 45, 75 e 150 dias após a semeadura. Nessas respectivas idades, foram aplicados 1,0 g muda⁻¹ de sulfato de amônio (21% de N e 22% de S), 1,0 g muda⁻¹ do fertilizante 20-11-15 e 1,0 g muda⁻¹ de sulfato de amônio.

Pulverizações com calda bordalesa foram realizadas aos 30 e 120 dias após a semeadura, como medida preventiva de pragas e doenças foliares. A calda foi preparada na proporção de 4,0 g de cal virgem, 4,0 g de sulfato de cobre e 1,0 L de água.

3.5 Delineamento experimental e tratamentos

Os três experimentos foram realizados no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em parcelas subdivididas, no esquema 2 x 5. Nas parcelas, utilizaram-se dois tamanhos de recipientes, e nas subparcelas, cinco lâminas de irrigação (20%, 40%, 60%, 80% e 100% da evapotranspiração potencial das mudas). Cada subparcela foi constituída por oito mudas, totalizando 240 por experimento (Tabela 3).

Tabela 3 - Descrição geral dos Experimentos

Experimento	Espécie	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)	Quantidade			
				Tratamentos	Repetições	Subparcelas	Mudas
I	Jatobazeiro (<i>H. courbaril</i> L.)	Vaso (3,1 L)	20	10	3	30	240
			40				
		Citrovaso (4,0 L)	60				
			80				
			100				
II	Pitangueira (<i>E. uniflora</i> L.)	Vaso (2,3 L)	20	10	3	30	240
			40				
		Saco plástico (2,0 L)	60				
			80				
			100				
III	Baruzeiro (<i>D. alata</i> Vog.)	Vaso (2,3 L)	20	10	3	30	240
			40				
		Saco plástico (2,0 L)	60				
			80				
			100				
Total:						90	720

Os recipientes foram distribuídos em quatro linhas por bancada e, espaçados em 22,5 cm entre si, conforme o esquema (Figura 5).

A aplicação das lâminas de irrigação teve início aos 35 dias após a semeadura (DAS), no Experimento I, e aos 40 DAS nos Experimentos II e III.

LEGENDA

- MB - Conjunto motobomba
 F - Filtro de discos (120 mesh)
 Rm - Registro e manômetro
 — Linhas laterais
 — Linha de derivação
 ● Mudas
 ● Válvula final de linha

TRATAMENTOS

Parcelas: recipientes

Experimento I

- R1** - Vaso (3,1 L)
R2 - Citrovaso reto (4,0 L)

Experimentos II e III

- R3** - Vaso (2,3 L)
R4 - Saco plástico (2,0 L)

Subparcelas: lâminas de irrigação (% ETp)

- L1** - 20%
L2 - 40%
L3 - 60%
L4 - 80%
L5 - 100%

Figura 5 - Esquema de instalação do sistema de irrigação e delineamento experimental

3.6 Determinação da umidade na “capacidade de campo em recipientes”

Inicialmente, foram obtidas as massas dos recipientes vazios (M_R) e de substrato (substrato comercial + areia fina seca ao ar + vermiculita) na umidade natural (M_{θ_n}) de mistura, necessária para o enchimento e acondicionamento homogêneo nos diferentes recipientes. Foram necessários 2994 g no vaso (R1), 4190 g no citrovaso (R2), 2252 g no vaso (R3) e 2191 g no saco plástico (R4). Essas quantidades foram colocadas em quatro unidades de cada tipo de recipiente, para determinação da umidade na “capacidade de campo” (θ_{cc}).

A base interna dos recipientes foi revestida com manta geotêxtil bidim, para em seguida, colocar o substrato. À medida que camadas de 3,0 cm de substrato eram acrescentadas, eram feitas pesagens e leves compactações, sendo o substrato colocado até o nível de 0,5 cm da borda superior dos recipientes. Ao término do enchimento, obteve-se o somatório ($M_R + M_{\theta_n}$), a M_{θ_n} e as densidades de substrato ($M_{\theta_n}/\text{Volume}$) nos recipientes, que foram de aproximadamente $1,0 \text{ g cm}^{-3}$. Os recipientes foram colocados numa bancada, em nível, para então, realizar a saturação do substrato com água. A saturação foi realizada de baixo para cima, lentamente, por meio de ascensão capilar, através de imersão dos recipientes em uma lâmina d'água, ficando a borda superior dos mesmos a 5,0 cm acima do nível da água.

Após a frente de molhamento atingir o nível superior do substrato nos recipientes, manteve-os na lâmina d'água por mais 24 horas, até atingir a saturação completa. Em seguida, a superfície dos mesmos foi vedada com filme plástico (Figura 6), impedindo perdas de águas por evaporação, procedimento esse também utilizado por Casaroli e Jong van Lier (2008), em determinação da umidade na “capacidade de campo em vasos”.

Figura 6 - Vista parcial dos recipientes utilizados nos Experimentos I (A), II e III (B), com a superfície vedada, em determinação da θ_{cc}

Os recipientes foram novamente pesados às 24, 48 e 72 horas após a vedação, quando se verificou que não havia mais drenagem na base. Quatro amostras indeformadas de substrato (uma de cada tipo de recipiente) foram coletadas em cilindros de 150 cm³, a partir de recipientes extras, e secas em estufa a 60-65 °C, para a determinação da massa específica do substrato (Tabela 4), através da eq. (2).

Tabela 4 - Valores de massa de substrato em determinação da massa específica (ρ , g cm⁻³) do substrato

Amostra	Mc (g)	Substrato na θ_{cc}		Substrato seco em estufa 60-65°C		ρ
		$M_{\theta_{cc}} + Mc$ (g)	$M_{\theta_{cc}}$ (g)	$M_s + Mc$ (g)	M_s (g)	
1	22,1	215,0	192,9	159,5	137,4	0,916
2	20,7	215,0	194,3	157,5	136,8	0,912
3	20,9	215,0	194,1	158,3	137,4	0,916
4	22,1	215,0	192,9	160,9	138,8	0,925
Média:	21,4	215,0	193,6	159,1	137,6	0,917

Mc - Massa do cilindro vazio; $M_{\theta_{cc}}$ - Massa de substrato na unidade de “capacidade de campo em recipiente”; M_s - Massa de substrato seco

$$\rho = \frac{M_s}{V} \quad (2)$$

em que: ρ é a massa específica do substrato (g cm⁻³); M_s é a massa de substrato seco (g); e V , o volume (cm³).

Determinada a ρ , obteve-se a M_s nos recipientes por meio da eq. (2). Através da diferença de massas, obteve-se a massa de água ($M_a = M_{\theta_{cc}} - M_s$) retida no substrato na θ_{cc} , e através da eq. (3), descrita por Libardi (2005), obteve-se a θ_{cc} (Tabela 5).

$$\theta_{cc} = \frac{\rho}{\rho_a} \cdot U_{cc} \quad \therefore \theta_{cc} = \frac{\rho}{\rho_a} \cdot \frac{M_a}{M_s} \quad (3)$$

em que: θ_{cc} é a umidade na “capacidade de campo em recipientes”, com base em volume (cm³ cm⁻³); ρ_a é a massa específica da água (1,0 g cm⁻³); U_{cc} é a umidade na “capacidade de campo”, com base em massa (g g⁻¹); e, M_a e M_s são as massas de água e de substrato seco nos recipientes, respectivamente (g).

Tabela 5 - Dados provenientes da determinação da umidade na “capacidade de campo em recipientes”

Recipiente	Volume (L)	Rep.	MR	MR + M _{0n}	M _{0n}	MR + M _{0cc}	M _{0cc}	M _s	M _a	θ _{cc} (cm ³ cm ⁻³)
			----- (g) -----							
Citrovaso	4,0	1	210	4400	4190	5427	5217	3669	1548	0,39
		2		4400	4190	5433	5223	3669	1554	0,39
		3		4400	4190	5431	5221	3669	1552	0,39
		4		4400	4190	5430	5220	3669	1551	0,39
Média:				4400	4190	5430	5220	3669	1551	0,39
Vaso	3,1	1	106	3100	2994	4109	4003	2844	1159	0,37
		2		3100	2994	4077	3971	2844	1127	0,36
		3		3100	2994	4113	4007	2844	1163	0,38
		4		3100	2994	4100	3994	2844	1150	0,37
Média:				3100	2994	4100	3994	2844	1150	0,37
Saco plástico	2,0	1	9,0*	2200	2191	2582	2573	1835	738	0,37
		2		2200	2191	2605	2596	1835	761	0,38
		3		2200	2191	2613	2604	1835	769	0,38
		4		2200	2191	2600	2591	1835	756	0,38
Média:				2200	2191	2600	2591	1835	756	0,38
Vaso	2,3	1	98	2350	2252	3051	2953	2110	843	0,37
		2		2350	2252	3052	2954	2110	844	0,37
		3		2350	2252	3049	2951	2110	841	0,37
		4		2350	2252	3051	2953	2110	843	0,37
Média:				2350	2252	3051	2953	2110	843	0,37

Rep. - Repetição; MR - Massa de recipiente vazio + bidim; M_{0n} - Massa de substrato na umidade natural (areia fina seca ao ar + substrato comercial + vermiculita), utilizado no enchimento; M_{0cc} - Massa de substrato na umidade de “capacidade de campo em recipiente”; M_s - Massa de substrato seco; M_a - Massa de água; * Massa de 10 sacos plásticos com bidim = 90 g

3.7 Irrigação

3.7.1 Instalação do sistema

Nas adjacências da casa de vegetação, instalou-se uma caixa d’água de 500 L, com bóia, para mantê-la sempre cheia. O bombeamento foi realizado por um conjunto motobomba de 0,5 hp (*horse power*), 3450 RPM (rotações por minuto), monoestágio.

Na sucção e na saída da motobomba (Figura 7A), foram utilizados tubos de PVC de 25 mm de diâmetro, sendo instalados todos os acessórios necessários: tubo de refluxo ligando a adutora à caixa d’água, munido de registro, para possibilitar controle da pressão no sistema; registro para impedir refluxo e esvaziamento da adutora quando o sistema é desligado; e filtro de discos, 120 mesh, para filtragem da água de irrigação.

No alinhamento perpendicular às linhas de bancadas, instalou-se uma linha de derivação (Figura 7B) de 25 mm de diâmetro, a qual abastecia seis linhas laterais de 19 mm de diâmetro e 13,5 m de comprimento, fabricadas em polietileno de baixa densidade (PEBD). Cada lateral foi dimensionada para irrigar duas fileiras de 60 mudas cada.

Figura 7 - Conjunto motobomba (A) e detalhes da conexão das linhas laterais na linha de derivação (B)

No início das laterais, conectaram-se registros de esfera, tomadas de medição de pressão e manômetro metálico de Bourdon, com glicerina, de escala 0-60 mca, para controle da pressão de serviço. No final das mesmas, foram colocadas válvulas de saída de ar (Figura 8A). Os gotejadores utilizados foram do tipo botão, de fluxo autocompensante (Figura 8B), de vazões de 2,0 e 4,0 L h⁻¹ e faixa de pressão de serviço de 5 a 40 mca.

Figura 8 - Válvula final de linha (A) e gotejadores (B) utilizados no sistema de irrigação

Os gotejadores marrons (GM) e pretos (GP) foram acoplados em furos efetuados na linha lateral e, regularmente espaçados ao longo dela, em múltiplos de 11,25 e 22,5 cm. Em seus bocais, conectaram-se adaptadores de 2 e 4 saídas, em diferentes combinações (Figuras 9A a 9E), para a obtenção de vazões de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5 L h⁻¹, correspondentes às lâminas de irrigação aplicadas nos experimentos.

Figura 9 - Combinações de gotejadores GM e GP com adaptadores para satisfazer as lâminas de irrigação de 20% (A), 40% (B), 60% (C), 80% (D) e 100% (E) da ETp. Da esquerda para a direita, anel de borracha para vedação de furos na linha, adaptadores de 2 e 4 saídas, microtubo e estaca gotejadora com labirinto (F)

3.7.2 Uniformidade de irrigação

Em antecedência à aplicação das lâminas de irrigação, foram realizados três ensaios de uniformidade, avaliando-se todos os emissores. Em cada experimento foram distribuídos 240 coletores de vazão (copos plásticos de 500 mL). Os ensaios tiveram duração de 12 minutos, sendo aplicada a pressão de 150 kPa no início das linhas laterais.

Ao final dos ensaios, quantificou-se a massa de água nos coletores, em balança de precisão. Considerando a massa específica da água igual a $1,0 \text{ g cm}^{-3}$, obteve-se os volumes, os quais foram divididos pelos respectivos valores das lâminas de irrigação, em decimal (0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0), satisfazendo assim, uma condição de igualdade para cálculo da uniformidade de vazão nos diferentes arranjos de gotejadores com adaptadores.

A uniformidade de irrigação foi expressa pelo CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen), obtido através da eq. (4) (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

$$\text{CUC} = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_m|}{n \cdot q_m} \right] \quad (4)$$

em que: q_i é a vazão em cada coletor, do primeiro ao i -ésimo ($L h^{-1}$); q_m é a vazão média nos coletores ($L h^{-1}$); e n é o número de coletores.

Os valores de CUC nos experimentos I, II e III, referentes ao jatobazeiro, pitangueira e baruzeiro, foram de 90,8%, 90,5% e 91,2%, respectivamente.

3.7.3 Manejo da irrigação

As irrigações foram realizadas diariamente, no horário da tarde, das 16:30 às 18:30 horas.

As lâminas de irrigação foram proporcionais à evapotranspiração potencial (ETp) diária das espécies nos diferentes recipientes. A ETp foi determinada em função da média da diferença de massa ($M_{\theta_{cc}} - M_{\theta_a}$) de três mudas de cada espécie e recipiente (Figura 10), entre duas irrigações consecutivas, conforme a eq. (5):

Figura 10 - Mudas nos recipientes de pesagem, utilizados na determinação da ETp diária das três espécies

$$ETp = \frac{40 \cdot (M_{\theta_{cc}} - M_{\theta_a})}{\rho_a \cdot \pi \cdot D^2} \quad (5)$$

em que: ETp é a evapotranspiração potencial (mm); $M_{\theta_{cc}}$ é a massa do recipiente + muda + substrato na umidade de “capacidade de campo” (g); M_{θ_a} é a massa média, de três repetições, do recipiente + muda + substrato na umidade atual (g); ρ_a é a massa específica da água (considerou-se $1,0 \text{ g cm}^{-3}$); e D é o diâmetro da borda do recipiente (cm), na altura do substrato.

As medidas de massa ($M_{\theta_{cc}}$ e M_{θ_a}) foram realizadas por meio de balança com capacidade de 10.000 g e precisão de 1,0 g, permanentemente na casa de vegetação. Após a pesagem das mudas, era reposta a massa de água perdida diariamente por evapotranspiração, com auxílio de uma proveta e balança de precisão, retornando o substrato à θ_{cc} .

Os tempos de irrigação (Ti) foram calculados em função da ETp, da vazão dos gotejadores e da área dos recipientes, ao nível do substrato, conforme a eq. (6):

$$Ti = \frac{360 \cdot (ETp \cdot A_{\text{recipiente}})}{1000 \cdot q} \quad (6)$$

em que: Ti é o tempo de irrigação (s); ETp é a evapotranspiração potencial (mm); $A_{\text{recipiente}}$ é a área do recipiente (cm^2); e q é a vazão recebida pelo recipiente (L h^{-1}).

Como o tempo de irrigação diferia entre recipientes, em função da sua área e massa de água evapotranspirada, para maior praticidade do manejo, foram utilizadas em campo tabelas de manejo, as quais forneciam diretamente o Ti, em função da diferença ($M_{\theta_{cc}} - M_{\theta_a}$). O tempo de irrigação (Ti) foi acrescentado em 10%, conforme Conceição (2005), para compensar a desuniformidade de irrigação e a menor vazão observada nos gotejadores, em relação à vazão informada em catálogo pelo fabricante.

3.8 Monitoramento de dados climáticos

A temperatura e a umidade relativa do ar (UR) no ambiente protegido foram registradas em datalogger (Figura 11A), instalado a 2,0 m de altura, no centro da casa de vegetação. O equipamento, com memória para 16000 registros, foi programado através de seu software (Figura 11B), para fazer leituras a cada 10 minutos. Os dados eram transferidos via cabo USB (*Universal Serial Bus*) para um computador, a cada 45 dias.

Figura 11 - Datalogger ITLOG 75 (A) e janela do software (B) do equipamento

A evaporação, no interior da casa de vegetação, foi medida numa superfície livre de água em tanque Classe A (Figura 12A), por meio de parafuso micrométrico (Figura 12B) colocado no interior de poço tranquilizador. Utilizou-se um tanque em aço inoxidável, de tamanho padrão (25 cm de altura e 120 cm de diâmetro). O tanque foi colocado em nível, sobre um estrado de madeira, ficando a sua base a 20 cm acima do nível do solo. Manteve-se ao redor do tanque, 1,0 m de bordadura sem vegetação.

Figura 12 - Tanque Classe A (A) e parafuso micrométrico (B) para medida de evaporação

O tanque era cheio de água até 5,0 cm da borda superior, e a máxima variação do nível da água em seu interior, de 2,5 cm, conforme Bernardo, Soares e Mantovani (2006). A cada variação máxima era feita a reposição da água, ou a sua troca ao observar aumento de turbidez. As leituras de evaporação foram realizadas diariamente, no mesmo horário de pesagem dos recipientes de determinação da ETp, entre 16:30 e 18:30 h.

A radiação solar global (Qg) foi registrada em outra casa de vegetação, de mesma altura e cobertura plástica, cultivada com cana de açúcar, situada a cerca de 80 m da casa de vegetação utilizada nesta pesquisa. Os dados de temperatura média diária de ambos os ambientes protegidos apresentaram coeficiente de correlação de 0,9803 (Figura 13).

Figura 13 - Correlação dos valores diários de temperatura média do ar na casa de vegetação da pesquisa (CVP, °C) e na casa de vegetação cultivada com cana de açúcar (CVC, °C), no período de 01/09/2010 a 30/06/2011

3.9 Características avaliadas

As características avaliadas foram as seguintes: (i) altura de muda (AM), em cm, medida com régua, do colo ao ponto de inserção da folha mais nova (jatobazeiro e pitangueira)/folíolo mais novo (baruzeiro), completamente abertos; (ii) diâmetro de caule (DC), em mm, mensurado com paquímetro digital, de precisão centesimal (0,01 mm), a 0,5 cm acima do nível do substrato; (iii) número de folhas (NF) nas mudas de jatobazeiro e de pitangueira, e de folíolos (NFO) nas mudas de baruzeiro; (iv) área foliar (AF), cm² muda⁻¹; (v) comprimento do sistema radicular (CR), em cm, medido com régua fixa sobre uma mesa; (vi) massa de matéria seca de raízes (MSR), g muda⁻¹; (vii) massa de matéria seca de caule (MSC), g muda⁻¹; (viii) massa de matéria seca de folhas (MSF), g muda⁻¹; (ix) massa de matéria seca de muda (MSM), g muda⁻¹; (x) relação das massas de raízes/parte aérea

(MSR/MSPA); (xi) qualidade das mudas, através do índice de qualidade de Dickson (IQD); e (xii) coeficiente de cultivo (Kc).

Os parâmetros AM, DC, NF e NFO, os quais independem de método destrutivo, foram avaliados aos 80, 120, 160 e 200 dias após a semeadura (DAS). Nas duas primeiras avaliações, utilizaram-se todas as oito mudas da subparcela, aos 160 DAS, cinco mudas, e aos 200 DAS, três mudas.

A área foliar foi determinada pelo método da massa de retângulos foliares, conforme Mielke et al. (1995) e Gondim et al. (2009), autores estes que utilizaram esta metodologia para estimar a área foliar de fruteiras silvestres e do algodoeiro, respectivamente. Com o auxílio de um cartão inflexível, medido com paquímetro digital, recortou-se a maior área retangular possível, acompanhando a nervura central da folha (do jatobazeiro e da pitangueira) e do folíolo (do baruzeiro). As dimensões dos retângulos foram de 5,5 cm x 3,0 cm para o jatobazeiro (Figura 14); de 2,5 cm x 3,0 cm, para a pitangueira; e de 2,0 cm x 3,0 cm, para o baruzeiro.

Figura 14 - Amostragem de retângulos do limbo foliar de mudas de jatobazeiro

De cada espécie, foram amostrados 9 retângulos (repetições) por tratamento, de folhas com idade mediana, situadas no terço médio das mudas, e de folíolos situados no terço médio das folhas de mudas de baruzeiro.

Em seguida, os retângulos foliares, de área conhecida, foram secos em estufa a 60-65°C, durante 48 horas, e medida sua massa em balança de precisão. A área foliar foi obtida pela seguinte equação:

$$AF = A_{\text{ret}} \cdot \frac{MSF}{MS_{\text{ret}}} \quad (7)$$

em que: AF é a área foliar (cm² muda⁻¹); A_{ret} é a área do retângulo foliar (cm²), conforme a espécie vegetal; MSF é a massa de matéria seca de folhas (g muda⁻¹); e MS_{ret} é a massa média dos retângulos foliares secos, amostrados na subparcela (g).

Como as subparcelas eram constituídas por oito mudas, para minimizar possível erro resultante da variabilidade genética das espécies, os parâmetros AF, CR, MSR, MSC, MSF, MSM, MSR/MSPA e IQD foram mensurados aos 120, 160 e 200 dias após semeadura, destruindo-se ao acaso, três, duas e três mudas por subparcela, respectivamente nessas idades.

As raízes foram lavadas em água corrente, sobre peneira, evitando eventuais perdas de radículas. Raízes e parte aérea foram secas em estufa com circulação de ar forçado, a 60-65°C, até atingir massa constante e obter MSR e MSPA. Após a secagem, as folhas foram separadas do caule, para medir a MSF e MSC, em balança de precisão.

A qualidade das mudas foi determinada através da eq. (8), original de Dickson, Leaf e Hosner (1960), que considera a distribuição de fitomassa das mudas.

$$IQD = \frac{MSM}{\frac{AM}{DC} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (8)$$

em que: IQD é o índice de qualidade de Dickson (adimensional); MSM é a massa de matéria seca de muda (g); AM é a altura de muda (cm); DC é o diâmetro de caule (mm); MSPA é a massa de matéria seca da parte aérea (g); e MSR é a massa de matéria seca de raízes (g).

O coeficiente de cultivo (Kc) foi determinado em cinco fases de crescimento das espécies: da semeadura/plantio nos recipientes a 40 dias, de 40-80, 80-120, 120-160 e de 160-200 dias), em função de dois métodos: da evapotranspiração potencial de referência (ET_o, mm dia⁻¹) estimada através da equação de Penman-Monteith e da ET_o obtida através do produto da evaporação no tanque Classe A (ECA, mm dia⁻¹) pelo coeficiente do tanque (K_p), conforme as eq. (9) e (10), respectivamente:

$$Kc_{(Penman-Monteith)} = \frac{ETp}{ETo} \quad (9)$$

$$Kc_{(Tanque)} = \frac{ETp}{ECA \cdot Kp} \quad (10)$$

em que: $Kc_{(Penman-Monteith)}$ é o coeficiente de cultivo, em função da metodologia de Penman-Monteith, padronizada pela FAO; $Kc_{(Tanque)}$ é o coeficiente de cultivo em função da evaporação no tanque Classe A; ETp é a evapotranspiração potencial das mudas (mm dia^{-1}); e ETo é a evapotranspiração potencial de referência (mm dia^{-1}), calculada pelas eq. (11) a (14), descritas por Allen et al. (1998):

$$ETo = \frac{0,408 \cdot \Delta(Rn - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273,16} \cdot U_2 \cdot (es - ea)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)} \quad (11)$$

$$\Delta = \frac{4098 \cdot \left[0,6108 \cdot \exp\left(\frac{17,27 \cdot T}{T + 237,3}\right) \right]}{(T + 237,3)^2} \quad (12)$$

$$\gamma = 0,665 \cdot 10^{-3} \cdot P_{atm} \quad (13)$$

$$P_{atm} = 101,3 \cdot \left(\frac{293 - 0,0065 \cdot \text{Altitude}}{293} \right)^{5,26} \quad (14)$$

em que: Δ é a declividade da curva de pressão de vapor ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); Rn é o saldo de radiação líquida ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), obtida por meio de equações (ALLEN et al., 1998); G é o fluxo de calor no substrato ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), desprezível para intervalos de tempo longos, $\geq 1,0$ dia; γ é a constante psicrométrica ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$); T é a temperatura média diária do ar, a 2,0 m de altura ($^\circ\text{C}$); U_2 é a velocidade do vento a dois metros de altura (m s^{-1}); $es - ea$ é o *deficit* de pressão de vapor (kPa); $\exp$ é a base do logaritmo natural; e P_{atm} é a pressão atmosférica (kPa), em função da altitude em metros.

O coeficiente do tanque (Kp) foi estimado pela eq. 15, de Cuenca (1989), considerada por Sentelhas e Folegatti (2003), de maior correlação com Penman-Monteith na estimativa do Kp , em Piracicaba, SP.

$$K_p = 0,475 - 2,4 \cdot 10^{-4} U_2 + 5,16 \cdot 10^{-3} UR + 1,18 \cdot 10^{-3} B - 1,6 \cdot 10^{-5} UR^2 - 1,01 \cdot 10^{-6} B^2 - 8,0 \cdot 10^{-9} UR^2 U_2 - 1,0 \cdot 10^{-8} UR^2 B \quad (15)$$

em que: U_2 é a velocidade do vento, a dois metros de altura (km dia^{-1}); UR é a umidade relativa média (%); e B é a extensão da bordadura que circunda o tanque (m).

Considerou-se a extensão da bordadura (B) de 1,0 m, em solo sem vegetação, para estimar o K_p . A velocidade do vento, a 2,0 m de altura (U_2), foi fixada em $0,5 \text{ m s}^{-1}$, durante o período experimental, já que, em casa de vegetação, é relativamente baixa. O Boletim FAO/56 recomenda que, ao utilizar a equação da ETo , U_2 deve ser mantida a um valor mínimo de $0,5 \text{ m s}^{-1}$ (ALLEN et al., 1998).

A pressão de saturação de vapor (es), a pressão de vapor atual (ea) e o *deficit* de pressão de vapor (dPV), em kPa, foram determinados através da eq. (16), de Tetens, e as eq. (17) a (19), descritas por Allen et al. (1998):

$$e^\circ(T) = 0,6108 \cdot \exp\left(\frac{17,27T}{T+237,3}\right) \quad (16)$$

$$es = \frac{e^\circ(T_{\max}) + e^\circ(T_{\min})}{2} \quad (17)$$

$$ea = \frac{UR \cdot es}{100} \quad (18)$$

$$dPV = es - ea \quad (19)$$

em que: $e^\circ(T)$ é a pressão de saturação de vapor (kPa) à temperatura do ar ($^\circ\text{C}$); es é a média aritmética das pressões de saturação de vapor nas temperaturas máxima ($T_{\max}$) e mínima ($T_{\min}$) do ar; e UR é a umidade relativa média do ar (%).

3.10 Análise estatística

Os dados das características morfológicas das mudas foram submetidos à análise de variância (teste F de Fisher), em níveis de 1% e 5% de probabilidade, conforme descrita por

Banzatto e Kronka (2006), sendo usado o software SISVAR (Sistema de Análise de Variância). Os resumos das análises de variância são apresentados no Anexo B.

Nas características em que houve efeito de tratamentos, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, nos tratamentos primários (Recipientes), e a análise de regressão polinomial nos tratamentos secundários (Lâminas de irrigação).

Na determinação do coeficiente de cultivo (K_c), realizou-se a análise de variância do K_c obtido nas três repetições de recipientes, utilizados na pesagem e determinação da ET_p de cada espécie.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção é dividida em quatro partes. Na primeira, são apresentados os dados climáticos na casa de vegetação. Nas três subseções seguintes, os resultados de evapotranspiração potencial e desenvolvimento inicial das espécies nativas, em função das lâminas de irrigação e recipientes, e sua discussão com os dados da literatura. E, finalmente, é apresentado o coeficiente de cultivo (K_c) das espécies.

4.1 Dados climáticos

Durante o período experimental foram registradas altas temperaturas no interior da casa de vegetação. Em vários dias, houve picos de temperatura acima de 40 °C, principalmente de novembro de 2010 a fevereiro de 2011 (Figura 15). Na maior parte do período, a temperatura média diária oscilou entre 20 e 30°C, enquanto a temperatura mínima de maior frequência ficou entre 10 e 21°C. Considerando todo o período, a temperatura média foi de 24,2 °C. Em geral, nos dias ensolarados foram obtidas as maiores temperaturas médias, e no final do outono e início do inverno (mês de junho), as menores. Queda de temperatura também foi observada em dias nublados e chuvosos.

Figura 15 - Valores diários de evaporação em tanque Classe A (ECA, mm), das temperaturas (T , °C) mínima, média e máxima, e da radiação solar global (Q_g , $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$), registrados no período de 01/09/2010 a 30/06/2011, em casa de vegetação, em Piracicaba - SP

A temperatura e a radiação solar global influenciaram diretamente a evaporação de água em tanque Classe A (ECA). Maiores picos de ECA coincidiram com dias de maiores

temperatura e luminosidade. A ECA média durante o período foi de $2,70 \text{ mm dia}^{-1}$, enquanto a radiação solar global média, de $10,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

Apesar dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro coincidirem com o verão, e terem apresentado maiores temperaturas médias, de $27,2$, $27,6$ e $27,6^\circ\text{C}$, respectivamente, suas médias de radiação solar global ($12,4$, $12,8$ e $12,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) foram menores do que em novembro ($13,7 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$), devido à maior nebulosidade naqueles meses.

Considerando todo o período experimental, as menores temperaturas no interior da casa de vegetação foram registradas nas primeiras seis horas do dia (Figura 16A), sendo o valor mínimo de $16,9^\circ\text{C}$, às 05:30 horas da manhã. Após esse horário, devido ao aumento da radiação solar global, verifica-se uma rápida elevação da temperatura, atingindo valor máximo de $34,7^\circ\text{C}$, às 12:30 horas, quando a partir de então, a temperatura decresce. Com a umidade relativa do ar (UR), ocorreu o inverso. A UR foi menor durante o período diurno, o que também foi verificado por Prados (1986), Buriol et al. (2000) e Valandro et al. (2007). Como as irrigações eram realizadas à tarde, a UR se elevou durante a noite e, consequentemente, houve diminuição da demanda evaporativa do ar (*deficit* de pressão de vapor) no período noturno (Figura 16B).

Figura 16 - Valores médios horários de: temperatura (T) e umidade relativa (UR) do ar (A); e pressão de vapor (B), no período de 01/09/2010 a 30/06/2011, em casa de vegetação, em Piracicaba - SP

O *deficit* de pressão de vapor (dPV) foi maior nos horários mais quentes do dia, devido à elevação da pressão de vapor de saturação (es) e à menor UR. Isso acontece pelo fato do ar em temperaturas mais altas apresentar maior capacidade de retenção de vapor d'água.

Considerando os valores mensais de radiação solar global acumulada (Qga), verifica-se pela Figura 17, uma estreita relação deste parâmetro com a evaporação acumulada (ECAa). Apesar de possuir um dia a menos que outubro, dezembro e janeiro, novembro foi o mês que apresentou a maior Qga ($412,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$), e junho, a menor ($198,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$) e, consequentemente, maior e menor ECAa nesses meses, respectivamente, de $109,7$ e $49,8 \text{ mm}$.

Figura 17 - Valores médios mensais de evaporação no tanque Classe A (ECA, mm dia⁻¹), temperatura do ar (T, °C), umidade relativa do ar (UR, %), radiação solar global (Qg, MJ m⁻² dia⁻¹), e valores acumulados de evaporação no tanque Classe A (ECAa, mm mês⁻¹) e radiação solar global (Qga, MJ m⁻² mês⁻¹), no período de 01/09/2010 a 30/06/2011, em casa de vegetação, em Piracicaba - SP

Novembro também apresentou maior ECA diária, evaporação esta influenciada tanto pela temperatura, maior que a temperatura média de setembro e outubro, como pela UR, menor que a dos meses subsequentes. Segundo Dalmago et al. (2006), a UR é um dos fatores que mais influenciam na evaporação, sendo a passagem da fase líquida para a gasosa, mais lenta numa atmosfera já saturada com vapor de água. E, devido em parte, ao grande volume de chuvas em janeiro, fevereiro e março, na área externa à casa de vegetação, foram registradas nesses meses altos valores de UR em seu interior.

4.2 EXPERIMENTO I: Jatobazeiro

4.2.1 Evapotranspiração potencial

A evapotranspiração potencial (ETp) do jatobazeiro foi maior nas mudas em citrovaso, em relação ao vaso, durante todo o período experimental. A ETp foi superior tanto em termos de lâmina diária (mm dia⁻¹), como em termos de massa diária (g dia⁻¹) de água (Figura 18), apesar do citrovaso apresentar menor área evaporativa (153,9 cm²) do que o vaso (283,5 cm²).

Figura 18 - Valores médios diários de temperatura (T) e de evapotranspiração potencial (ETp) do jatobazeiro, em função dos recipientes, no período de 35 a 200 dias após a semeadura (DAS), em casa de vegetação, em Piracicaba - SP

A maior ETp com base em massa, no citrovaso, se deve sobretudo ao maior volume nesse recipiente (4,0 L), em relação ao vaso (3,1 L), já que a maior massa de substrato no primeiro, aquecida pela energia da radiação solar global, apresentou diariamente maiores diferenças de pesagem e, conseqüentemente, maior ETp.

Maiores diferenças entre a ETp das mudas produzidas em citrovaso e em vaso, foram observadas principalmente nos dias de maior temperatura e radiação solar. É provável que essas diferenças sejam também devido à maior quantidade de raízes e absorção no citrovaso, não desconsiderando a possibilidade de maior aquecimento do substrato nesse recipiente, já que a área de contato do substrato com suas paredes (1349 cm²) era superior à do vaso (801 cm²). Conforme Oliveira et al. (2003), para cada grau Celsius de aumento na temperatura do solo (na faixa ótima de crescimento das plantas), a transpiração e a absorção de água se elevam em aproximadamente 10%, aumentando assim a evapotranspiração.

4.2.2 Desenvolvimento vegetativo

Os recipientes tiveram efeito significativo sobre a altura de muda (AM), aos 80, 120, 160 e 200 dias após a semeadura (DAS), e sobre o diâmetro de caule (DC), aos 160 e 200 DAS, a 5% de probabilidade, pelo teste F (Tabela 1B, Anexo B). Promoveram ainda, diferença no número de folhas (NF, bifólios) do jatobazeiro, a 5%, aos 80 DAS, e a 1% de probabilidade, aos 120, 160 e 200 DAS.

Com relação aos demais parâmetros, os recipientes influenciaram a 0,01 de significância: o comprimento do sistema radicular (CR), as massas de matéria seca de raízes (MSR), caule (MSC), folhas (MSF), de muda (MSM), a área foliar (AF) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), aos 120 dias; a MSR, MSF, MSM e IQD, aos 160 e 200 dias; e a relação massa seca de raízes/parte aérea (MSR/MSPA), aos 160 dias. A 0,05 de significância, tiveram efeito sobre: a MSR/MSPA, aos 120 dias; o CR, aos 160 dias; e sobre a MSC e AF, aos 160 e 200 dias (Tabelas 2B e 3B, Anexo B).

As lâminas de irrigação influenciaram todas as características vegetativas do jatobazeiro, independentemente da idade das mudas. Todos os parâmetros foram significativos a 1%, com exceção da relação MSR/MSPA aos 120 DAS, significativa a 5%.

Houve interação significativa de recipientes x lâminas sobre todos os parâmetros avaliados, com exceção da MSC, aos 200 dias, e da MSF e AF, aos 160 e 200 dias. A interação foi significativa a 5% de probabilidade, sobre: o DC, aos 80 dias; a MSC e MSF, aos 120 dias; a MSC, aos 160 dias; e a MSM, aos 200 dias. E significativa a 1%, sobre: AM e NF, nas quatro idades das mudas; DC, CR, MSR, MSR/MSPA e IQD, nas três últimas avaliações; MSM, aos 120 e 160 dias; e AF, aos 120 dias.

4.2.2.1 Altura de muda

À medida que se aumentou a lâmina de irrigação, o jatobazeiro cresceu em altura até um valor máximo, a partir do qual o acréscimo de mais água foi desfavorável a esse parâmetro. Observaram-se máximas alturas de muda (AM) de 31,6 e 52,6 cm, nas mudas produzidas no vaso, aos 80 e 120 dias após a semeadura (DAS), respectivamente, com a lâmina de 100% da ETp. Derivando as equações, verifica-se que aos 160 e 200 DAS, alturas máximas nesse recipiente foram estimadas em 68,5 e 78,3 cm, com reposições de 88,1% e 84,3% da ETp (Figura 19A).

Com relação ao citrovaso (Figura 19B), também se verificou efeito quadrático das lâminas de irrigação sobre a AM. O maior incremento na AM, de 24,1 cm, se deu entre 80 dias e quatro meses após a semeadura, nas mudas irrigadas a 80% da ETp. As lâminas ótimas para a AM, nesse recipiente, foram de 79,3; 81,4; 86,8; e 100% da ETp, as quais resultaram mudas com 33,6; 57,0; 71,1; e 82,2 cm de altura, nos respectivos períodos de 80, 120, 160 e 200 DAS. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Nascimento et al. (2011), uma vez que estes autores obtiveram mudas com 62,6 cm de altura aos 155 dias de idade, com a lâmina de irrigação equivalente a 100% da “capacidade de pote” (CP). Também, verificaram

que mudas submetidas a 25% da CP tiveram redução da altura em 42,17%, em relação à testemunha, valor este próximo ao obtido aos 160 DAS neste trabalho, com a lâmina de 20% da ETp no citrovaso, a qual reduziu a altura em 47,8%.

Figura 19 - Altura de mudas (AM, cm) de jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

O citrovaso proporcionou maior AM em relação ao vaso, sobretudo nas lâminas de 40% e de 20% da ETp, nas três últimas avaliações (Tabela 6). Por outro lado, não houve diferença estatística da altura, quando os recipientes eram mantidos sem restrição hídrica (100% da ETp).

Tabela 6 - Altura de muda (cm) de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Citrovaso	17,59 a	27,18 a	31,46 a	33,80 a	31,79 a	28,36	2,46
	Vaso	15,58 a	19,54 b	26,53 b	30,51 b	31,59 a	24,75	
	Média:	16,58	23,36	29,00	32,15	31,69	26,56	
120 dias	Citrovaso	26,26 a	45,10 a	54,48 a	54,26 a	55,86 a	47,19	4,76
	Vaso	17,60 b	29,20 b	43,47 b	51,37 a	52,64 a	38,86	
	Média:	21,93	37,15	48,98	52,82	54,25	43,02	
160 dias	Citrovaso	36,07 a	59,49 a	63,63 a	68,91 a	71,04 a	59,83	6,24
	Vaso	18,84 b	41,06 b	61,68 a	67,51 a	66,56 a	51,13	
	Média:	27,45	50,28	62,66	68,21	68,80	55,48	
200 dias	Citrovaso	44,57 a	67,03 a	68,80 a	79,30 a	83,19 a	68,58	9,84
	Vaso	22,74 b	50,42 b	72,61 a	76,35 a	75,47 a	59,52	
	Média:	33,66	58,72	70,71	77,82	79,33	64,05	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Na irrigação com *deficit* (lâminas de 20%, 40%, 60% e 80% da ETp), a melhor resposta obtida no citrovaso se deve provavelmente à maior relação (volume de água aplicado/demanda do jatobazeiro) em relação ao vaso, já que a ETp no citrovaso foi superior durante todo o período.

4.2.2.2 Diâmetro de caule

O diâmetro de caule (DC) do jatobazeiro cultivado no vaso, respondeu linearmente às lâminas de irrigação nas três primeiras avaliações (Figura 20A). Nesse recipiente, independentemente da idade das mudas, a reposição de 100% da ETp proporcionou os máximos valores médios de DC lidos no paquímetro, de 4,80; 5,61; 7,48; e 8,64 mm, aos 80, 120, 160 e 200 DAS. Entre a primeira e a última avaliação, o crescimento do DC foi de 80,0% na ausência de restrição hídrica, enquanto na condição de *deficit* extremo (20% da ETp), o crescimento foi de apenas 12,3%.

Figura 20 - Diâmetro de caule (DC, mm) do jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Quanto ao citrovaso (Figura 20B), os máximos valores de DC foram de 4,50; 6,06; 8,39; e 9,69 mm, estimados com lâminas de 74,5%; 89,2%; 83,4%; e 93,7% da ETp, respectivamente, aos 80, 120, 160 e 200 DAS. O maior incremento no DC (2,23 mm) ocorreu no período entre quatro meses e 160 DAS, quando este parâmetro aumentou em 38% nas mudas que receberam nível de água igual a 60%.

Em condição de *deficit* hídrico (80%, 60%, 40% e 20% da ETp), as reduções no DC foram coerentes às obtidas por Nascimento et al. (2011). Aos 200 DAS, as reduções do DC

das mudas no citrovaso, nos respectivos *deficits* foram de 2,8%; 7,2%; 27,2% e 47,3%, em relação à ausência de *deficit*. Já, no vaso, as reduções na espessura do caule foram de 4,4%; 14,4%; 35,8% e 44,0%, nos respectivos *deficits* hídricos, em relação à testemunha (lâmina de 100% da ETp). Nascimento et al. (2011) obtiveram reduções no DC do jatobazeiro de 16,3%, 20,7% e 31,0%, para os tratamentos de 75%, 50% e 25% da “capacidade de campo em pote” (CP), respectivamente, em relação às mudas mantidas a 100% da CP. As diferenças entre os resultados deste trabalho e os de Nascimento et al. (2011), certamente se devem as diferentes lâminas de irrigação e idades de mudas nas duas pesquisas, pois esse autor avaliou o DC aos 155 DAS.

Nas três últimas avaliações do DC (Tabela 7), o citrovaso propiciou melhores resultados em relação ao vaso, nos tratamentos de 40%, 60%, 80% e 100% da ETp. Todavia, a reposição de 20% da ETp não promoveu diferença estatística desta característica entre os recipientes, provavelmente pelo fato da baixa disponibilidade hídrica no substrato limitar drasticamente a absorção de nutrientes e água e, conseqüentemente, o DC. Os valores médios de DC do jatobazeiro nos recipientes, aos 200 DAS, são condizentes ao obtido por Carvalho Filho et al. (2003), aos 180 dias após a semeadura de *H. courbaril* L., ao produzirem mudas com DC de 7,00 mm, em saco plástico de 15 x 20 cm, apesar dos diferentes ambientes onde foram conduzidos os trabalhos.

Tabela 7 - Diâmetro de caule (mm) de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Citrovaso	4,10 b	4,47 a	4,42 a	4,50 a	4,47 b	4,39	0,18
	Vaso	4,31 a	4,40 a	4,46 a	4,51 a	4,80 a	4,50	
	Média:	4,21	4,43	4,44	4,50	4,64	4,44	
120 dias	Citrovaso	4,56 a	5,09 a	5,87 a	6,12 a	5,99 a	5,53	0,27
	Vaso	4,63 a	4,69 b	4,92 b	5,35 b	5,61 b	5,04	
	Média:	4,60	4,89	5,40	5,74	5,80	5,28	
160 dias	Citrovaso	4,66 a	6,42 a	8,10 a	8,24 a	8,13 a	7,11	0,55
	Vaso	4,75 a	5,02 b	6,28 b	7,17 b	7,48 b	6,14	
	Média:	4,70	5,72	7,19	7,71	7,80	6,63	
200 dias	Citrovaso	5,08 a	7,02 a	8,95 a	9,37 a	9,64 a	8,01	0,49
	Vaso	4,84 a	5,55 b	7,40 b	8,26 b	8,64 b	6,94	
	Média:	4,96	6,29	8,17	8,82	9,14	7,48	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Aos quatro meses de idade, independentemente da lâmina de irrigação aplicada e do tipo de recipiente utilizado, o DC do jatobazeiro foi superior ao encontrado por Leles, Carneiro e Barroso (1998), de 4,3 mm, também em casa de vegetação. Em parte, o menor DC

obtido por esses autores se deve ao fato de terem avaliado esse parâmetro aos 110 DAS, valor este observado em *deficit* hídrico moderado.

4.2.2.3 Número de folhas

Maiores números de folhas (NF, bifólios) do jatobazeiro foram estimadas com lâminas na faixa de 78,9 a 100,0% da ETp, no vaso, enquanto no citrovaso as lâminas ótimas ficaram entre 79,9 e 99,0% da ETp (Figura 21). Aos 200 DAS, foram estimados 25,4 e 15,8 bifólios, no citrovaso e no vaso, respectivamente, com níveis de irrigação de 81,2% e 99,0% da ETp.

Figura 21 - Número de folhas (NF) do jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Maiores incrementos no NF se deram no período de 160 a 200 DAS, nas mudas mantidas no citrovaso, sob lâminas equivalentes a 60%, 80% e 100% da ETp. Nessa ocasião, verificou-se a emissão de folhas principalmente a partir de gemas situadas no caule das mudas, ocorrendo a ramificação da parte aérea. Por outro lado, o *deficit* mais severo (lâmina de 20%) comprometeu consideravelmente o NF e, conseqüentemente, a área foliar. As mudas produzidas no citrovaso sob esta lâmina, também apresentaram clorose nas folhas (Figura 2CL, AnexoC), sintoma característico de deficiência de nitrogênio.

Em todos os tratamentos de lâminas x recipientes, o citrovaso foi superior ao vaso, quanto à emissão de folhas, exceto nas lâminas 20% e 100% da ETp, aos 80 dias, e nas lâminas de 60% e 80%, aos 160 dias de idade, quando não houve diferença do NF, pelo teste de Tukey, entre os dois recipientes (Tabela 8).

Tabela 8 - Número de folhas (bifólios) de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Citrovaso	2,21 a	3,92 a	4,38 a	4,63 a	4,55 a	3,94	0,31
	Vaso	2,21 a	2,71 b	3,63 b	4,13 b	4,29 a	3,39	
	Média:	2,21	3,32	4,00	4,38	4,42	3,67	
120 dias	Citrovaso	4,25 a	7,75 a	8,92 a	9,33 a	9,59 a	7,97	0,50
	Vaso	2,50 b	4,84 b	6,88 b	7,63 b	8,30 b	6,03	
	Média:	3,38	6,30	7,90	8,48	8,94	7,00	
160 dias	Citrovaso	6,75 a	10,92 a	10,67 a	11,50 a	12,83 a	10,53	1,51
	Vaso	2,58 b	7,67 b	10,58 a	10,83 a	10,33 b	8,40	
	Média:	4,67	9,29	10,62	11,17	11,58	9,47	
200 dias	Citrovaso	9,00 a	14,75 a	25,50 a	25,33 a	23,50 a	19,62	2,56
	Vaso	3,92 b	10,33 b	13,25 b	13,83 b	16,33 b	11,53	
	Média:	6,46	12,54	19,38	19,58	19,92	15,58	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Apesar do menor NF, várias mudas sob lâmina de 20% apresentaram secamento das margens do limbo foliar, seguida de senescência e queda de folhas. A senescência e queda de folhas em condições de *deficit* hídrico também foram constatadas por Santos e Carlesso (1998) e Wolfe et al. (1998), pois em substrato com umidade próxima ao “ponto de murcha”, não há nitrogênio disponível em quantidade suficiente para suprir o crescimento vegetal, ocorrendo redistribuição desse nutriente de folhas de maior idade para as mais novas.

4.2.2.4 Área foliar

Maior desenvolvimento da área foliar (AF) foi presenciado no período de 120 a 200 DAS, apesar do intervalo de tempo ser 40 dias menor do que entre a semeadura e a primeira avaliação. Nos vasos sob lâmina de 60% da ETp, a AF aumentou em 3,35 vezes nos últimos 80 dias do experimento, em relação à AF nos 120 dias iniciais. O maior incremento da AF após 120 DAS, em ambos os recipientes, se deve em parte à fase de desenvolvimento fenológico do jatobazeiro, e em parte à maior evapotranspiração, em razão da radiação solar global e das temperaturas mais elevadas no período.

Até 120 DAS, as mudas provenientes do vaso apresentaram AF linear crescente, em função das lâminas de irrigação. Para cada 1% de aumento na lâmina, estima-se um incremento na AF de 7,36 cm² muda⁻¹. A AF máxima observada nesse recipiente, aos 120 DAS, foi de 705,0 cm² muda⁻¹, enquanto os jatobazeiros oriundos do citrovaso apresentaram, nesta mesma idade, AF máxima de 875,2 cm² muda⁻¹, estimada com a lâmina de 86,5% da ETp (Figura 22A).

Figura 22 - Área foliar (AF, $\text{cm}^2 \text{ muda}^{-1}$) do jatobazeiro aos 120 (A), 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

Aos 160 e 200 DAS, a AF não apresentou interação significativa de recipientes x lâminas. As melhores lâminas nessas respectivas idades, foram estimadas em 92,0% e 89,5% da ETp, as quais resultam AF máxima de 1489,2 e 2104,6 $\text{cm}^2 \text{ muda}^{-1}$ (Figura 22B).

Apesar da vermiculita adicionada ao substrato aumentar a capacidade de retenção de água, observaram-se nas mudas irrigadas a 20% da ETp, menor AF e sintomas de murchamento, principalmente no período das 11:00 às 17:00 horas, em dias ensolarados, e recuperação de sua turgescência à noite.

Comparando-se os dois recipientes, o citrovaso proporcionou AF estatisticamente superior ao vaso, aos 120 DAS, em todas as lâminas de irrigação, exceto a de 20%, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Tabela 9). Aos 160 e 200 dias de idade, foi novamente o recipiente mais favorável à AF do jatobazeiro, em todos os níveis de água aplicados.

Tabela 9 - Área foliar ($\text{cm}^2 \text{ muda}^{-1}$) do jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Citrovaso	189,0 a	585,9 a	746,1 a	859,4 a	855,8 a	647,2	78,2
	Vaso	116,6 a	259,5 b	472,6 b	554,9 b	705,0 b	421,7	
	Média:	152,8	422,7	609,4	707,1	780,4	534,5	
160 dias	Citrovaso	328,8	1101,9	1443,0	1728,8	1682,7	1257,0 A	200,5
	Vaso	130,7	499,8	1064,0	1190,4	1253,8	827,7 B	
	Média:	229,7	800,8	1253,5	1459,6	1468,2	1042,4	
200 dias	Citrovaso	443,2	1523,7	2012,7	2439,7	2358,8	1755,6 A	316,1
	Vaso	143,0	710,6	1582,8	1747,9	1735,2	1183,9 B	
	Média:	293,1	1117,1	1797,8	2093,8	2047,0	1469,8	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

Os dados de AF deste trabalho são compatíveis aos de Nascimento et al. (2011), uma vez que esse autores obtiveram AF de 758,6 cm² muda⁻¹, aos 155 dias após a germinação, no tratamento hídrico de 100% da umidade na “capacidade de pote” (CP). Verificaram ainda que a lâmina de 25% da CP reduziu a AF em 70,1%, em relação à testemunha, enquanto neste trabalho, a redução média da AF obtida em lâmina de 20% aos 200 DAS, foi de 85,7%, em relação à reposição de 100% da ETp.

A determinação da AF é fundamental em estudos que envolvam crescimento de espécies, já que a folha é o principal órgão responsável pela transpiração e trocas gasosas entre a planta o ar atmosférico.

4.2.2.5 Comprimento do sistema radicular

No vaso com capacidade de 3,1 L, o comprimento do sistema radicular (CR) respondeu linearmente em função dos níveis de irrigação, até 120 DAS, enquanto nas duas últimas avaliações, o modelo quadrático foi o de melhor ajuste. Verifica-se que maiores lâminas e, conseqüentemente, maiores bulbos de substrato úmido propiciaram maior CR (Figura 23A). A partir de 120 DAS, o sistema radicular atingiu o fundo desse recipiente, e houve intenso crescimento e enovelamento de raízes, principalmente nas lâminas de 80% (Figura 24A) e 100% da ETp. Os valores máximos de CR foram de 26,9, 46,3 e 63,3 cm, aos 120, 160 e 200 DAS, respectivamente, observados na lâmina de 100%.

Figura 23 - Comprimento do sistema radicular (CR, cm) de mudas de jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Por sua vez, no citrovaso houve efeito quadrático das lâminas sobre o CR, estimado em 40,2, 41,6 e 42,4 cm, com as lâminas de 80,3%, 81,7% e 82,4% da ET_p, respectivamente, na primeira, segunda e última avaliação (Figura 23B).

A menor ocorrência de enovelamento no citrovaso, se deve em parte às estrias longitudinais desse recipiente. Conforme Oliveira et al. (2005) e Lima et al. (2006), recipientes que possuem ranhuras verticais nas paredes, minimizam o enovelamento de raízes, pois têm a função de direcionar as raízes para o fundo do recipiente (Figura 24B). Por não haver drenagem de água nos orifícios dos recipientes, observou-se acúmulo de sais na base dos mesmos, principalmente no citrovaso, sob lâminas de 80 e de 100% (Figura 24C).

Figura 24 - Sistema radicular do jatobazeiro, aos 200 dias após semeadura, sob lâmina de 80% da ET_p, em vaso (A) e citrovaso (B); e presença de sais na base do citrovaso (C)

Observou-se ainda, a morte da extremidade de raízes secundárias e radículas, em contato com esses sais. O acúmulo de sais na extremidade do bulbo úmido, em irrigação por gotejamento, também foi observado em trabalho de Souza, Folegatti e Or (2009).

No que se refere aos recipientes, o citrovaso proporcionou CR superior ao vaso, aos 120 DAS, nos quatro maiores níveis de irrigação (Tabela 10). Essa superioridade se deve principalmente às maiores profundidades atingidas pela frente de molhamento no primeiro, já que sua área circular era menor que a do vaso, e recebia um volume diário de água maior, para atender a demanda evapotranspirométrica.

Tabela 10 - Comprimento do sistema radicular (cm) de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Citrovaso	15,97 a	31,87 a	37,23 a	38,77 a	38,70 a	32,51	3,72
	Vaso	16,47 a	20,07 b	19,43 b	25,30 b	26,93 b	21,64	
	Média:	16,22	25,97	28,33	32,03	32,82	27,07	
160 dias	Citrovaso	21,90 a	33,36 a	38,71 a	41,40 a	39,87 b	35,05	2,45
	Vaso	17,57 b	21,98 b	25,88 b	37,26 b	46,32 a	29,80	
	Média:	19,73	27,67	32,30	39,33	43,09	32,42	
200 dias	Citrovaso	26,76 a	34,61 a	39,93 a	43,56 a	40,83 b	37,14	5,51
	Vaso	18,56 b	23,69 b	31,58 b	47,75 a	63,33 a	36,98	
	Média:	22,66	29,15	35,76	45,65	52,08	36,71	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Aos 160 e 200 DAS, as mudas submetidas a 20%, 40% e 60% da ETp e provenientes do citrovaso, apresentaram maiores CR do que o vaso. Entretanto, na lâmina de 100% ocorreu o contrário. O maior CR no vaso (em até 55%), nas duas maiores lâminas, se deve provavelmente ao envelhecimento do sistema radicular no fundo deste recipiente e indução de crescimento do mesmo, em busca de nutrientes.

4.2.2.6 Massa de raízes

A massa de matéria seca de raízes (MSR) foi semelhante à resposta do CR aos níveis de irrigação, até quatro meses de idade. O efeito das lâminas sobre esta característica avaliada foi linear crescente no vaso (Figura 25A), e quadrático, no citrovaso (Figura 25B).

Figura 25 - Massa de matéria seca de raízes (MSR, g muda⁻¹) do jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Apesar da equação quadrática ser significativa a 1% de probabilidade, a lâmina de 100% promoveu maior MSR (3,2 g muda⁻¹) neste último recipiente. Estes resultados diferem dos obtidos por Leles, Carneiro e Barroso (1998), que aos 110 DAS, obtiveram maior MSR de *H. courbaril* (1,80 g muda⁻¹) sob *deficit* hídrico moderado (irrigação a cada 7 dias) e menor MSR (1,13 g muda⁻¹) em ausência de *deficit* (regas diárias até a umidade θ_{cc}).

Nas duas última avaliações, a equação de 3º grau apresentou melhor ajuste aos dados de MSR produzida no vaso. O valor máximo de MSR foi de 11,9 g muda⁻¹, estimado com lâmina de 92,0%, aos 200 dias de idade. Nos últimos 80 dias do experimento, o maior incremento de MSR nesse recipiente foi de 9,68 g muda⁻¹, aumento este observado tanto na lâmina de 80% como na de 100% da ETp. Já, em relação ao citrovaso, as lâminas de irrigação ótima para a produção de MSR variaram de 90,1% (aos 160 DAS) a 88,8% (aos 200 DAS), a qual resultou em 15,2 g muda⁻¹, ao término do experimento.

Nas três idades das mudas, o citrovaso proporcionou maior MSR do que o vaso, em todos os níveis de irrigação, com exceção do nível de 20% da ETp, em que não houve diferença estatística entre recipientes (Tabela 11).

Tabela 11 - Massa de matéria seca de raízes (g muda⁻¹) do jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Citrovaso	0,63 a	1,74 a	2,53 a	2,81 a	3,16 a	2,17	0,47
	Vaso	0,53 a	0,74 b	0,98 b	1,47 b	2,00 b	1,14	
	Média:	0,58	1,24	1,75	2,14	2,58	1,66	
160 dias	Citrovaso	1,36 a	5,43 a	8,03 a	9,76 a	9,47 a	6,81	1,15
	Vaso	0,71 a	1,64 b	4,15 b	6,62 b	7,15 b	4,05	
	Média:	1,03	3,54	6,09	8,19	8,31	5,43	
200 dias	Citrovaso	1,97 a	8,45 a	12,52 a	15,44 a	14,62 a	10,60	1,94
	Vaso	0,86 a	2,44 b	6,94 b	11,15 b	11,68 b	6,61	
	Média:	1,41	5,44	9,73	13,30	13,15	8,61	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Os melhores resultados obtidos no citrovaso se devem principalmente à sua maior altura, maior volume de substrato úmido e à maior evapotranspiração diária no mesmo. Esses resultados corroboram com Vallone (2006), ao afirmar que em recipientes de iguais volumes, ou volume relativamente próximos, a altura da embalagem plástica é mais importante que o seu diâmetro, para o crescimento inicial das espécies cultivadas.

4.2.2.7 Massa de caule

A massa de matéria seca de caule (MSC) foi similar à resposta do DC aos tratamentos aplicados, nas avaliações realizadas aos 120 e 160 DAS. Aos 120 DAS, a MSC atingiu o valor máximo observado de 2,50 g muda⁻¹ no vaso, e foi estimada em 3,18 g muda⁻¹ no citrovaso, valores estes obtidos com lâminas de 100% e 87,3% da ETp, respectivamente. Entre 120 e 160 DAS, foram observados os maiores aumentos da MSR (de 3,17 vezes no vaso e de 2,67 vezes no citrovaso), em mudas irrigadas a 80% (Figura 26A).

Em jatobazeiros com 200 dias de idade, não houve interação de recipientes x lâminas sobre a MSC (Figura 26B). Verificou-se que a MSC média máxima foi de 11,53 g muda⁻¹, observada na irrigação sem *deficit*.

Figura 26 - Massa de matéria seca de caule (MSC, g muda⁻¹) do jatobazeiro, aos 120 e 160 dias (A) e 200 dias (B) após a semeadura, em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

Nas dez combinações de recipientes x lâminas, a utilização do citrovaso propiciou maior MSC em relação ao vaso, principalmente aos 200 dias, quando não houve interação significativa dos dois fatores. Apenas numa ocasião houve igualdade estatística da MSC entre recipientes, que foi nas mudas com 120 e 160 dias de idade, e que receberam lâmina de 20% da ETp (Tabela 12).

Tabela 12 - Massa de matéria seca de caule (g muda^{-1}) do jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Citrovaso	0,77 a	2,05 a	2,92 a	2,95 a	3,18 a	2,37	0,48
	Vaso	0,62 a	0,97 b	1,62 b	1,77 b	2,50 b	1,50	
	Média:	0,70	1,51	2,27	2,36	2,84	1,93	
160 dias	Citrovaso	1,50 a	4,38 a	7,25 a	7,88 a	8,31 a	5,86	0,91
	Vaso	0,77 a	2,04 b	4,45 b	5,61 b	6,79 b	3,93	
	Média:	1,14	3,21	5,85	6,74	7,55	4,90	
200 dias	Citrovaso	2,10	6,30	10,79	11,91	12,51	8,72 A	1,91
	Vaso	0,90	2,99	6,93	8,98	10,56	6,07 B	
	Média:	1,50	4,64	8,86	10,44	11,53	7,40	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

4.2.2.8 Massa de folhas

O efeito das lâminas de irrigação sobre a massa seca de folhas (MSF) foi semelhante à área foliar, nas três vezes avaliações através do método destrutivo. Aos 120 DAS, houve resposta linear da MSF de mudas provenientes do vaso, enquanto no citrovaso, a equação quadrática apresentou melhor ajuste aos dados, função dos níveis de irrigação (Figura 27A). No intervalo entre as lâminas de 20% e 100%, para cada 1% da água aplicada por irrigação no vaso, estimou-se um aumento na MSF de $0,0429 \text{ g muda}^{-1}$. O valor máximo de MSF nesse recipiente, aos 120 dias, foi de $4,5 \text{ g muda}^{-1}$, enquanto no citrovaso foi de $5,5 \text{ g muda}^{-1}$, valor este estimado com a lâmina de 93,4% da ETp.

Figura 27 - Massa de matéria seca de folhas (MSF, g muda^{-1}) do jatobazeiro aos 120 (A), 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

O aumento do *deficit* hídrico no vaso, imposto pelas lâminas de 80%, 60%, 40% e 20%, reduziu a MSF, aos 120 dias, em 23,0%, 36,0%, 60,0% e 76,6%, enquanto no citrovaso as reduções da MSF foram de 8,4%, 14,8%, 33,5% e 71,3%, respectivamente. Aos 160 DAS, como no final do experimento (Figura 27B), não houve interação significativa de recipientes x lâminas, sobre a MSF de *H. courbaril* L. Considerando-se a MSF média dos recipientes, a lâmina ótima de irrigação para esta característica avaliada variou de 99,1% (aos 160 DAS) a 94,6% (aos 200 DAS), proporcionando na última avaliação MSF de 13,3 g muda⁻¹.

No tocante aos tamanhos de recipientes, a MSF (Tabela 13) foi indiferente à resposta da área foliar. Mudanças produzidas no citrovaso, sob lâminas de 40%, 60%, 80% e 100% da ETp, apresentaram, aos quatro meses de idade, respectivos aumentos de 104%, 64%, 46% e 23% na produção de MSF, em relação ao vaso. Verificou-se ainda que, quanto maior o *deficit* hídrico, maior foi a diferença percentual da MSF do jatobazeiro, entre recipientes.

Tabela 13 - Massa de matéria seca de folhas (g muda⁻¹) do jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Citrovaso	1,59 a	3,69 a	4,72 a	5,08 a	5,55 a	4,13	0,56
	Vaso	1,06 a	1,80 b	2,89 b	3,47 b	4,51 b	2,75	
	Média:	1,32	2,74	3,80	4,28	5,03	3,44	
160 dias	Citrovaso	2,77	6,92	9,11	10,21	10,88	7,98 A	0,66
	Vaso	1,19	3,44	6,51	7,45	8,03	5,32 B	
	Média:	1,98	5,18	7,81	8,83	9,45	6,65	
200 dias	Citrovaso	3,73	9,56	12,69	14,40	15,24	11,12 A	1,27
	Vaso	1,30	4,89	9,69	10,94	11,11	7,59 B	
	Média:	2,52	7,23	11,19	12,67	13,18	9,36	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Aos 160 e 200 DAS, o citrovaso proporcionou maior MSF, em todos os níveis de reposição de água. A MSF das mudas mantidas nesse recipiente foi, aos 160 e 200 DAS, 49,8% e 46,6% superior à das que se desenvolveram no vaso. Os valores médios de MSF observados são maiores que o obtido por Nascimento et al. (2011), certamente devido à maior idade das mudas neste trabalho, já que esses autores obtiveram MSF de 6,1 g muda⁻¹ em jatobazeiros com 155 dias de idade, cultivados em vasos com 8,0 kg de solo na θ_{cc} .

4.2.2.9 Massa de muda e sua partição percentual

O *deficit* hídrico reduziu consideravelmente a massa de matéria seca de muda (MSM) do jatobazeiro, já que todos os órgãos (raízes, caule e folhas) foram afetados. No recipiente de

menor volume (3,1 L), os níveis de irrigação tiveram efeito linear crescente sobre a MSM, até 120 DAS, entretanto, as equações de 2º e 3º graus foram significativas aos 160 e 200 DAS. Aos quatro meses após a semeadura, estimou-se um incremento da MSM de 0,0838 g muda⁻¹, para cada 1% de aumento na lâmina de irrigação. Aos 200 DAS, a máxima produção de MSM nesse recipiente foi estimada em 34,0 g muda⁻¹, com a lâmina de 93,0% da ETp (Figura 28A).

Figura 28 - Massa de matéria seca de muda (MSM, g muda⁻¹) do jatobazeiro, em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

No citrovaso (Figura 28B), as máximas produções de MSM foram estimadas em 11,7, 28,8 e 42,8 g muda⁻¹, com lâminas de irrigação de 93,4%, 92,4% e 92,1%, aos 120, 160 e 200 DAS, respectivamente. Verifica-se que a MSM aos 160 DAS, é superior à obtida por Nascimento et al. (2011), provavelmente devido tanto às diferenças de idade das mudas quanto de substratos utilizados nas duas pesquisas, pois esses autores obtiveram MSM de 18,6 g muda⁻¹, em jatobazeiros com 155 dias de idade, irrigados a 100% da θ_{cc} , em vasos com 8,0 kg de solo, enquanto neste experimento foram usados recipientes menores.

Em todos os níveis de irrigação aplicados, exceto o de 20% aos 120 DAS, a produção de MSM no citrovaso foi estatisticamente superior à produzida no vaso, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Tabela 14).

Tabela 14 - Massa de matéria seca do jatobazeiro (g muda⁻¹), em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Citrovaso	2,98 a	7,47 a	10,17 a	10,84 a	11,88 a	8,67	1,39
	Vaso	2,21 a	3,51 b	5,48 b	6,70 b	9,00 b	5,38	
	Média:	2,60	5,49	7,82	8,77	10,44	7,02	
160 dias	Citrovaso	5,62 a	16,74 a	24,38 a	27,84 a	28,66 a	20,65	2,47
	Vaso	2,66 b	7,13 b	15,11 b	19,68 b	21,96 b	13,31	
	Média:	4,14	11,93	19,75	23,76	25,31	16,98	
200 dias	Citrovaso	7,79 a	24,31 a	36,00 a	41,75 a	42,38 a	30,44	4,06
	Vaso	3,06 b	10,31 b	23,56 b	31,07 b	33,34 b	20,27	
	Média:	5,42	17,31	29,78	36,41	37,86	25,36	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Com relação à composição da MSM, verificou-se maior percentual (%) de MSC do que MSR, aos 120 DAS, e maior MSR do que MSC, na maioria dos tratamentos, aos 200 DAS. Entre tratamentos, não houve diferença estatística no % de MSC que compõe a MSM (Figura 29).

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para lâminas de irrigação dentro de recipiente (gráficos à esquerda), e maiúscula para recipientes dentro de lâmina (gráficos à direita), para cada órgão (raízes, caule e folhas), não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; NS - interação não significativa

Figura 29 - Partição percentual da massa de matéria seca de muda (MSM) do jatobazeiro, aos 120, 160 e 200 dias após semeadura (DAS), em função de recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Aos 120 DAS, comparando recipientes dentro de lâminas de irrigação, obteve-se no citrovaso, maior % de MSR e menor de MSF, em relação ao vaso, nas maiores lâminas de irrigação (100%, 80% e 60% da ETp), enquanto no *deficit* hídrico mais severo (lâmina de 20%) ocorreu o contrário. E, comparando lâminas de irrigação dentro de recipientes, maiores % de MSR e menores de MSF foram observados no vaso, sob lâminas de 20%, 80% e 100%, e no citrovaso, sob lâminas de 60%, 80% e 100% da ETp.

Aos 160 DAS, verificou-se que os % de MSR, MSC e MSF que compõem a MSM, pouco se alteraram estatisticamente, em relação a 120 DAS.

Aos 200 DAS, a análise de recipientes dentro de lâminas de irrigação, revelou maiores % de MSR e menores de MSF, das mudas provenientes do citrovaso sob lâminas de 40% e 60%, em relação aos outros tratamentos. Nas demais lâminas, a MSR de jatobazeiros foi estatisticamente similar entre recipientes.

Por fim, aos 200 DAS, obteve-se maior % de MSR, em lâmina de 80% no vaso, e nas lâminas de 40%, 60%, 80% e 100% da ETp, no citrovaso. Já os maiores % de MSF ocorreram nas lâminas de 40% e 20%, no vaso e no citrovaso, respectivamente.

O percentual de MSC e MSF, na composição da MSM, diferem do obtido por Nascimento et al. (2011), pois estes autores verificaram maior fração da MSC na composição da MSM (7,2 g de MSC em 18,6 g de MSM), em jatobazeiros irrigados a 100% da θ_{cc} , aos 155 dias de idade, enquanto neste trabalho o maior percentual da MSM foi composto de folhas, em todos os tratamentos, independentemente da idade das mudas de jatobazeiro.

4.2.2.10 Relação das massas de raízes e da parte aérea

A relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA) foi maior em mudas de maior idade, sobretudo devido ao aumento no volume de raízes secundárias e radículas. As equações cúbica (aos 160 e 200 DAS) e de 4º grau (aos 120 DAS) foram significativas pelo teste F, e melhor se ajustaram aos dados de MSR/MSPA oriunda do vaso. Já, para os dados provenientes do citrovaso, as equações linear (aos 120 DAS) e quadrática (aos 160 e 200 DAS) foram significativas a 1% (Figura 30).

No vaso (Figura 30A), as menores relações MSR/MSPA foram de 0,22; 0,28 e 0,31, estimadas com lâminas de 58,2%, 39,7% e 35,6% da ETp, aos 120, 160 e 200 DAS, respectivamente. Lâminas maiores que estas propiciaram maior MSR/MSPA, todavia lâminas menores também indicaram maior MSR em detrimento da parte aérea, que é segundo Correia e Nogueira (2004), um mecanismo de resistência das plantas à seca.

Figura 30 - Relação das massas de matéria seca de raízes e parte aérea (MSR/MSPA) do jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

De 120 a 160 e de 160 a 200 DAS, houve maior incremento na proporção de MSR do que de MSPA, em todos os tratamentos. No citrovaso, com o aumento das lâminas de irrigação, maiores bulbos de substrato úmido proporcionaram maior MSR, em detrimento da parte aérea e, conseqüentemente, maior MSR/MSPA. O máximo valor deste parâmetro foi estimado em 0,59, aos 200 DAS, com a lâmina de 73,3% da ETp.

Jatobazeiros com quatro meses de idade, oriundos do citrovaso apresentaram valores de MSR/MSPA superiores aos provenientes do vaso, nas lâminas de 60%, 80% e 100% da ETp, enquanto na lâmina de 20% ocorreu o contrário. Já, em mudas de maior idade (Tabela 15), o citrovaso foi estatisticamente superior apenas nas lâminas de 40% e 60%.

Tabela 15 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Citrovaso	0,26 b	0,30 a	0,33 a	0,35 a	0,36 a	0,32	0,05
	Vaso	0,32 a	0,27 a	0,22 b	0,28 b	0,28 b	0,27	
	Média:	0,29	0,28	0,27	0,32	0,32	0,30	
160 dias	Citrovaso	0,30 a	0,43 a	0,44 a	0,48 a	0,45 a	0,42	0,06
	Vaso	0,36 a	0,29 b	0,32 b	0,43 a	0,42 a	0,37	
	Média:	0,33	0,36	0,38	0,46	0,44	0,39	
200 dias	Citrovaso	0,33 a	0,53 a	0,54 a	0,59 a	0,53 a	0,50	0,09
	Vaso	0,39 a	0,31 b	0,42 b	0,56 a	0,54 a	0,44	
	Média:	0,36	0,42	0,48	0,58	0,54	0,47	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

As características do citrovaso, como a presença de estrias longitudinais, sua maior altura e volume ligeiramente superior ao do vaso condicionaram, em média, maiores valores de MSR/MSPA. Esses dados não condizem com Samôr et al. (2002), uma vez que esses autores verificaram maior MSR/MSPA em recipientes de menor volume e menor altura, os quais proporcionaram uma condição de estresse às mudas e, conseqüentemente, aumento de alocação de fotoassimilados para as raízes (maior MSR), em detrimento da parte aérea. A divergência de resultados entre as duas pesquisas, está associada tanto às espécies como à geometria dos recipientes, devido esses autores terem trabalhado com mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa*) e sesbânia (*Sesbania virgata*), em tubetes e sacos plásticos de volume, altura e diâmetro inferiores aos dos recipientes utilizados neste trabalho.

4.2.3 Qualidade das mudas: índice de Dickson

O índice de qualidade de Dickson (IQD), das mudas de jatobazeiro, apresentou resposta linear nas mudas oriundas de vasos e, quadrático, nas mudas provenientes de citrovasos, em função dos níveis de irrigação (Figura 31).

Figura 31 - Índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de jatobazeiro em vaso (A) e citrovaso (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Nas mudas produzidas em vasos, os maiores IQD foram de 0,70, 2,00 e 3,16, aos 120, 160 e 200 DAS, na ausência de *deficit* hídrico, enquanto nas mudas provenientes de citrovasos, foram de 1,95, 2,69 e 4,17, estimados com lâminas de irrigação de 95,6%, 86,8% e 87,9% da ETp, respectivamente nessas idades.

Com relação ao recipientes, o citrovaso proporcionou maior qualidade das mudas, em todas as idades e lâminas de irrigação, exceto a de 20% (Tabela 16), em relação ao vaso.

Tabela 16 - Índice de qualidade de Dickson de mudas de jatobazeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Citrovaso	0,31 a	0,61 a	0,82 a	0,93 a	0,98 a	0,73	0,13
	Vaso	0,32 a	0,35 b	0,41 b	0,51 b	0,70 b	0,46	
	Média:	0,32	0,48	0,62	0,72	0,84	0,59	
160 dias	Citrovaso	0,52 a	1,47 a	2,46 a	2,72 a	2,66 a	1,96	0,25
	Vaso	0,40 a	0,62 b	1,21 b	1,73 b	2,00 b	1,19	
	Média:	0,46	1,04	1,83	2,22	2,33	1,58	
200 dias	Citrovaso	0,66 a	2,13 a	3,77 a	4,10 a	4,04 a	2,94	0,49
	Vaso	0,42 a	0,84 b	1,93 b	2,82 b	3,16 b	1,83	
	Média:	0,54	1,48	2,85	3,46	3,60	2,39	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

Conforme a equação do IQD, de Dickson, Leaf e Hosner (1960), as duas características que mais influenciaram na qualidade das mudas de jatobazeiro foram a MSR e a MSM, enquanto que a maior altura (AM) e massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) promoveram redução na qualidade.

Através dos resultados, verifica-se que, ao final do experimento, lâminas de irrigação de 87,9% a 100% promoveram maior qualidade das mudas, e o citrovaso foi o recipiente mais propício ao desenvolvimento do jatobazeiro, por aumentar a relação MSR/MSPA, característica esta, que segundo Lima et al. (2006), favorece a sobrevivência de mudas no campo.

4.3 EXPERIMENTO II: Pitangueira

4.3.1 Evapotranspiração potencial

Os maiores picos de evapotranspiração potencial (ETp), em ambos os recipientes, coincidiram com os dias de maiores temperaturas médias e radiação solar global, principalmente na última metade do mês de janeiro e início de fevereiro 2011 (101 a 134 DAS). A radiação solar é, segundo Stanghellini (1993) e Dalmago et al. (2006), o elemento meteorológico que mais influencia a evapotranspiração das culturas em ambiente protegido, já que em seu interior há pouca influência de fatores climáticos, como a velocidade do vento.

Mudas de pitangueira, no recipiente de polipropileno (vaso rígido), apresentaram maior ETp (g dia⁻¹), do que em recipiente de polietileno (saco plástico), durante todo o

período experimental. Entretanto, em termos de lâmina de água (mm dia^{-1}), a ETp no saco plástico foi superior (Figura 32).

Figura 32 - Valores médios diários de temperatura (T) e de evapotranspiração potencial (ETp) da pitangueira, em função dos recipientes, no período de 35 a 200 dias após a semeadura, em Piracicaba - SP

Durante o período experimental, a ETp acumulada no vaso foi de 617 mm, enquanto no saco plástico, de 817 mm, 1,33 vezes a mais. A superioridade da ETp média diária no saco plástico ($4,92 \text{ mm dia}^{-1}$) em relação ao vaso ($3,71 \text{ mm dia}^{-1}$), se deve sobretudo à sua menor área ($78,5 \text{ cm}^2$) da borda superior em relação ao vaso ($240,5 \text{ cm}^2$), uma vez que o primeiro perdeu menor massa de água ($38,9 \text{ g dia}^{-1}$), por ETp, do que o segundo ($89,9 \text{ g dia}^{-1}$).

Pelo fato do vaso rígido apresentar apenas 15% a mais de volume, e ETp (g dia^{-1}) superior em 131% à obtida por pesagem no saco plástico, é pouco provável que a maior evapotranspiração, seja devido à diferença de volumes de substrato, mas sobretudo à maior área evaporativa do vaso. A maior interface de substrato na θ_{cc} , com a atmosfera, significa maior quantidade de energia recebida (MJ dia^{-1}), através da radiação solar global e, consequentemente, maior massa de água perdida por evaporação.

4.3.2 Desenvolvimento vegetativo

Conforme os resumos das análises estatísticas (Tabelas 4B a 6B, AnexoB), houve efeito significativo das lâminas de irrigação sobre todas as características vegetativas da pitangueira, em todas as suas fases de crescimento, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os recipientes influenciaram, a 0,05 de significância: a altura de muda (AM), aos 80, 160 e 200 DAS; o diâmetro de caule (DC) e o número de folhas (NF), aos 80, 120 e 200 DAS;

o índice de qualidade de Dickson (IQD), aos 120 e 200 DAS; a massa de matéria seca de raízes (MSR) e a relação MSR/MSPA, aos 120 DAS; a área foliar (AF) e a massa de matéria seca de folhas (MSF), aos 160 e 200 DAS; e a massa de matéria seca de muda (MSM), aos 200 DAS. E a 0,01 de significância, influenciaram: AM, MSF e AF, aos 120 DAS; MSC e MSM, aos 120 e 160 DAS; DC, NF e IQD, aos 160 DAS; MSR e MSC, aos 160 e 200 DAS.

Lâminas x recipientes apresentaram interação significativa, a 1% de probabilidade, sobre a AM (aos 160 e 200 DAS), o DC (aos 80 DAS), o comprimento do sistema radicular (CR) (aos 120 e 160 DAS), a MSC (aos 160 e 200 DAS) e a MSM (aos 160 DAS). E interação significativa a 5%, foi presenciada sobre o DC e a MSF (aos 160 DAS), o NF e a MSC (aos 120 DAS), e sobre o CR, a MSM e a relação MSR/MSPA (aos 200 DAS).

4.3.2.1 Altura de muda

Apesar das equações de regressão quadrática serem significativas, aos 80 e 120 dias de idade da pitangueira, a aplicação da lâmina de irrigação equivalente a 100% da ETp, proporcionou maior altura média de muda nos recipientes, de 9,0 e 22,4 cm, respectivamente, nessas duas idades. Como as mudas do vaso rígido apresentaram maior evapotranspiração e, conseqüentemente, receberam maior volume de irrigação para atender suas demandas hídricas, houve interação significativa de lâminas x recipientes aos 160 e 200 DAS. Em ambos os recipientes, a ausência de *deficit* hídrico proporcionou maior altura da pitangueira. As alturas máximas observadas no vaso rígido, foram de 53,4 e 85,4 cm, e no saco plástico, de 33,5 e 52,7 cm, aos 160 e 200 DAS, respectivamente (Figura 33).

Figura 33 - Altura de muda (AM, cm) da pitangueira, aos 80 e 120 (A), e aos 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

Resposta positiva da altura da pitangueira à irrigação, na ausência de *deficit*, também foi observada por Bezerra et al. (2004), num pomar de plantas com 9 anos de idade, na região semi-árida de Pernambuco, autores estes que obtiveram altura média de 2,6 m, dentre cinco seleções de pitangueira oriundas de pé franco.

No que se refere aos recipientes, o vaso de polipropileno promoveu maior altura da pitangueira, em todas as lâmina de irrigação, exceto a de 20% da ETp, nas duas últimas avaliações, quando a altura de muda foi estatisticamente semelhante entre recipientes (Tabela 17).

Tabela 17 - Altura de muda (cm) de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Vaso	5,87	8,03	8,70	10,63	10,27	8,70 A	1,49
	Saco plástico	4,40	5,97	6,47	7,20	7,83	6,37 B	
	Média:	5,13	7,00	7,58	8,92	9,05	7,54	
120 dias	Vaso	9,23	18,97	20,27	25,53	25,87	19,97 A	2,50
	Saco plástico	5,80	10,67	14,63	16,47	18,90	13,29 B	
	Média:	7,52	14,82	17,45	21,00	22,38	16,63	
160 dias	Vaso	11,07 a	31,40 a	37,93 a	42,53 a	53,37 a	35,26	5,33
	Saco plástico	8,97 a	16,70 b	25,30 b	30,63 b	33,47 b	23,01	
	Média:	10,02	24,05	31,62	36,58	43,42	29,14	
200 dias	Vaso	14,40 a	41,97 a	60,47 a	60,20 a	85,43 a	52,49	7,74
	Saco plástico	10,87 a	23,47 b	40,13 b	47,73 b	52,67 b	34,97	
	Média:	12,63	32,72	50,30	53,97	69,05	43,73	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Os maiores incrementos na altura da pitangueira nos recipientes se deu na fase de 160 a 200 dias de idade, de 32,07 e 19,20 cm, os quais correspondem a 0,8 e 0,48 cm dia⁻¹, crescimentos estes observados nas mudas em vaso e saco de polietileno, respectivamente, em ausência de restrição hídrica. A altura de muda aos 200 dias, sem *deficit* hídrico e com a utilização do saco plástico, é próxima à observada por Scalón et al. (2001), de 52,98 cm, em mudas com sete meses de idade, apesar destes autores terem produzido mudas a pleno sol, utilizando recipientes de 20 cm de altura, também de polietileno.

4.3.2.2 Diâmetro de caule

Maior diâmetro de caule é uma característica desejável em mudas, porque garante maior sustentação da planta e resistência a ventos após o plantio no campo. Equações de 2º

grau foram as que melhor descreveram o efeito dos níveis de irrigação sobre o diâmetro de caule (DC) da pitangueira, nas quatro idades de mudas avaliadas (Figura 34).

Aos 80 DAS, valores máximos de diâmetro de caule (1,50 e 1,24 mm) foram estimados com lâminas de 93,9% e 94,3% da ETp, no vaso rígido e no saco de polietileno, respectivamente. Aos 120 DAS, não houve diferenciação de lâmina ótima para o DC entre os recipientes, a qual foi estimada em 95,8% da ETp.

Figura 34 - Diâmetro de caule (DC, mm) da pitangueira, aos 80 e 120 (A), e aos 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

Nas fases de 120 a 160 e de 160 a 200 DAS, houve maior exigência hídrica das mudas, pois tanto o DC como a altura da pitangueira foram superiores no nível de irrigação de 100%, em relação às menores lâminas. Conforme as equações, é provável que lâminas maiores que 100% resultariam em maior DC da pitangueira nessas fases de desenvolvimento. Conforme Lira Júnior et al. (2007), apesar de *E. uniflora* L. apresentar tolerância ao estresse hídrico na fase vegetativa, deve-se manter a umidade do substrato próxima à θ_{cc} , umidade esta equivalente à reposição de 100% da ETp neste trabalho. Segundo os autores, o substrato com umidade próxima à θ_{cc} , aumenta o fluxo de seiva e, conseqüentemente, o DC.

Quanto aos recipientes, o vaso de polipropileno proporcionou maior DC das mudas, em relação ao saco plástico, em todas as idades e lâminas de irrigação, exceto a de 20% aos 160 dias, quando o DC foi indiferente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Tabela 18).

Em ausência de *deficit* hídrico, observou-se aos 160 dias, nas mudas em saco plástico, DC de 3,20 mm, valor este inferior ao DC médio apresentado por Silva, J. S. et al. (2008), de 5,79 mm, em pitangueiras de mesma idade, em recipientes de mesma altura. O maior DC

obtido por esses autores se deve, provavelmente, não só ao maior volume de recipiente (18 x 30 cm), mas, sobretudo à maior retenção de água do substrato (substrato comercial + doses de 10% e 20% de vermiculita com base em peso) em relação a este trabalho (areia fina + substrato comercial na proporção 1:1 (v/v) e adição de 15% de vermiculita, base em volume).

Tabela 18 - Diâmetro de caule (mm) de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Vaso	0,96 a	1,24 a	1,31 a	1,55 a	1,47 a	1,31	0,09
	Saco plástico	0,84 b	1,07 b	1,16 b	1,19 b	1,26 b	1,11	
	Média:	0,90	1,16	1,23	1,37	1,37	1,21	
120 dias	Vaso	1,16	1,88	1,92	2,28	2,27	1,90 A	0,29
	Saco plástico	0,97	1,33	1,60	1,71	1,84	1,49 B	
	Média:	1,07	1,61	1,76	2,00	2,05	1,70	
160 dias	Vaso	1,47 a	2,89 a	3,33 a	4,09 a	4,34 a	3,22	0,41
	Saco plástico	1,21 a	1,87 b	2,70 b	2,99 b	3,20 b	2,39	
	Média:	1,34	2,38	3,02	3,54	3,77	2,81	
200 dias	Vaso	1,72	3,61	5,08	5,19	5,98	4,32 A	0,60
	Saco plástico	1,45	2,65	3,82	4,17	4,89	3,40 B	
	Média:	1,58	3,13	4,45	4,68	5,43	3,86	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Os resultados observados diferem dos encontrados por Prado (2009), uma vez que esse autor não obteve diferença significativa no DC de *E. involucrata* DC. em diferentes volumes de substrato, espécie esta do mesmo gênero da pitangueira. Certamente a diferença entre resultados se deve tanto às diferentes espécies, como também ao volume de água aplicado nos recipientes. No trabalho de Prado (2009), foram aplicados volumes de água iguais em recipientes de diferentes volumes, e nesta pesquisa, aplicados volumes diferentes, conforme a demanda evapotranspirométrica de cada recipiente.

4.3.2.3 Número de folhas

As equações quadráticas foram significativas a 1% pelo teste F, e melhor se ajustaram ao número de folhas (NF) da pitangueira, em função das lâminas de irrigação, nas três primeiras avaliações, enquanto na última, a equação linear apresentou melhor ajuste (Figura 35).

Aos 80 DAS, o maior NF foi de 9,5 (médio nos recipientes), valor este observado em mudas mantidas em substrato na θ_{cc} .

Figura 35 - Número de folhas (NF) da pitangueira, aos 80 e 120 (A), e aos 160 e 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

Aos 120 DAS, houve interação significativa de recipientes x lâminas. Lâminas estimadas em 95,0% e 95,1%, proporcionaram no vaso rígido e no saco de polietileno, a emissão de 26,9 e 18,8 folhas, respectivamente. Após 120 DAS, houve a emissão de gemas no caule e ramificação da parte aérea, aumentando consideravelmente o NF, principalmente nas mudas que receberam o nível de água de 100%. Esta foi a melhor lâmina, aos 160 e 200 DAS, proporcionando nas respectivas avaliações, em média, 38,5 e 94,0 folhas.

Com relação aos recipientes, apesar de sua interação com lâminas, sobre o NF aos quatro meses de idade, verifica-se que independentemente do nível de água aplicado, o vaso rígido promoveu maior NF (Tabela 19).

Tabela 19 - Número de folhas (NF) de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Vaso	6,20	7,97	8,70	10,73	10,50	8,82 A	1,21
	Saco plástico	4,57	6,40	6,83	8,03	8,57	6,88 B	
	Média:	5,38	7,18	7,77	9,38	9,53	7,85	
120 dias	Vaso	9,50 a	16,73 a	22,03 a	28,10 a	26,03 a	20,48	2,95
	Saco plástico	6,17 b	12,40 b	16,53 b	17,40 b	19,10 b	14,32	
	Média:	7,83	14,57	19,28	22,75	22,57	17,40	
160 dias	Vaso	11,00	24,00	36,27	50,43	46,53	33,65 A	2,05
	Saco plástico	7,43	16,77	23,70	29,70	30,53	21,63 B	
	Média:	9,22	20,38	29,98	40,07	38,53	27,64	
200 dias	Vaso	15,67	38,50	75,77	88,30	123,87	68,42 A	13,93
	Saco plástico	10,87	26,70	38,63	70,60	64,10	42,18 B	
	Média:	13,27	32,60	57,20	79,45	93,98	55,30	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Ao término do experimento, verificou-se que quanto mais severo o *deficit* hídrico, mais drástica foi a redução na quantidade de folhas. Em média, as reduções no NF foram de 15%, 39%, 65% e 86%, nas lâminas de irrigação de 80%, 60%, 40% e 20% da ETp, respectivamente, em relação à não restrição hídrica.

4.3.2.4 Área foliar

A área foliar (AF) apresentou resposta quadrática aos 120 dias, e linear aos 160 e 200 dias de idade da pitangueira. Conforme as equações de regressão (Figura 36), em todas as avaliações, a lâmina de 100% foi a mais favorável à AF, sendo observados valores médios de 176,4, 613,5 e 1127,4 cm² muda⁻¹, nos respectivos períodos.

Figura 36 - Área foliar (AF, cm² muda⁻¹) da pitangueira, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

A AF foi severamente afetada à medida que aumentou o *deficit* hídrico. Em pitangueiras com seis meses e 20 dias de idade, sob lâminas de 80%, 60%, 40% e 20% da ETp, as respectivas reduções da AF foram de 23%, 36%, 68% e 92%, em relação à ausência de *deficit*. Além de reduzir a AF por muda, também se verificou que houve decréscimo na área média por folha (AMF), principalmente em mudas irrigadas a 20% da ETp. A AMF indicou ainda, que nem sempre mudas com maior NF apresentam maior AF.

Conforme Rosenthal et al. (1987), Santos e Carlesso (1998) e Nascimento et al. (2011), a redução na área foliar é uma resposta proeminente das plantas ao *deficit* hídrico. Rosenthal et al. (1987) verificaram expressiva redução na AF de sorgo e algodoeiro, quando a fração de água disponível no solo era inferior a 50%.

Quanto aos recipientes, nas três avaliações, o vaso foi mais propício à AF da pitangueira, em relação ao saco plástico. A AF média no saco plástico, foi reduzida em 49% aos 120 dias, em 47% aos 160 dias, e em 42% aos 200 dias, em relação ao vaso rígido (Tabela 20).

Tabela 20 - Área foliar (cm^2 muda⁻¹) da pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	51,2	136,5	155,1	245,6	225,1	162,7 A	24,4
	Saco plástico	14,2	56,9	102,3	113,6	127,8	82,9 B	
	Média:	32,7	96,7	128,7	179,6	176,4	122,8	
160 dias	Vaso	79,2	307,6	510,7	670,4	774,7	468,5 A	146,5
	Saco plástico	34,1	134,2	289,9	328,7	452,2	247,8 B	
	Média:	56,7	220,9	400,3	499,5	613,5	358,2	
200 dias	Vaso	110,0	495,6	901,5	1137,1	1378,6	804,6 A	279,9
	Saco plástico	60,3	235,3	535,1	609,6	876,2	463,3 B	
	Média:	85,1	365,4	718,3	873,3	1127,4	633,9	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

A maior AF das mudas no vaso rígido é explicada pela sua maior evapotranspiração, descrita no item 4.3.1 deste trabalho, e pela reposição de maior volume de água para atender a demanda. Maior AF significa maior quantidade de estômatos na epiderme inferior das folhas e, conseqüentemente, maior transpiração.

4.3.2.5 Comprimento do sistema radicular

Aos quatro meses após a semeadura, observou-se maior comprimento do sistema radicular (CR), de 16,6 cm, no recipiente de polietileno contendo substrato na θ_{cc} , enquanto no vaso rígido, o máximo CR foi de 14,5 cm, estimado com a lâmina de irrigação de 76,6% (Figura 37). Aos 160 e 200 DAS, os maiores CR observados no saco plástico foram de 18,5 e 20,9 cm, respectivamente, enquanto no vaso, os máximos CR foram de 17,6 e 21,5 cm, tendo neste recipiente, iniciado o processo de enovelamento de raízes.

Figura 37 - Comprimento do sistema radicular (CR, cm) da pitanguiera, aos 120 (A), 160 (B) e 200 dias após semeadura (C), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

Lâminas de irrigação de 64,3%, 63,9% e 63,0% da ETp representam a coordenada x dos pontos de intersecção das equações, aos 120, 160 e 200 DAS. Verifica-se que a intersecção é o ponto a partir do qual, lâminas maiores proporcionaram maior CR no saco plástico, e lâminas menores, maior CR no vaso de polipropileno.

Comparando recipientes dentro dos níveis de irrigação, o CR em vaso rígido foi estatisticamente superior ao CR em saco plástico, nas lâminas de 20% (aos 120 e 160 dias) e de 40%. Por outro lado, o saco plástico proporcionou maior CR, apenas na lâmina de 100%, aos 120 dias (Tabela 21).

Tabela 21 - Comprimento do sistema radicular (cm) de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	9,60 a	13,69 a	13,72 a	14,05 a	14,07 b	13,02	1,99
	Saco plástico	7,49 b	10,06 b	14,94 a	15,06 a	16,63 a	12,84	
	Média:	8,54	11,88	14,33	14,55	15,35	12,93	
160 dias	Vaso	10,51 a	15,06 a	15,76 a	15,15 a	17,60 a	14,82	1,57
	Saco plástico	8,30 b	11,01 b	16,45 a	16,23 a	18,48 a	14,10	
	Média:	9,41	13,03	16,10	15,69	18,04	14,46	
200 dias	Vaso	11,53 a	16,56 a	18,00 a	16,37 a	21,49 a	16,79	2,22
	Saco plástico	9,37 a	12,26 b	18,43 a	17,77 a	20,90 a	15,74	
	Média:	10,45	14,41	18,21	17,07	21,20	16,27	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Maiores comprimentos do CR em vasos de polipropileno, nas menores lâminas (20% e 40%), se devem sobretudo aos maiores volume de água (fração da ETp) recebido por esses recipientes, em relação ao volume demandado no saco plástico. Em lâminas superiores a 40%, a maior altura do saco plástico e as maiores profundidades atingidas pela frente de molhamento nesse recipiente, favoreceram o CR, apesar deste parâmetro não se diferir pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, nas lâminas de 60% e 80% da ETp.

Os resultados médios de CR, obtidos sem *deficit* hídrico, aos 120 (15,35 cm), 160 (18,04 cm) e 200 DAS (21,20 cm), são coerentes ao CR encontrado por Abreu et al. (2005), de 17,8 cm, em pitangueiras com 180 dias de idade, em Lavras, MG, se consideradas possíveis diferenças entre locais e de fertilidade dos substratos utilizados.

4.3.2.6 Massa de raízes

Não houve interação de lâminas x recipientes sobre a massa de matéria seca de raízes (MSR) de *E. uniflora* L. Aos 120 dias de idade, o máximo acúmulo médio de MSR, nos recipientes, foi estimado em 0,26 g muda⁻¹, com o nível de irrigação de 92,5% da ETp. Aos 160 e 200 DAS, houve resposta linear desse parâmetro em função das lâminas de irrigação (Figura 38), e as respectivas produções máximas de MSR nesses períodos foram de 1,01 e 1,88 g muda⁻¹, médias estas observadas sem restrição hídrica. Verificou-se ainda, que durante os 200 dias, para cada 1% de lâmina de água aplicada, obteve-se um ganho médio de 19,9 mg muda⁻¹ de MSR.

Figura 38 - Massa de matéria seca de raízes (MSR, g muda⁻¹) da pitangueira, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Apesar do intervalo de tempo entre a antepenúltima e a penúltima, e entre as duas últimas avaliações ser três vezes menor (40 dias) do que da semeadura até a primeira avaliação (120 dias), verificou-se nos primeiros maiores incrementos da MSR, em todos os tratamentos.

Independentemente da idade das mudas e do nível de irrigação aplicado, o recipiente de maior volume (2,3 L) foi o que mais favoreceu a produção de MSR (Tabela 22), apesar de sua menor altura.

Tabela 22 - Massa de matéria seca de raízes (g muda⁻¹) da pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,08	0,28	0,24	0,33	0,30	0,24 A	0,06
	Saco plástico	0,04	0,08	0,17	0,21	0,23	0,14 B	
	Média:	0,06	0,18	0,20	0,27	0,26	0,19	
160 dias	Vaso	0,17	0,72	0,91	1,09	1,28	0,84 A	0,04
	Saco plástico	0,08	0,23	0,43	0,54	0,73	0,40 B	
	Média:	0,13	0,48	0,67	0,82	1,01	0,62	
200 dias	Vaso	0,27	1,21	1,66	1,93	2,37	1,49 A	0,03
	Saco plástico	0,13	0,44	0,78	0,99	1,39	0,75 B	
	Média:	0,20	0,83	1,22	1,46	1,88	1,12	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

A MSR da pitangueira sem restrição hídrica, em saco plástico de 15 x 30 cm (2,0 L), aos 200 DAS, foi inferior aos resultados encontrados por Silva, C. A. et al. (2008), em saco plástico de 18 x 30 cm, e superior aos obtidos por Abreu et al. (2005), em saco plástico de 10 x 20 cm, com capacidade de 650 cm³. Estes últimos verificaram MSR de no máximo 0,53 g

muda⁻¹, aos 180 DAS da pitangueira, irrigada duas vezes ao dia (manhã e tarde), em resposta a doses de superfosfato simples, em Lavras, MG. Certamente, os maiores valores de MSR deste trabalho, se devem tanto aos maiores volumes de recipientes utilizados, quanto ao período experimental (outubro a abril), já que Abreu et al. (2005) tiveram experimento de maio a setembro, período este de menores temperaturas anuais e, conseqüentemente, de menor ETp e menor desenvolvimento de *E. uniflora* L.

4.3.2.7 Massa de caule

De forma semelhante ao diâmetro de caule e à MSR, maiores ganhos de massa de matéria seca de caule (MSC) pelas mudas de pitanga, se deu entre quatro meses e 160 dias, e entre 160 e 200 dias de idade. Aos 120 DAS, estima-se 0,40 g muda⁻¹ de MSC com a lâmina de irrigação de 92,4% da ETp no vaso polipropileno, por meio da equação quadrática. Todavia, na fase final 160 e 200 DAS, equações de 1º grau apresentaram melhor ajuste, obtendo-se ao término do experimento, 6,92 g muda⁻¹ de MSR nesse recipiente, contendo substrato sem *deficit* hídrico (Figura 39A).

Figura 39 - Massa de matéria seca de caule (MSC, g muda⁻¹) da pitangueira, em vaso (A) e saco plástico (B), em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Com relação ao saco plástico (Figura 39B), nas três idades de mudas avaliadas, a MSC apresentou resposta linear crescente em função das lâminas de água aplicada. As produções máximas de MSC nesse recipiente foram de 0,20, 1,51 e 3,22 g muda⁻¹, da menor para a maior idade.

Mudas de pitangueiras oriundas do vaso apresentaram MSC estatisticamente superior às aquelas provenientes do saco plástico, quando submetidas a maiores lâminas de irrigação (100%, 80% e 60%). Contudo, na menor lâmina, não houve diferença da MSC, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância, devido principalmente ao alto rigor desse teste, que resulta altos valores de DMS (Tabela 23).

Tabela 23 - Massa de matéria seca de caule (g muda^{-1}) da pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,06 a	0,23 a	0,26 a	0,48 a	0,36 a	0,28	0,10
	Saco plástico	0,02 a	0,07 b	0,14 b	0,17 b	0,20 b	0,12	
	Média:	0,04	0,15	0,20	0,32	0,28	0,20	
160 dias	Vaso	0,12 a	0,88 a	1,99 a	2,57 a	3,48 a	1,81	0,57
	Saco plástico	0,06 a	0,28 b	0,70 b	1,00 b	1,51 b	0,71	
	Média:	0,09	0,58	1,35	1,78	2,50	1,26	
200 dias	Vaso	0,20 a	1,62 a	3,90 a	4,87 a	6,92 a	3,50	1,12
	Saco plástico	0,10 a	0,55 a	1,43 b	2,09 b	3,22 b	1,48	
	Média:	0,15	1,09	2,67	3,48	5,07	2,49	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Verifica-se que o substrato mantido com umidade próxima à θ_{cc} propicia, conforme Franzão e Melo (2008), maior acúmulo de MSC e diâmetro de caule na fase inicial de cultivo da pitangueira e, conseqüentemente, maior resistência das plantas a ventos e ao tombamento.

4.3.2.8 Massa de folhas

A massa de matéria seca de folhas (MSF) apresentou, aos 120 e 200 DAS, respostas similares ao número de folhas (NF) e à área foliar (AF), características estas em que a equação quadrática se ajustou melhor aos dados aos 120 DAS, e a equação linear aos 200 DAS. Nas respectivas idades, as máximas produções média de MSF, foram de $1,23 \text{ g muda}^{-1}$ (estimada com a lâmina de 99,5%) e $7,48 \text{ g muda}^{-1}$, observada na reposição de 100% da ETp (Figura 40).

Como a MSF de mudas oriundas do vaso foi maior que no saco plástico, durante maior parte do período, apenas aos 160 DAS houve interação significativa de lâminas x recipientes, quando a reposição de 100% da ETp proporcionou MSF de 5,13 e $3,02 \text{ g muda}^{-1}$, respectivamente, nesses recipientes.

Figura 40 - Massa de matéria seca de folhas (MSF, g muda⁻¹) da pitangueira, em função de recipientes, lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

No que se refere aos recipientes, em todas as avaliações o vaso rígido proporcionou melhores resultados em relação ao saco plástico (Tabela 24). Neste recipiente, a MSF apresentou, em média, reduções de 50% aos 120 DAS, de 48% aos 160 DAS e de aproximadamente 44% aos 200 DAS, em relação ao primeiro.

Tabela 24 - Massa de matéria seca de folhas (g muda⁻¹) da pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,26	0,94	1,07	1,74	1,51	1,10 A	0,20
	Saco plástico	0,09	0,33	0,67	0,79	0,85	0,55 B	
	Média:	0,17	0,64	0,87	1,27	1,18	0,83	
160 dias	Vaso	0,39 a	2,08 a	3,57 a	4,71 a	5,13 a	3,17	0,93
	Saco plástico	0,20 a	0,80 b	1,88 b	2,28 b	3,02 b	1,64	
	Média:	0,30	1,44	2,72	3,50	4,07	2,41	
200 dias	Vaso	0,54	3,34	6,31	7,98	9,11	5,45 A	1,54
	Saco plástico	0,36	1,40	3,47	4,23	5,85	3,06 B	
	Média:	0,45	2,37	4,89	6,10	7,48	4,26	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

A massa de matéria seca da parte aérea (MSPA) de *E. uniflora* L. (1,05 g muda⁻¹), obtida pela soma MSC + MSF, a partir de mudas provenientes do saco plástico, com 120 DAS, sob lâmina de 100%, é menor que a MSPA máxima (1,45 g muda⁻¹) estimado por Abreu et al. (2005), para esta espécie em sacos plásticos menores (10 x 20 cm), irrigada duas vezes ao dia. Entretanto, esses autores avaliaram mudas com 180 dias de idade, em resposta a superfosfato simples, não sendo possível estabelecer quaisquer comparações.

A MSF da pitangueira proveniente do saco plástico, aos 200 DAS, sem restrição hídrica, foi inferior à estimada em trabalho de Scalon et al. (2001). Esses autores avaliaram o peso específico de folha (g dm^{-2}) e a AF (dm^{-2}) de *E. uniflora* L., a pleno sol, em sacos plásticos de 10 x 20 cm, aos 7 meses de idade. A MSF resultante da multiplicação dos valores desses parâmetros, foi superior à obtida neste trabalho, em casa de vegetação, a 80% de luminosidade. Os autores alegam que folhas sob alta disponibilidade luminosa (a pleno sol) apresentam maior espessura foliar, como recurso de proteção aos pigmentos fotossintetizantes e, conseqüentemente maior peso específico de folha e MSF.

4.3.2.9 Massa de muda e sua partição

As equações da massa de matéria seca de muda (MSM) de *E. uniflora* L., obtida pela soma MSR + MSC + MSF, se assemelham às equações desses parâmetros analisados separadamente, em função das lâminas de irrigação, ou seja, função quadrática aos 120 DAS, e linear aos 160 e 200 DAS (Figura 41).

Figura 41 - Massa de matéria seca de muda (MSM, g muda⁻¹) de pitangueira, aos 120 e 160 (A) e aos 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

Aos quatro meses após a semeadura, a MSM máxima foi estimada em 1,78 g muda⁻¹ (média nos recipientes), com a lâmina de 98,6% da ETp. Aos 160 e 200 DAS, a lâmina de irrigação de 100% foi a mais favorável à produção de MSM, em ambos os recipientes. A MSM máxima observada foi de 18,39 g muda⁻¹ no vaso rígido, enquanto no saco plástico foi 43,2% menor. Ao final do experimento, mudas de pitangueira produzidas em vaso de polipropileno, sob *deficit* hídrico (lâminas de 80%, 60%, 40% e 20%), tiveram sua MSM

reduzida em 19,7%; 35,5%; 66,5% e 94,6%, enquanto no saco plástico as reduções foram de 30,1%; 45,7%; 77,1% e 94,3%, respectivamente nessas lâminas.

Maior acúmulo de MSM foi observado em pitangueiras provenientes do vaso rígido, em todas as lâminas de irrigação (Tabela 25). Isso se deve principalmente à maior MSR e maior AF, o que significa maior absorção de nutrientes e evapotranspiração, em relação às mudas desenvolvidas no saco plástico.

Tabela 25 - Massa de matéria seca da pitangueira (g muda^{-1}), em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,40	1,44	1,57	2,55	2,16	1,62 A	0,30
	Saco plástico	0,14	0,48	0,97	1,16	1,27	0,80 B	
	Média:	0,27	0,96	1,27	1,86	1,72	1,21	
160 dias	Vaso	0,68 a	3,69 a	6,47 a	8,38 a	9,89 a	5,82	1,70
	Saco plástico	0,34 a	1,30 b	3,01 b	3,82 b	5,25 b	2,74	
	Média:	0,51	2,50	4,74	6,10	7,57	4,28	
200 dias	Vaso	0,99 a	6,16 a	11,86 a	14,78 a	18,39 a	10,44	3,20
	Saco plástico	0,59 a	2,39 b	5,68 b	7,30 b	10,45 b	5,28	
	Média:	0,79	4,28	8,77	11,04	14,42	7,86	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

Esses resultados, aos 200 DAS, são superiores aos obtidos por Abreu et al. (2005), em viveiro coberto por sombrite (50% de luminosidade), em Lavras, MG. Porém, são inferiores aos encontrados por Scalon et al. (2001), certamente não só pela diferença de idade (10 dias) das mudas, mas sobretudo pelos substratos utilizados. Pois, estes últimos autores avaliaram o desenvolvimento da pitangueira aos sete meses de idade, em Dourados, MS, em sacos plásticos de 10 x 20 cm, contendo uma mistura de terra e esterco de curral curtido (na proporção 10:1), provavelmente de melhor fertilidade que o substrato utilizado neste trabalho. Obtiveram MSM de 34,53; 34,63 e 42,85 g muda^{-1} , em mudas mantidas sob três luminosidades (50%, 70% e pleno sol), respectivamente.

Com relação à partição da MSM da pitangueira (Figura 42), em todas as idades, a MSF é o principal constituinte, com percentuais acima de 50%, em todos os tratamentos.

Verifica-se também que, em *deficits* maiores (lâminas de 20% e 40%), a proporção de MSR é estatisticamente maior, e a de MSC estatisticamente menor, em relação às maiores lâminas de irrigação. Esses resultados são coerentes aos obtidos por Correia e Nogueira (2004), ao verificarem que *A. hypogaea* L, submetido ao *deficit* hídrico, também apresentou maior proporção de MSR. A maior produção de MSR em *deficit* hídrico, é um mecanismo de resistência das plantas à seca.

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para lâminas de irrigação dentro de recipiente (gráficos à esquerda), e maiúscula para recipientes dentro de lâmina (gráficos à direita), para cada órgão (raízes, caule e folhas), não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; NS - interação não significativa

Figura 42 - Partição percentual da massa de matéria seca de muda (MSM) da pitangueira, aos 120, 160 e 200 dias após semeadura (DAS), em função dos recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

4.3.2.10 Relação das massas de raízes e da parte aérea

Nas três avaliações, a relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA) apresentou curvas de resposta com concavidade voltada para cima (Figura 43), o que demonstra que há uma lâmina de irrigação que mais favorece a parte aérea de *E. uniflora* L. em detrimento do sistema radicular, nos pontos de mínimo das curvas.

Derivando as equações, as menores relações MSR/MSPA foram estimadas em 0,17 e 0,16 (média nos recipientes) aos 120 e 160 DAS, com lâminas de 79,6% e 82,0%. Já, aos 200 DAS, foram estimados valores ainda menores, de 0,15 no saco plástico e 0,14 no vaso rígido, com lâminas de 85,8% e 82,7%, respectivamente.

Em *deficits* hídricos mais severos (reposição de 20% e 40% da ETp), as relações MSR/MSPA foram maiores. Esses resultados corroboram com Figueirôa, Barbosa e Simabukuro (2004), autores estes que obtiveram maior alocação de biomassa nas raízes de mudas de aroeira (*M. urundeuva*) à medida que aumentaram o *deficit* hídrico.

Figura 43 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA) da pitangueira, aos 120 e 160 (A) e aos 200 dias após semeadura (B), em função de recipientes e lâminas de irrigação (L, % ETp), em Piracicaba - SP

Aos quatro meses de idade, a relação MSR/MSPA de mudas oriundas do saco plástico foi estatisticamente superior à das mudas provenientes do vaso rígido, enquanto aos 160 DAS não houve diferença estatística. Todavia, aos 200 DAS, os resultados se inverteram, quando o vaso rígido sob lâmina de 20% proporcionou maior relação MSR/MSPA (0,39), em relação ao saco plástico (Tabela 26).

Tabela 26 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,26	0,23	0,18	0,15	0,16	0,20 B	0,03
	Saco plástico	0,35	0,20	0,21	0,21	0,22	0,24 A	
	Média:	0,31	0,22	0,19	0,18	0,19	0,22	
160 dias	Vaso	0,32	0,24	0,17	0,15	0,15	0,21 A	0,02
	Saco plástico	0,32	0,21	0,19	0,19	0,19	0,22 A	
	Média:	0,32	0,23	0,18	0,17	0,17	0,21	
200 dias	Vaso	0,39 a	0,24 a	0,16 a	0,15 a	0,15 a	0,22	0,05
	Saco plástico	0,29 b	0,22 a	0,16 a	0,16 a	0,16 a	0,20	
	Média:	0,34	0,23	0,16	0,15	0,15	0,21	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa

O aumento da relação MSR/MSPA em mudas sob *deficit* hídrico é, segundo Correia e Nogueira (2004), um mecanismo de resistência à seca, por aumentar a área de absorção de água pelo sistema radicular e, geralmente, reduzir a aérea foliar, diminuindo assim a evapotranspiração.

4.3.3 Qualidade das mudas: índice de Dickson

O efeito das lâminas de irrigação no IQD de mudas de pitangueira foi quadrático, aos 120 DAS, e linear, aos 160 e 200 DAS. O índice ótimo na primeira avaliação foi de 0,11, estimado com o nível de irrigação de 91,3% da ETp. Na penúltima avaliação, o maior índice médio foi de 0,42, e na última, 0,74, ambos “observados” em mudas sem restrição hídrica (Figura 44).

Figura 44 - Índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de pitangueira, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Verifica-se pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância, que o vaso rígido originou mudas de maior IQD, em relação ao saco plástico, em todas as idades, independentemente do *deficit* hídrico aplicado (Tabela 27).

Tabela 27 - Índice de qualidade de Dickson de mudas de pitangueira, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,03	0,10	0,10	0,14	0,12	0,10 A	0,02
	Saco plástico	0,02	0,04	0,07	0,08	0,08	0,06 B	
	Média:	0,02	0,07	0,08	0,11	0,10	0,08	
160 dias	Vaso	0,06	0,25	0,37	0,49	0,53	0,34 A	0,06
	Saco plástico	0,03	0,10	0,20	0,24	0,31	0,17 B	
	Média:	0,05	0,17	0,28	0,36	0,42	0,26	
200 dias	Vaso	0,09	0,40	0,66	0,81	0,88	0,57 A	0,11
	Saco plástico	0,05	0,18	0,34	0,41	0,60	0,32 B	
	Média:	0,072	0,29	0,50	0,61	0,74	0,44	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

As mudas de pitangueira apresentaram índices de qualidade de Dickson (IQD) inferiores a 1,0, isto devido à baixa produção de massa de matéria seca de muda (MSM) e de raízes (MSR) em relação à parte aérea (MSPA) e à altura (AM), características estas inerentes à espécie *E. uniflora* L. Consequentemente, menor numerador e maior denominador na eq. 9, resultaram menores valores de IQD.

Mudas de baixo IQD, como as provenientes do saco plástico, implicam segundo Gomes et al. (2003), em maior índice de mortalidade, caso fossem transplantadas no campo, pois segundo os autores quanto maior a relação AM/MSPA, menos lignificada está a muda e, consequentemente, menor é a sua capacidade de sobrevivência.

4.4 EXPERIMENTO III: Baruzeiro

4.4.1 Evapotranspiração potencial

Os maiores valores de evapotranspiração potencial (ETp), em ambos os recipientes, coincidiram com os dias de maiores temperaturas médias e radiação solar global, principalmente nos três primeiros meses do experimento (Figura 45).

As mudas de baruzeiro produzidas em vasos rígidos, apresentaram maior ETp (g dia^{-1}) do que no saco plástico, principalmente em dias mais quentes. Entretanto, em termos de lâmina de água (mm dia^{-1}), a ETp no saco plástico foi superior, durante todo o experimento, provavelmente por apresentar, segundo Tagliaferre et al. (2011), menor perímetro (bordadura) e, consequentemente, maior demanda evaporativa em relação ao vaso.

Durante o período experimental, a ETp média no saco plástico foi de 57,5 g dia⁻¹, enquanto no vaso foi de 81,4 g dia⁻¹, 1,42 vezes a mais. A superioridade da ETp com base em massa, no vaso, em relação ao saco plástico, se deve sobretudo à sua maior área (240,5 cm²) de substrato em relação ao saco plástico (78,5 cm²), uma vez que o primeiro apresentou menor lâmina de evapotranspiração do que o segundo. A maior interface de substrato na θ_{cc} , com a atmosfera, significa maior quantidade de energia recebida (MJ dia⁻¹), através da radiação solar global e, conseqüentemente, maior é a massa de água perdida por evaporação.

4.4.2 Desenvolvimento vegetativo

Os recipientes tiveram efeito significativo sobre a altura de muda (AM), aos 160 dias após a semeadura (DAS), o diâmetro de caule (DC), aos 200 DAS, e o número de folíolos (NFO), aos 160 e 200 DAS, pelo teste F (Tabela 7B, Anexo B). Promoveram também, diferença significativa: na relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA), aos 120 e 160 DAS; nas massas de matéria seca de raízes (MSR) e de muda (MSM) e no índice de qualidade de Dickson (IQD), aos 120, 160 e 200 DAS; e na massa de matéria seca de folhas (MSF) e na área de folíolos (AFO), aos 160 e 200 DAS (Tabelas 8B e 9B, Anexo B).

As lâminas de irrigação influenciaram todas as características vegetativas do baruzeiro, independentemente da idade das mudas. Todos os parâmetros foram significativos a 1% de probabilidade, com exceção da relação MSR/MSPA, significativa a 5%, aos 160 e 200 DAS.

Houve interação significativa de recipientes x lâminas sobre a MSR, a 1%, aos 160 e 200 DAS, e sobre a AFO, aos 120 dias, a 5% de probabilidade.

4.4.2.1 Altura de muda

Houve resposta quadrática da altura de muda (AM) de baruzeiro em função das lâminas de irrigação. As melhores lâminas variaram de 92%, aos 120 DAS, a 100% aos 200 DAS. Verifica-se um rápido crescimento da AM do baruzeiro, da semeadura até 80 DAS (Figura 46), quando as mudas atingiram 17,4 cm, em média, sob lâmina de irrigação de 100% da ETp. Esse rápido crescimento inicial se deve, segundo Sano, Ribeiro e Brito (2004), às reservas de aleurona nos cotilédones.

Figura 46 - Altura de muda (AM, cm) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

No período entre a primeira e a última avaliação, maior crescimento da AM foi observado no período de 120 a 160 DAS, em todas as lâminas de irrigação, em ambos os recipientes. Esse maior crescimento, se deve sobretudo às maiores temperaturas e evapotranspiração registrada no período, em relação às demais fases.

Com relação aos recipientes (Tabela 28), apenas aos 160 DAS houve diferença na AM, quando o saco plástico propiciou maior AM do baruzeiro, em relação ao vaso rígido.

Tabela 28 - Altura de muda (cm) de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Vaso	8,83	12,80	13,70	16,50	17,33	13,83 A	0,60
	Saco plástico	8,00	11,70	15,43	19,60	17,40	14,43 A	
	Média:	8,42	12,25	14,57	18,05	17,37	14,13	
120 dias	Vaso	9,37	16,93	16,63	20,80	21,87	17,12 A	2,17
	Saco plástico	8,70	13,97	19,97	21,73	20,70	17,01 A	
	Média:	9,03	15,45	18,30	21,27	21,28	17,07	
160 dias	Vaso	14,93	25,83	28,40	34,40	36,03	27,92 B	1,28
	Saco plástico	16,63	24,13	33,70	35,83	37,87	29,63 A	
	Média:	15,78	24,98	31,05	35,12	36,95	28,78	
200 dias	Vaso	17,63	28,63	31,13	37,63	38,23	30,65 A	2,14
	Saco plástico	20,53	26,47	35,53	39,60	39,00	32,23 A	
	Média:	19,08	27,55	33,33	38,62	38,62	31,44	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

4.4.2.2 Diâmetro de caule

Equações do 2º grau foram as que apresentaram melhor ajuste aos dados do diâmetro de caule (DC) do baruzeiro, em função das lâminas de irrigação (Figura 47).

Figura 47 - Diâmetro de caule (DC, mm) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Os maiores valores de DC do baruzeiro foram estimados em 3,7 mm aos 80 DAS, 5,1 mm aos 120 DAS, 6,4 mm aos 160 DAS e 7,6 mm aos 200 DAS, obtidos com lâminas de irrigação de 97,9%, 97,2%, 88,2% e 91,8% da ETp, respectivamente.

Nas três primeiras avaliações, não houve efeito significativo dos recipientes sobre o DC do baruzeiro, efeito este que foi constatado apenas no término do experimento, quando o saco plástico propiciou maior DC (Tabela 29).

Tabela 29 - Diâmetro de caule (mm) de mudas de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Vaso	3,10	3,47	3,54	3,70	3,77	3,52 A	0,47
	Saco plástico	2,50	3,11	3,31	3,49	3,56	3,19 A	
	Média:	2,80	3,29	3,43	3,60	3,66	3,35	
120 dias	Vaso	3,17	4,19	4,17	4,67	4,76	4,19 A	0,36
	Saco plástico	3,04	4,07	4,78	5,21	5,21	4,46 A	
	Média:	3,11	4,13	4,47	4,94	4,98	4,33	
160 dias	Vaso	3,40	5,35	5,43	6,45	6,27	5,38 A	0,23
	Saco plástico	3,55	4,64	6,08	6,44	6,27	5,40 A	
	Média:	3,47	5,00	5,76	6,44	6,27	5,39	
200 dias	Vaso	3,80	5,74	6,48	7,36	7,04	6,08 B	0,51
	Saco plástico	4,41	5,79	7,27	8,00	8,09	6,71 A	
	Média:	4,11	5,77	6,88	7,68	7,56	6,40	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

Resultado similar do DC do baruzeiro, de 6,8 mm, foi obtido por Melo (1999), aos 210 dias após a semeadura, em vasos de polietileno de 1230 cm³, em casa de vegetação, em Planaltina (DF). Todavia, valores inferiores de DC de baruzeiro, de 4,3 mm, também já foram

constatados, aos sete meses de idade, por Oliveira (1998), utilizando terra de subsolo em sacos plásticos de 18 x 30 cm e volume de 3,0 L. Isso significa que o DC depende não apenas das dimensões do recipiente, mas sobretudo do ambiente de cultivo e do substrato utilizado.

4.4.2.3 Número de folíolos

O baruzeiro caracteriza-se por folhas compostas, constituídas de pecíolo e por diversos folíolos. O número de folíolos (NFO) por muda variou em função do *deficit* hídrico aplicado, sendo mecanismo de controle da evapotranspiração em condições adversas. Equações quadráticas foram significativas e apresentaram melhor ajuste do NFO em função das lâminas de irrigação (Figura 48).

Figura 48 - Número de folíolos (NFO) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

As lâminas ótimas de irrigação para o NFO, variam de 100% da ETp, aos 80 DAS, a 86,0%, aos 200 DAS. O máximo NFO foi estimado em 40, 59, 70 e 72, aos 80, 120, 160 e 200 DAS, respectivamente. Baixas temperaturas, nos meses de maio e junho de 2011, com ocorrência de geada na área próxima à casa de vegetação, ocasionaram redução significativa na emissão de folhas e folíolos por *D. alata* Vog, no período de 160 a 200 DAS.

Apenas em baruzeiros de maior idade (160 e 200 DAS) houve efeito significativo dos recipientes sobre o NFO, tendo o recipiente de polietileno (saco plástico) proporcionado, em média, maior quantidade de folíolos (Tabela 30), provavelmente em função de sua menor limitação ao desenvolvimento radicular, em relação ao vaso rígido, de menor altura.

Tabela 30 - Número de folíolos de mudas de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
80 dias	Vaso	21,13	31,53	32,67	38,00	38,13	32,29 A	1,28
	Saco plástico	18,93	28,77	32,37	39,40	41,73	32,24 A	
	Média:	20,03	30,15	32,52	38,70	39,93	32,27	
120 dias	Vaso	23,37	48,97	47,47	58,00	57,23	47,01 A	3,86
	Saco plástico	22,57	41,23	54,60	58,90	58,57	47,17 A	
	Média:	22,97	45,10	51,03	58,45	57,90	47,09	
160 dias	Vaso	25,60	52,60	54,87	66,33	66,13	53,11 B	3,94
	Saco plástico	33,30	55,27	69,70	71,2	71,27	60,15 A	
	Média:	29,45	53,93	62,28	68,77	68,70	56,63	
200 dias	Vaso	30,10	54,77	60,63	69,53	68,77	56,76 B	0,47
	Saco plástico	39,57	56,43	71,43	73,27	72,87	62,71 A	
	Média:	34,83	55,60	66,03	71,40	70,82	59,74	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

4.4.2.4 Área de folíolos

A área de folíolos (AFO) apresentou, aos 120 DAS, resposta quadrática nas mudas provenientes de saco plástico, e linear nas provenientes de vasos, em função das lâminas de irrigação. Entretanto, não houve interação de recipientes x lâminas aos 160 e 200 DAS, quando a resposta da AFO foi linear em função dos *deficits* hídricos aplicados (Figura 49).

Figura 49 - Área de folíolos (AFO, cm² muda⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp), recipientes e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Aos 120 DAS, a maior AFO por muda foi de 399,9 cm², estimada no saco plástico, com a lâmina de 90,3%. Já aos 160 e 200 DAS, os maiores valores médios foram 761,5 e 842,0 cm², observados na ausência de *deficit* hídrico.

Verifica-se que a AFO não é proporcional ao NFO apresentado anteriormente, isso porque a área do folíolo varia em função do *deficit* hídrico aplicado, e tende a ser menor no *deficit* hídrico mais intenso (Figura 50).

Figura 50 - Folhas de barzeiro coletadas no terço médio de mudas produzidas em vaso rígido (A) e em saco plástico (B), sob lâminas de irrigação de 20, 40, 60, 80 e 100% da ETp, da esquerda para a direita

Com relação ao recipientes, o saco plástico propiciou maior AFO, aos 120 DAS, em barzeiros sob reposição de 60 e 80% da ETp. Aos 160 e 200 DAS, também proporcionou maior AFO, em comparação ao vaso de polipropileno, independentemente do nível de irrigação aplicado (Tabela 31).

Tabela 31 - Área de folíolo (cm^2 muda⁻¹) do barzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	64,7 a	197,9 a	214,1 b	334,2 b	316,2 a	225,4	86,9
	Saco plástico	55,8 a	143,2 a	335,9 a	449,2 a	363,6 a	269,5	
	Média:	60,2	170,5	275,0	391,7	339,9	247,5	
160 dias	Vaso	80,4	297,1	385,3	652,1	678,2	418,6 B	88,0
	Saco plástico	143,3	409,5	675,5	787,4	844,7	572,1 A	
	Média:	111,8	353,3	530,4	719,8	761,5	495,4	
200 dias	Vaso	111,0	397,9	518,3	734,9	790,0	510,4 B	44,9
	Saco plástico	187,5	433,5	707,0	852,3	893,9	614,8 A	
	Média:	149,2	415,7	612,7	793,6	842,0	562,6	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

Os resultados de AFO obtidos neste trabalho, sem restrição hídrica, são relativamente maiores aos de área foliar encontrados por Melo (1999). Este autor trabalhando com latossolo vermelho escuro, em vasos de 1230 cm^3 , obteve área foliar variando desde 329 a 501 cm^2 muda⁻¹, em barzeiros de 210 dias após semeadura. Tais diferenças na área foliar certamente se devem não só ao tamanho dos recipientes, mas sobretudo às características físicas e químicas dos substratos utilizados.

4.4.2.5 Comprimento do sistema radicular

O comprimento do sistema radicular (CR) apresentou resposta linear em função das lâminas de irrigação (Figura 51). Os maiores valores médios de CR foram de 31,6, 35,8 e 37,9 cm, observados aos 120, 160 e 200 DAS, respectivamente, na ausência de *deficit* hídrico.

Figura 51 - Comprimento do sistema radicular (CR, cm) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Considerando todo o período do experimento, verifica-se que, para cada 1% de aumento na lâmina de irrigação, houve um incremento de 0,23 cm no CR. Em virtude das maiores dimensões do bulbo de substrato úmido, obteve-se no nível de irrigação de 100% da ETp, um CR superior em 82% ao obtido no nível de 20%.

4.4.2.6 Massa de raízes

As lâminas de irrigação tiveram efeito linear sobre a massa de matéria seca de raízes (MSR) do baruzeiro, até 120 DAS, quando foi observada uma MSR média de 1,88 g muda⁻¹, na lâmina de 100%. Aos 160 e 200 DAS, a interação de recipientes x lâminas foi significativa, sendo o efeito das lâminas, linear no vaso rígido e quadrático no saco plástico (Figura 52).

Os maiores valores de MSR, das mudas oriundas de vasos, foram de 5,3 e 7,1 g muda⁻¹, observados aos 160 e 200 DAS, respectivamente, na ausência de *deficit* hídrico. Já, a MSR das mudas provenientes de saco plástico, foi maior na lâmina de 80% da ETp, apresentando valores máximos de 6,3 e 8,3 g muda⁻¹, mensurados aos 160 e 200 DAS, respectivamente. Todavia, é provável que lâminas maiores que 100% resultariam em maior MSR, já que a derivada das equações resulta lâminas ótimas de aproximadamente 107% da ETp.

Figura 52 - Massa de matéria seca de raízes (MSR, g muda⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp), recipientes e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Quanto aos recipientes, o saco plástico promoveu maior MSR, em relação ao vaso rígido, tanto aos 120, 160 e 200 DAS (Tabela 32).

Tabela 32 - Massa seca de raízes (g muda⁻¹) do baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,32	0,66	0,64	1,34	1,70	0,93 B	0,17
	Saco plástico	0,24	0,82	1,40	2,01	2,07	1,31 A	
	Média:	0,28	0,74	1,02	1,68	1,88	1,12	
160 dias	Vaso	0,44 a	1,63 a	2,09 b	4,49 b	5,29 a	2,79	0,92
	Saco plástico	0,74 a	2,15 a	4,66 a	6,28 a	5,97 a	3,96	
	Média:	0,59	1,89	3,38	5,38	5,63	3,37	
200 dias	Vaso	0,61 a	2,43 a	3,50 b	6,16 b	7,12 a	3,97	0,98
	Saco plástico	1,06 a	2,65 a	5,97 a	8,28 a	7,55 a	5,10	
	Média:	0,84	2,54	4,74	7,22	7,33	4,54	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

A MSR depende não apenas do volume do recipiente, mas também de suas dimensões, uma vez que o recipiente de menor volume (2,0 L) e de maior altura (30 cm) foi mais propício à produção de MSR. Contudo, Melo (1999) obteve, aos 210 DAS, em recipiente de 1230 cm³ e 11,8 cm de altura, MSR de 5,0 g muda⁻¹, valor este similar aos obtidos neste trabalho.

4.4.2.7 Massa de caule

Nas três avaliações, a massa de matéria seca de caule (MSC) variou linearmente em função dos níveis de reposição de água (Figura 53). No *deficit* hídrico mais intenso, houve redução da MSC em 86,5%, em comparação às mudas mantidas sem restrição hídrica.

Figura 53 - Massa de matéria seca de caule (MSC, g muda⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Os maiores valores médios de MSC foram de 0,89, 2,03 e 3,04 g muda⁻¹, obtidos aos 120, 160 e 200 DAS, respectivamente, em baruzeiros sob lâmina de 100% da ETp. Melo (1999) também obteve MSC de *D. alata* Vog equivalente a 3,0 g muda⁻¹, aos 210 DAS.

4.4.2.8 Massa de folhas

A massa de matéria seca de folhas (MSF) apresentou resposta quadrática em função das lâminas de irrigação, em todas as idades do baruzeiro (Figura 54).

Figura 54 - Massa de matéria seca de folhas (MSF, g muda⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Aos 120 DAS, a maior MSF foi de 2,95 g muda⁻¹, observada na lâmina de 80% da ETp. Já, aos 160 e 200 DAS, a lâmina de 100% proporcionou melhores resultados desse

parâmetro, de 5,13 e 6,33 g muda⁻¹. A MSF foi maior nas mudas oriundas do saco plástico, aos 160 e 200 DAS, independentemente da lâmina de irrigação (Tabela 33).

Tabela 33 - Massa seca de folhas (g muda⁻¹) do baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,47	1,40	1,45	2,60	2,30	1,64 A	0,43
	Saco plástico	0,37	0,97	2,28	3,29	2,77	1,94 A	
	Média:	0,42	1,18	1,86	2,94	2,54	1,79	
160 dias	Vaso	0,60	2,12	2,60	4,62	4,66	2,92 B	0,38
	Saco plástico	0,88	2,33	4,22	5,41	5,61	3,69 A	
	Média:	0,74	2,23	3,41	5,02	5,13	3,30	
200 dias	Vaso	0,79	2,76	3,54	5,64	5,90	3,73 B	0,34
	Saco plástico	1,23	2,84	4,97	6,40	6,75	4,44 A	
	Média:	1,01	2,80	4,26	6,02	6,33	4,08	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

4.4.2.9 Massa de muda e sua partição

Houve efeito linear dos níveis de irrigação sobre a massa de matéria seca de muda (MSM) nas três avaliações (Figura 55). A MSM atingiu valores médios de 5,3, 12,8 e 16,7 g muda⁻¹, aos 120, 160 e 200 DAS, respectivamente, na lâmina de irrigação de 100% da ETp.

Figura 55 - Massa de matéria seca de muda (MSM, g muda⁻¹) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Considerando a MSM de 100%, na ausência de *deficit* hídrico, as demais produções relativas foram de 97%, 66%, 40% e 13%, nas respectivas lâminas de 80%, 60%, 40% e 20% da ETp, aos 200 DAS do baruzeiro. Quanto aos recipientes (Tabela 34), o saco plástico proporcionou maior MSM do que o vaso rígido, em todas as idades.

Tabela 34 - Massa de muda (g muda⁻¹) do baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,98	2,55	2,59	4,66	4,75	3,11 B	0,75
	Saco plástico	0,79	2,13	4,34	6,35	5,87	3,90 A	
	Média:	0,89	2,34	3,46	5,51	5,31	3,50	
160 dias	Vaso	1,29	4,80	5,92	10,95	11,97	6,98 B	0,34
	Saco plástico	1,93	5,16	10,44	13,78	13,61	8,98 A	
	Média:	1,61	4,98	8,18	12,36	12,79	7,98	
200 dias	Vaso	1,72	6,55	8,89	14,39	15,86	9,48 B	0,56
	Saco plástico	2,79	6,65	13,31	17,87	17,53	11,63 A	
	Média:	2,25	6,60	11,10	16,13	16,70	10,56	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

Não houve interação significativa de recipiente x lâmina de irrigação na partição da MSM do baruzeiro, exceto a MSC, aos 160 DAS. A MSM foi constituída principalmente de folhas (pecíolos + folíolos) e de raízes, e de menor percentual de caule (Figura 56).

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula para lâminas de irrigação dentro de recipiente (gráficos à esquerda), e maiúscula para recipientes dentro de lâmina (gráficos à direita), para cada órgão (raízes, caule e pecíolos + folíolos), não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey; NS - interação não significativa

Figura 56 - Partição percentual da massa de matéria seca de muda (MSM) do baruzeiro, aos 120, 160 e 200 dias após semeadura (DAS), em função de recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Os valores de MSM, aos 200 DAS, encontrados neste experimento, são similares aos obtidos por Melo (1999), todavia inferiores aos de Pacheco (2008). Diferenças de resultados entre trabalhos são atribuídas principalmente à diferença de idade das mudas e ao substrato utilizado, já que o último autor avaliou a MSM aos oito meses de idade e utilizou como substrato, latossolo vermelho com 50% de argila.

4.4.2.10 Relação das massas de raízes e da parte aérea

A relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA) apresentou resposta linear crescente, em função das lâminas de irrigação (Figura 57). O valor médio mínimo de MSR/MSPA foi de 0,57, na lâmina de irrigação de 20%, aos 160 DAS, e o valor médio máximo de 0,80, na lâmina de 100%, aos 200 DAS.

Figura 57 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA) do baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Além de propiciar aumento significativo na NFO, MSR, MSF, AFO e MSM, o saco plástico foi o recipiente que promoveu maior relação MSR/MSPA (Tabela 35).

Os resultados indicam que o substrato de maior disponibilidade hídrica, favorece o desenvolvimento do sistema radicular de *D. alata* Vog., em detrimento da parte aérea. Todavia respostas obtidas por outros autores, com outras espécies, como *A. hypogaea* L. e *M. urundeuva*, demonstram o contrário, por apresentarem maior MSR/MSPA em *deficit* hídrico mais severo (CORREIA; NOGUEIRA, 2004; FIGUEIRÔA; BARBOSA; SIMABUKURO, 2004).

Tabela 35 - Relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea de mudas de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,48	0,35	0,34	0,40	0,56	0,43 B	0,03
	Saco plástico	0,44	0,61	0,48	0,46	0,55	0,51 A	
	Média:	0,46	0,48	0,41	0,43	0,55	0,47	
160 dias	Vaso	0,52	0,49	0,55	0,70	0,80	0,61 B	0,05
	Saco plástico	0,62	0,72	0,82	0,84	0,78	0,75 A	
	Média:	0,57	0,60	0,68	0,77	0,79	0,68	
200 dias	Vaso	0,55	0,59	0,66	0,76	0,84	0,68 A	0,11
	Saco plástico	0,62	0,67	0,83	0,86	0,76	0,75 A	
	Média:	0,58	0,63	0,74	0,81	0,80	0,71	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

A relação MSR/MSPA do baruzeiro foi inferior à obtida por Melo (1999), de 1,35. Isso se deve sobretudo às características de substratos utilizados, já que esse autor utilizou como substrato um latossolo vermelho escuro, de textura argilosa.

4.4.3 Qualidade das mudas: índice de Dickson

O índice de qualidade de Dickson (IQD) variou linearmente em função dos níveis de irrigação aplicados, em todas as idades das mudas de baruzeiro, sendo os modelos de equações semelhantes aos da MSM. Em média, o IQD atingiu valores máximos de 0,87, 1,78 e 2,61, aos 120, 160 e 200 dias após a semeadura, no nível de irrigação de 100% (Figura 58).

Figura 58 - Índice de qualidade de Dickson (IQD), de mudas de baruzeiro, em função de lâminas de irrigação (L, % ETp) e dias após semeadura, em Piracicaba - SP

Com relação aos recipientes, obteve-se nas três idades (120, 160 e 200 DAS), maior IQD das mudas produzidas em sacos plásticos, em comparação aos vasos (Tabela 36).

Tabela 36 - Índice de qualidade de Dickson, de mudas de baruzeiro, em função da idade, recipientes e lâminas de irrigação, em Piracicaba - SP

Idade	Recipiente	Lâmina de irrigação (% ETp)					Média	DMS
		20	40	60	80	100		
120 dias	Vaso	0,19	0,36	0,37	0,68	0,74	0,47 B	0,06
	Saco plástico	0,15	0,42	0,69	1,00	1,00	0,65 A	
	Média:	0,17	0,39	0,53	0,84	0,87	0,56	
160 dias	Vaso	0,20	0,72	0,84	1,62	1,70	1,02 B	0,13
	Saco plástico	0,31	0,79	1,54	2,04	1,86	1,31 A	
	Média:	0,26	0,76	1,19	1,83	1,78	1,16	
200 dias	Vaso	0,27	0,98	1,40	2,24	2,37	1,45 B	0,13
	Saco plástico	0,44	1,10	2,17	2,93	2,85	1,90 A	
	Média:	0,36	1,04	1,78	2,58	2,61	1,68	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

A relação MSPA/MSR, presente no denominador da equação de Dickson, Leaf e Hosner (1960) é segundo Fonseca et al. (2002) um fator determinante no IQD, já que nas mudas produzidas em vasos, esta relação foi maior e, conseqüentemente, houve redução na qualidade das mesmas.

Conforme Fonseca et al. (2002), as características morfológicas de mudas de diferentes espécies, não devem ser utilizadas isoladamente em avaliações de qualidade, pois há sempre a probabilidade do viveirista selecionar mudas de maior altura, descartando as menores, de maior DC e MSR, menor área foliar (AF), mas de maior vigor.

4.5 Coeficiente de cultivo

Os recipientes tiveram efeito significativo no Kc das mudas de jatobazeiro (*H. courbaril* L.), a 1% de probabilidade, além de interação significativa com as fases de desenvolvimento dessa espécie (Tabela 37).

Com relação às mudas de pitangueira (*E. uniflora* L.), houve efeito significativo dos recipientes no Kc, todavia não houve interação dos mesmos com as fases de desenvolvimento. Já, o Kc das mudas de baruzeiro (*D. alata* Vog) não se diferiu entre recipientes, mas estes apresentaram interação significativa, a 1% de probabilidade, com as fases de desenvolvimento.

Tabela 37 - Resumo das análises de variância do coeficiente de cultivo (Kc) das espécies nativas, em função de recipientes, fases de desenvolvimento e método de estimativa da ETo, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		Jatobazeiro (<i>H. courbaril</i> L.)		Pitangueira (<i>E. uniflora</i> L.)		Baruzeiro (<i>D. alata</i> Vog.)	
		Penman-Monteith	Tanque Classe A	Penman-Monteith	Tanque Classe A	Penman-Monteith	Tanque Classe A
Recipientes (R)	1	0,442**	0,681**	0,605**	0,898**	0,001 ^{NS}	0,005*
Fases de desenvolvimento (F)	4	0,230**	0,331**	0,089**	0,073**	0,097**	0,057**
R x F	4	0,062**	0,102**	0,003 ^{NS}	0,002 ^{NS}	0,039**	0,051**
Repetição	2	0,011 ^{NS}	0,017 ^{NS}	0,006 ^{NS}	0,008 ^{NS}	0,002 ^{NS}	0,003 ^{NS}
Resíduo	18	0,009	0,013	0,002	0,003	0,001	0,001
Total	29	0,062	0,093	0,035	0,043	0,020	0,016
CV (%):		11,68	11,52	9,26	8,81	4,15	4,05
Média geral:		0,81	1,00	0,48	0,59	0,65	0,77

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Em todas as espécies e fases de desenvolvimento, o $K_{c(Tanque)}$ foi superior ao $K_{c(Penman-Monteith)}$, provavelmente devido à equação do K_p (eq. 15), que subestima a ETo e, conseqüentemente, aumenta o K_c .

4.5.1 Coeficiente de cultivo do jatobazeiro

Os valores de K_c do jatobazeiro, no vaso, foram menores nas fases de desenvolvimento que vão do plantio a 120 DAS, não diferindo entre si, e maiores nas duas últimas fases, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância. Com relação ao citrovaso, foram estimados maiores K_c no período de 80 a 200 DAS (Figura 59).

Médias seguidas pela mesma letra, em cada recipiente e metodologia de determinação do K_c , não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Figura 59 - Coeficiente de cultivo (K_c) do jatobazeiro, em função de recipientes, metodologias de cálculo de ETo e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP

Na fase de 160 a 200 DAS, houve um declínio no Kc das mudas em citrovaso, provavelmente devido ao enovelamento do sistema radicular e à morte de raízes observada na fundo do recipiente, em razão do acúmulo de sais lixiviados pela frente de molhamento até a base. Consequentemente, houve redução da absorção de água, da ETp e do Kc.

Nas fases a partir do plantio a 80 dias após a semeadura (DAS), não houve diferença estatística do Kc entre os recipientes, todavia, de 80 a 200 DAS, maiores valores de Kc foram obtidos no citrovaso (Tabela 38). Isso se deve sobretudo ao maior desenvolvimento do sistema radicular e da área foliar das mudas nesse recipiente, fatores estes, que segundo Pereira e Allen (1997), contribuem para o aumento da ETp e, consequentemente, do Kc.

Tabela 38 - Coeficiente de cultivo do jatobazeiro, em função da metodologia de cálculo, recipientes e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP

Metodologia de cálculo	Recipiente	Fases de desenvolvimento (DAS)					Média	DMS
		Plantio-40	40-80	80-120	120-160	160-200		
ETo Penman-Monteith	Vaso	0,54 a	0,65 a	0,59 b	0,75 b	0,90 b	0,68	0,16
	Citrovaso	0,55 a	0,73 a	1,03 a	1,20 a	1,12 a	0,93	
	Média:	0,54	0,69	0,81	0,98	1,01	0,81	
ETo tanque Classe A	Vaso	0,71 a	0,77 a	0,73 b	0,98 b	1,05 b	0,85	0,20
	Citrovaso	0,72 a	0,86 a	1,28 a	1,56 a	1,32 a	1,15	
	Média:	0,71	0,82	1,01	1,27	1,18	1,00	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma metodologia, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

4.5.2 Coeficiente de cultivo da pitangueira

Os valores de Kc das mudas de pitangueira, nas fases inicial (plantio a 40 DAS), intermediária (80 a 120 DAS) e final (160 a 200 DAS) se diferiram pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O Kc das mudas de pitangueira variaram desde 0,35 a 0,67, pelo método padrão da FAO/56, de Penman-Monteith, valores estes inferiores em aproximadamente 25% aos obtidos com a metodologia do tanque Classe A (Figura 60).

Médias seguidas pela mesma letra, em cada metodologia de determinação do Kc, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Figura 60 - Coeficiente de cultivo (Kc) da pitangueira, em função de metodologias de estimativa da ETo, e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP

Os coeficientes de cultivo das mudas produzidas em saco plástico foram inferiores aos obtidos em vaso rígido, independentemente da fase de desenvolvimento (Tabela 39).

Tabela 39 - Coeficiente de cultivo da pitangueira, em função da metodologia de cálculo, recipientes e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP

Metodologia de cálculo	Recipiente	Fases de desenvolvimento (DAS)					Média	DMS
		Plantio-40	40-80	80-120	120-160	160-200		
ETo Penman-Monteith	Vaso	0,46	0,56	0,59	0,66	0,84	0,62 A	0,03
	Saco plástico	0,23	0,30	0,31	0,36	0,50	0,34 B	
	Média:	0,35	0,43	0,45	0,51	0,67	0,48	
ETo tanque Classe A	Vaso	0,62	0,69	0,76	0,79	0,95	0,76 A	0,04
	Saco plástico	0,32	0,37	0,40	0,43	0,57	0,42 B	
	Média:	0,47	0,53	0,58	0,61	0,76	0,59	

Médias seguidas pela mesma letra na linha e na coluna, para a mesma metodologia, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

O menor Kc das mudas em saco plástico, se deve aos menores valores de AM, AF, MSR e MSM, pois o Kc é um índice adimensional, que depende da resistência aerodinâmica, em função da altura das mudas e área foliar, e dependente também do volume de raízes e estágio de desenvolvimento (FREVERT; HILL; BRAATEN, 1983).

4.5.3 Coeficiente de cultivo do baruzeiro

Os valores de Kc das mudas de baruzeiro, provenientes do vaso rígido, foram estatisticamente semelhantes, pelo teste de Tukey, a 0,05 de significância, nas fases que vão de 0 a 120 DAS, ao utilizar o método de Penman-Monteith, sendo o maior Kc de 0,73, na

última fase das mudas. Entretanto, não houve diferença no Kc das mudas nesse recipiente, quando se utiliza a metodologia do tanque Classe A (Figura 61).

Médias seguidas pela mesma letra, em cada metodologia de determinação do Kc, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Figura 61 - Coeficiente de cultivo (Kc) do baruzeiro, em função de recipientes, metodologias de estimativa da ETo, e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP

O uso do saco plástico propiciou menor Kc do baruzeiro nos primeiros 40 DAS, Kc intermediário nas fases de 40 a 160 DAS, e Kc estatisticamente maior, pelo teste de Tukey, de 160 a 200 DAS, em relação às demais fases. Esse recipiente também proporcionou menor Kc de 0 a 120 DAS, e Kc superior de 160 a 200 DAS, em relação ao vaso (Tabela 40).

Tabela 40 - Coeficiente de cultivo do baruzeiro, em função da metodologia de cálculo, recipientes e de fases de desenvolvimento das mudas, em Piracicaba - SP

Metodologia de cálculo	Recipiente	Fases de desenvolvimento (DAS)					Média	DMS
		0-40	40-80	80-120	120-160	160-200		
ETo Penman-Monteith	Vaso	0,60 a	0,64 a	0,66 a	0,68 a	0,73 b	0,66	0,05
	Saco plástico	0,45 b	0,54 b	0,56 b	0,72 a	0,98 a	0,65	
	Média:	0,52	0,59	0,61	0,70	0,85	0,65	
ETo tanque Classe A	Vaso	0,75 a	0,81 a	0,78 a	0,78 a	0,78 b	0,78	0,05
	Saco plástico	0,56 b	0,68 b	0,65 b	0,84 a	1,04 a	0,75	
	Média:	0,66	0,74	0,72	0,81	0,91	0,77	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, para a mesma metodologia, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. DMS: Diferença Mínima Significativa

Pode-se afirmar, segundo Pereira e Allen (1997) e Allen et al. (1998), que o Kc é um índice que depende de inúmeras variáveis, do clima, do solo e, principalmente das características da espécie vegetal cultivada e de seu manejo.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, acerca da produção de mudas de espécies nativas do Cerrado, em casa de vegetação, em Piracicaba, SP, conclui-se que: (i) o desenvolvimento (AM, DC, NF, AF, CR, MSR, MSC, MSF e MSM) e qualidade de mudas de jatobazeiro (*H. courbaril* L.) dependem da lâmina de irrigação, sendo o nível de 90,1% a 100% da ETp o mais adequado; (ii) o citrovaso (R1) proporcionou maior MSR, AF e evapotranspiração potencial do jatobazeiro, em relação ao vaso rígido (R2) e, conseqüentemente, maior Kc, na fase de 80 a 200 DAS; (iii) mudas de pitangueira (*E. uniflora* L.) e de baruzeiro (*D. alata* Vog.) apresentaram maior desenvolvimento e qualidade, em ausência de *deficit* hídrico (lâmina de 100%); (iv) o vaso rígido (R3) originou mudas de pitangueira de maior biomassa seca (raízes, caule e folhas), índice de qualidade e Kc, em comparação ao saco plástico (R4); (v) à medida que se aumenta o *deficit* hídrico em mudas de pitangueira, na faixa de 80% a 20% da ETp, é maior a resistência desta espécie à seca, em razão da maior relação MSR/MSPA; (vi) o saco plástico (R4), de maior altura, originou mudas de baruzeiro mais desenvolvidas e de maior qualidade (IQD), em comparação ao vaso rígido (R3); (vii) no período da semeadura a 200 dias, mudas de jatobazeiro e de baruzeiro produziram maior biomassa na fase de 120 a 160 DAS, e as de pitangueira, na fase de 160 a 200 DAS; (viii) na fase de muda (até 200 dias de idade), o Kc das espécies, obtido através da metodologia de Penman-Monteith, apresentou, em média, os seguintes valores: *H. courbaril* L (0,54-1,01), *E. uniflora* L. (0,35-0,67) e *D. alata* Vog (0,52-0,85).

REFERÊNCIAS

- ABREU, N.A.A. de; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B.G.; TEIXEIRA, G.A.; SOUZA, H.A. de; RAMOS, J.D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substratos com utilização de superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1117-1124, nov./dez. 2005.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALMEIDA, M.S. de. **Desenvolvimento de mudas de tamarindeiro: tamanhos de recipiente, substratos, peso de sementes e profundidades de semeadura**. 2008. 42 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.
- ALMEIDA, S.P. de; SILVA, J.A. da; RIBEIRO, J.F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas do cerrado: araticum, baru, cagaita e jatobá**. 2 ed. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1990. 83 p. (Documentos, 26).
- ALMEIDA, S.P. de; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1998. 464 p.
- ANDRADE, A.M. de; CARVALHO, C.J. de. Produção de celulose e de papel Kraft da madeira de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 3, n. 2, p. 28-35, 1996.
- ANDRADE, L.A. de. **Avaliação hidráulica e de resistência a tração de dois modelos de mangueiras gotejadoras**. 2005. 76 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.
- ANDRIOLO, J.L. **O cultivo de plantas com fertirrigação**. Santa Maria: UFSM, 1996. 47 p.
- ANGELOCCI, L.R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: introdução ao tratamento biofísico**. Piracicaba: Ed. do Autor, 2002. 272 p.
- ÁVIDOS, M.F.D.; FERREIRA, L.T. **Frutos dos Cerrados: preservação gera muitos frutos**. Disponível em: <<http://www.biotechnologia.com.br/revista/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2010.

AZERÊDO, G.A. de; BRUNO, R.L.A.; ANDRADE, L.A. de; CUNHA, A.O. Germinação em sementes de espécies florestais da Mata Atlântica (Leguminosae) sob condições de casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 33, n. 1, p. 11-16, 2003.

BAILLE, A. Irrigation management strategy of greenhouse crops in Mediterranean countries. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 365, n. 1, p. 105-122, 1994.

BASSINI, F. **Caracterização de populações de barueiros (*Dipteryx alata* Vog. – Fabaceae) em ambientes naturais e explorados**. 2008. 142 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.

BECKMANN, M.Z.; DUARTE, G.R.B.; PAULA, V.A. de; MENDEZ, M.E.G.; PEIL, R.M.N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 86-92, jan./fev. 2006.

BELLÉ, S.; KÄMPF, A.N. Produção de mudas de maracujá-amarelo em substratos à base de turfa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 385-390, 1993.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BEZERRA, J.E.F.; SILVA JÚNIOR, J.F. da; LEDERMAN, I.E. **Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 30 p. (Série Frutas Nativas, 1).

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA JÚNIOR, J.F. da; ALVES, M.A. Comportamento da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob irrigação na região do Vale do Rio Moxotó, Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 177-179, 2004.

BOÉDT, L.; VERHEYE, W. Evaluation of profile available water capacity. 1. The conceptual approach. **Pedologie**, Ghent, v. 35, p. 55-65, 1985.

BRAY, E.A. Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 2, n. 2, p. 48-54, Feb. 1997.

BRIGGS, L.J.; SHANTZ, H.L. **The wilting coefficient for different plants and its indirect determination**. Washington: Department of Agriculture, 1912. 83 p. (Bulletin, 230).

BUCKINGHAM, E. **Studies on the movement of soil moisture**. Washington: USDA Bureau, 1907. 61 p. (Soils Bulletin, 38).

BURIOL, G.A.; LUZZA, J.; HELDWEIN, A.B.; STRECK, N.A. Evaporação d'água em estufas plásticas e sua relação com o ambiente externo: 1 – avaliação com o uso do tanque classe A e do evaporímetro de Piche. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 35-41, 2001.

BURIOL, G.A.; RIGHI, E.Z.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; ESTEFANEL, V. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2000.

CABRAL, E.L.; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasilica**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2004.

CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G.A.B.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P. dos; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 441-447, abr. 2008.

CARVALHO FILHO, J.L.S. de; ARRIGONI-BLANK, M. de F.; BLANK, A.F.; RANGEL, M.S.A. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 109-118, 2003.

CASAROLI, D.; JONG VAN LIER, Q. de. Critérios para a determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 59-66, jan./fev. 2008.

CASSEL, D.K.; KLUTE, A. Water potential: tensiometry. In: KLUTE, A. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy. 1986. p. 563-596.

CASTELLEN, M. da S. **Avaliação do estado de conservação de populações naturais de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por meio de análises de estrutura genética e autocorrelação espacial**. 2005. 104 p. Tese (Doutorado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos; FELIPPETO, J.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S.; FIALHO, F.B. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1022-1029, 2008.

CHAVES, L.J. **Domesticação e uso de espécies frutíferas do Cerrado**. Disponível em: <<http://www.sbmp.org.br.htm>>. Acesso em: 01 out. 2003.

COELHO, R.D.; VILELA, L.A.A.; RESENDE, R.S.; TEIXEIRA, M.B.; SÁ, J.S. de. Entupimento de gotejadores em decorrência de pulsos de partículas sólidas na malha hidráulica. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 108-122, jan./mar. 2007.

CONCEIÇÃO, M.A.F. Manejo da irrigação. In: MELO, G.W.B. de; BRUNETTO, G.; NACHTIGAL, J.C.; MAIA, J.D.G.; GARRIDO, L.R.; ANTONIOLLI, L.R.; PALADINI, L.A.; CONCEIÇÃO, M.A.F.; BOTTON, M.; SÔNEGO, O.R.; SOUZA, R.T. de; NAVES, R. de L.; CAMARGO, U.A. **Sistema de produção de uva de mesa do norte de Minas Gerais**. Embrapa Uva e Vinho: dez. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteMinas/irrigacao.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2011.

CONSOLINI, A.E.; SARUBBIO, M.G. Pharmacological effects of *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) aqueous crude extract on rat's heart. **Journal of Ethnopharmacology**, Ireland, v. 81, p. 57-63, June 2002.

CORRÊA, G.C.; NAVES, R.V.; ROCHA, M.R. da; CHAVES, L.J.; BORGES, J.D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, out./dez. 2008.

CORREIA, K.G.; NOGUEIRA, R.J.M.C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-7, 2004.

CUENCA, R.H. **Irrigation system design**: an engineering approach. New Jersey: Prentice-Hall, 1989. 133 p.

DALMAGO, G.A.; HELDWEIN, A.B.; NIED, A.H.; GRIMM, E.L.; PIVETTA, C.R. Evapotranspiração máxima da cultura de pimentão em estufa plástica em função da radiação solar, da temperatura, da umidade relativa e do déficit de saturação do ar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 785-792, jun. 2006.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Ontario, v. 36, p. 10-13, 1960.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 179 p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPMANS, J.W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 191-192, jan./mar. 2000.

DOURADO NETO, D.; JONG VAN LIER, Q. de; METSELAAR, K.; REICHARDT, K.; NIELSEN, D.R. General procedure to initialize the cyclic soil water balance by the Thornthwaite and Mather method. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 67, n.1, p. 87-95, jan./fev. 2010.

ELMALOGLOU, S.; DIAMANTOPOULOS, E. Soil water dynamics under surface trickle irrigation as affected by soil hydraulic properties, discharge rate, dripper spacing and irrigation duration. **Irrigation and Drainage**, New Delhi, v. 59, n. 3, p. 254-263, July 2010.

EVANGELISTA, A.W.P.; PEREIRA, G.M. Avaliação de dois tipos de evaporímetros na estimativa da evapotranspiração de referência, no interior de casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p.1348-1353, nov./dez. 2003.

FAO. **The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050?** In: EXPERT MEETING ON HOW TO FEED THE WORLD IN 2050. Roma, 2009. 33 p.

FARIAS, D.C. de; MATA, M.E.R.M.C.; DUARTE, M.E.M.; LIMA, A.K.V.O. Qualidade fisiológica de sementes de jatobá submetidas a diferentes temperaturas criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 67-74, 2006.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 17-22, 1994.

FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R.; BERLATO, M.A.; OLIVEIRA, A.C.B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62. 1993.

FERMINO, M.H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p. 29-37.

_____. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas.** 2003. 90 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Horticultura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

FERNANDES, C.; CORÁ, J.E.; ARAÚJO, J.A.C. de. Utilização do tanque classe a para a estimativa da evapotranspiração de referência dentro de casa de vegetação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 4, n. 1, p. 46-50, jan./abr. 2004.

FERNANDES, J.M. Jatobá (*Hymenaea courbaril* L. – Leguminosae Caesalpinoideae): uso medicinal, cultivo e contribuições para a espécie. **Revista Educação Ambiental em Ação**, ano 5, n. 18, set./nov. 2006. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=424&class=19>>. Acesso em: 04 mar. 2011.

FERRAZ, M.V.; CENTURION J.F.; BEUTLER A.N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientia Agronômica**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 209-214, abr./jun. 2005.

FERREIRA, R.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; MALAVASI, M. de M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel - baru (Leguminosae Papilionoideae). **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 73-86, 1998.

FIGUEIRÔA, J.M. de; BARBOSA, D.C.A.; SIMABUKURO, E.A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de Hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 189 p.

FIUZA, T.S. **Biotividade de extratos e frações das folhas da *Eugenia uniflora* L. e da *Hyptidendron canum* (Pohl ex Benth.) Harley em microrganismos (bactérias e fungo) e em *Oreochromis niloticus* L.** 2009. 213 p. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FOUQUÉ, A. Les plantes médicinales présentes en Fôret Guyanaise. **Fruits**, Paris, v. 36, n. 10, p. 567-592, 1981.

FRANZÃO, A.A.; MELO, B. de. **A cultura da pitangueira**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciagiufu.br>>. Acesso em: 29 nov. 2008.

FRANZON, R.C. **Propagação vegetativa e modo de reprodução da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.)**. 2008. 102 p. Tese (Doutorado em Fruticultura de Clima Temperado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

FREVERT, D.R.; HILL, R.W.; BRAATEN, B.C. Estimation of FAO evapotranspiration coefficients. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 109, n. 2, p. 265-270, 1983.

GANGA, R.M.D. **Variabilidade de plantas e progênes de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado**. 2008. 126 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

GARDNER, W. The capillarity potential and its relation to soil moisture constants. **Soil Science**, Baltimore, v. 10, p. 357-359, 1920.

GARDNER, W.H. Water content. In: KLUTE, A. (Ed.) **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy. 1986. p. 493-544.

GOMES J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GONÇALVES, A.L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. (Org.) **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. p. 107-115.

GONDIM, T.M.S.; SILVA, F.F.S. da; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, E.M.; SILVA FILHO, J.L. da. Teor relativo de água e métodos para determinação de área foliar em algodão colorido *Gossypium hirsutum* cultivar BRS 200 marrom. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, 2009. p. 941-951.

GONZALEZ, R.A.; PERZ, S.M.; BLANCO, J.J. Estudio sobre el comportamiento en vivero de *Pinus caribaea* var. *caribaea* cultivado en envases de polietileno de 12 dimensiones diferentes. **Forestal Baracoa**, Cuba, v. 18, n. 1, p. 39-51, 1988.

GRAF, C.C. Produção de mudas sadias. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Citricultura do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. Uberaba, 1999. p. 37-40.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Em primeira edição, FRUIT & LOG atrai empresas do setor para reserva de estandes**. 2009. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/imprensa/0906_EmPrimeiraEdicao.asp>. Acesso em: 12 abr. 2011.

JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; ALLEN, R.G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. New York: American Society of Civil Engineers, 1990. 332 p.

KÄMPF, A.N. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 1-6. (Documentos IAC, 70).

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rainbird Sprinkler Manufacturing, 1975. 133 p.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Condutividade hidráulica de um Latossolo Roxo, não saturado, sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 945-953, 2002.

KLEIN, V.A.; SIOTA, T.A.; ANESI, A.L.; BARBOZA, R. Propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas comerciais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 218-221, set./dez. 2000.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KÖPPEN, W. **Climatología**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

LEE, Y.T.; LANGENHEIM, J.H. **Systematics of the genus *Hymenaea* L. (Leguminosae, Caesalpinioidea, Detarieae)**. Berkeley: University of California Press, 1975. 105 p.

LEITE JÚNIOR, J.B. **Dessalinização do solo provocada pelo excesso do íon potássio em latossolo vermelho amarelo cultivado com alface americana (*Lactuca sativa* L.) irrigada sob ambiente protegido.** 2000. 80 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2000.

LELES, P.S.S.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 11-19, jan./mar. 1998.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo.** São Paulo: EDUSP, 2005. 335 p.

LIMA, R.A.; VIEIRA, V. A Terra não aguenta. **Veja**, São Paulo, n. 2085, p. 96-99, nov. 2008.

LIMA, R.L.S. de; SEVERINO, L.S.; SILVA, M.I.L.; VALE, L.S. do; BELTRÃO, N.E.M. Volume de recipientes e composição de substratos para produção de mudas de mamoneira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 480-486, maio/jun. 2006.

LIRA JÚNIOR, J.S. de; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA JÚNIOR, J.F. da. **Pitangueira.** Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 2007. 87 p.

LOPES FILHO, P.P. **Utilização de diferentes tanques evaporímetros em ambiente protegido.** 2002. 79 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

LOPES, L.N.; MARTINS E.; SANTORO, B.L.; SOUZA, C.F. Caracterização da distribuição da água no solo para irrigação por gotejamento. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 564-577, out./dez. 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352 p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil:** nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512 p.

MAIA, C.E.; LEVIEN, S.L.A.; MEDEIROS, J.F. de; DANTAS NETO, J. Dimensões de bulbo molhado na irrigação por gotejamento superficial. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 149-158, jan./mar. 2010.

MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 661-666, jul. 2005.

MELO, J.T. de. **Respostas de mudas de espécies arbóreas do cerrado a nutrientes em Latossolo Vermelho Escuro**. 1999. 104 p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

MELO, M.G.G. de; MENDES, A.M.S. **Informativo técnico rede de sementes da Amazônia: jatobá *Hymenaea courbaril* L.**, Manaus: Universidade do Estado do Amazonas, 2005. 2 p. (Informativo Técnico, 2).

MELO, M.G.G. de; MENDONÇA, M.S. de; MENDES, A.M.S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-Caesalpinioideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

MIELKE, M.S.; HOFFMANN, A.; ENDRES, L.; FACHINELLO, J.C. Comparação de métodos de laboratório e de campo para a estimativa da área foliar em fruteiras silvestres. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 82-88, jan/abr. 1995.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. da; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Oxford, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, H.H.C. do. **Caracterização ecofisiológica de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) submetidas a déficit hídrico**. 2009. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

NASCIMENTO, H.H.C. do; NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA, E.C. da; SILVA, M.A. da. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, p. 617-626, 2011.

NAVES, R.V. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos**. 1999. 206p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

NIED, A.H.; HELDWEIN, A.B.; SAGGIN, S.L.; DALMAGO, G.A. Evaporação d'água em estufas plásticas, cultivadas com diferentes espécies, e sua relação com variáveis

meteorológicas externas, Santa Maria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: EPAGRI; Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p. 2172-2177.

NIETSCHKE, S.; GONÇALVES, V.D.; PEREIRA, M.C.T.; SANTOS, F.A.; ABREU, S.C. de; MOTA, W. da. Tamanho da semente e substratos na germinação e crescimento inicial de mudas de cagaiteira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1321-1325, nov./dez. 2004.

NOGUEIRA, C.C.P.; COELHO, E.F.; LEÃO, M.C.S. Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 315-320, 2000.

NUNES, M.A. Water relations in coffee. Significance of plant water deficit to growth and yield: a review. **Journal of Coffee Research**, Karnataka, v. 6, p. 4-21, 1976.

OLITTA, A.F.L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo: Nobel, 1989. 267 p.

OLIVEIRA, A.N. **Variação genética entre e dentro de procedências de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1998. 80 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

OLIVEIRA, D.L.; ROCHA, C. Alternativas sustentáveis para a merenda escolar com o uso de plantas do cerrado, promovendo educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 21, p. 35-53, jul./dez. 2008.

OLIVEIRA, K.A.M.; RIBEIRO, L.S.; OLIVEIRA, G.V. de; PEREIRA, J.M.A.T.K.; MENDONÇA, R.C.S.; ASSUMPÇÃO, C.F. Desenvolvimento de formulação de iogurte de araticum e estudo da aceitação sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 277-281, jul./set. 2008.

OLIVEIRA, L.B. de; MARTINS, A.M.C.M. Considerações sobre a umidade de 15 atmosferas e a umidade de murchamento (método fisiológico) em solos do Nordeste. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 91-95, 1966.

OLIVEIRA, P.K.B.; OLIVEIRA, T.S.; CAMELO, A.M.; ROMERO, R.E. Crescimento de plantas de cajueiro anão precoce influenciado pela compactação e temperatura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 11-18, 2003.

OLIVEIRA, R.P. de; SCIBITTARO, W.B.; BORGES, R.S.; NAKASU, B.H. **Mudas de citros: etapas da produção de mudas certificadas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. (Sistemas de Produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/MudasdeCitros/cap03.htm>>. Acesso em: 26 jan. 2011.

OTHMER, H.; DIEKKRUGER, B.; KUTILEK, M. Bimodal porosity and unsaturated hydraulic conductivity. **Soil Science**, Baltimore, v. 152, n. 3, p. 139-150, 1991.

PACHECO, A.R. **Adubação de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), em viveiro**. 2008. 86 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; PEREIRA, A.S.; BARBIERI, V.A. model for the class A pan coefficient. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 76, n. 2, p. 75-82, 1995.

PEREIRA, L.S.; ALLEN, R.G. Novas aproximações aos coeficientes culturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 16, n. 4, p. 118-143, 1997.

PEZZOPANE, J.E.M.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. Modificações microclimáticas provocadas por estufa com cobertura plástica. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 2, p. 419-425, 1995.

PIMENTEL, N.M. **Processo produtivo para o aproveitamento dos produtos florestais não-madeireiros do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

PINTO, J.E.B.P.; SANTIAGO, E.J.A.; LAMEIRA, O.A. **Compêndio de plantas medicinais**. Lavras: UFLA; FAEPE, 2000. 208 p.

PIO, R.; GONTIJO, T.C.A.; RAMOS, J.D.; CHALFUN, N.N.J. Características físico-químicas de frutos de pitangueira em função da altura de inserção na planta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 105-107, 2005.

PIVETTA, C.R.; HELDWEIN, A.B.; MALDANER, I.C.; RADONS, S.R.; TAZZO, I.F.; LUCAS, D.D. Evapotranspiração máxima do pimentão cultivado em estufa plástica em

função de variáveis fenométricas e meteorológicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 768-775, 2010.

POPULATION RESOURCE CENTER. **Rethinking global population: population projections**. Disponível em <http://www.prcdc.org/globalpopulation/Population_Projections/>. Acesso em: 03 jul. 2011.

POULOVASSILIS, A. The influence of the initial water content on the redistribution of soil water after infiltration. **Soil Science**, Baltimore, v. 135, p. 275-281, 1983.

PRADO, A.P. do. **Aspectos autoecológicos e silviculturais de *Eugenia involucrata* DC.** 2009. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

PRADOS, N.C. **Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almería: necesidades hídricas y extracción del nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno.** 1986. 195 p. Tesis (Doctorado en Fitotecnia) - Caja Rural Principal, Almería, 1986.

PUENTE DE LA VEGA, M.L.B. **Fitomonitoração e modelagem de fotossíntese em jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) com redes neurais artificiais.** 2003. 188 p. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

REICHARDT, K. Capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 12, n. 13, p. 211-216, 1988.

REIS, L.S.; SOUZA, J.L. de; AZEVEDO, C.A.V. de. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p. 289-296, 2009.

RIBEIRO, J.F.; SANO, S.M.; BRITO, M.A. de; FONSECA, C.E.L. da. **Baru (*Dipteryx alata* Vog.).** Jaboticabal: FUNEP, 2000. 41 p. (Série Frutas Nativas, 10).

RIBEIRO, K.D.; MENEZES, S.M.; MESQUITA, M.G.B.F.; SAMPAIO, F.M.T. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de lavras - MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175, jul./ago. 2007.

RIBEIRO, P.A.A.; COELHO, R.D.; TEIXEIRA, M.B. Entupimento de tubos gotejadores convencionais com aplicação de cloreto de potássio (branco e vermelho) via duas qualidades de água. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 279-287, mar./abr. 2010.

RICHARDS, L.A. The usefulness of capillary potential to soil moisture and plant investigators. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 37, p. 719-42, 1928.

_____. Pressure-membrane apparatus, construction and use. **Agronomy Engineering**, Madison, v. 28, p. 451-454, 1947.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgard Blucher, 1971. 294 p.

ROCHA, R.B.; ROCHA, M.G.B.; SANTANA, R.C.; VIEIRA, A.H. Estimação de parâmetros genéticos e seleção de procedências e famílias de *Dipteryx alata* Vogel (baru) utilizando metodologia de REML/BLUP e E(QM). **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 331-338, jul./set. 2009.

ROSA, C.I.L.F.; FREITAS, P.S.L.; GONÇALVES, A.C.A.; REZENDE, R.; BERTONHA, A.; TRINTINALHA, M.A. Dimensões de bulbo molhado no solo, a partir de fonte pontual de água, para manejo de água na cultura da pupunha (*Bactris gasipaes*, Kunth). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 169-174, 2004.

ROSENBERG, N.J.; MCKENNEY, M.S.; MARTIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and a simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 47, n. 2/4, p. 303-320, Sept. 1989.

ROSENTHAL, W.D.; ARKIN, G.F.; SHOUSE, P.L.; JORDAN, W.R. Water deficit effects on transpiration and leaf growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, n. 6, p. 1019-1026, 1987.

SAMÔR, O.J.M.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G.; LELES, P.S.S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 209-215, abr./jun. 2002.

SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F.; BRITO, M.A. de. **Baru**: biologia e uso. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 52 p. (Documentos).

SANO, S.M.; VIVALDI, L.J.; SPEHAR, C.R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 513-518, 1999.

SANTOS, A.F. dos; SILVA, S.M.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, M.S. da; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Alterações fisiológicas durante a maturação de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Miami, v. 46, p. 52-54, Oct. 2002.

SANTOS, M. de F.; RIBEIRO, W.R.C.; FAIAD, M.G.R.; SANO, S.M. Fungos associados às sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 19, n. 1, p. 135-139, 1997.

SANTOS, R.F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SCALON, S. de P.Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M.R.; VERALDO, F. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 652-655, dez. 2001.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D. de; KÄMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002.

SENA, L.H. de M.; MATOS, V.P.; SALES, A.G. de F.A.; FERREIRA, E.G.B. de S.; PACHECO, M.V. Qualidade fisiológica de sementes de pitangueira submetidas a diferentes procedimentos de secagem e substratos - parte 2. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 412-417, 2010.

SENTELHAS, P.C. **Estimativa diária da evapotranspiração de referência com dados de estação meteorológica convencional e automática**. 1998. 97 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SENTELHAS, P.C.; FOLEGATTI, M.V. Class-A pan coefficients (Kp) to estimate daily reference evapotranspiration (ET_o). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 111-115, 2003.

SILVA, A.P.P.; MELO, B.; FERNANDES, N. **Fruteiras do cerrado**. Uberlândia: UFU. Disponível em: <www.fruticultura.iciag.ufu.br>. Acesso em 01 jun. 2009.

SILVA, C.A. da. **Resposta do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) à lâminas de irrigação por gotejamento**. 2007. 68 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

SILVA, C.A. da; ALMEIDA, M.S. de; MELO, B. de; SILVA, C.J. da. Sistema radicular de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob doses de vermiculita e tamanhos de recipiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008.

SILVA, C.A. da; DOURADO NETO, D.; SILVA, C.J. da; MELO, B. de ; PODE, C.E.M. Sistema radicular de mudas de baruzeiro (*Dipteryx alata* Vog.) sob adubação potássica e gesso agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Caçador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010.

SILVA, C.J. da; SILVA, C.A. da; ALMEIDA, M.S. de; MELO, B. de. Influência da vermiculita no desenvolvimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em dois tamanhos de recipiente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008.

SILVA, J.A.; SILVA, D.J.; JUNQUEIRA, N.T.V.; ANDRADE, L.R.M. **Frutas nativas dos cerrados**. Brasília: EMBRAPA, CPAC, SPI, 1994. 166 p.

SILVA, M.R.; SILVA, M.S.; MARTINS, K.A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 176-182, maio/ago. 2001.

SILVA, S. de M. Pitanga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 1, abr. 2006.

SNYDER, R.L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. **Journal of the Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 118, p. 977-980, 1992.

SOARES, A.R.; MANTOVANI, E.C.; SOARES, A.A.; BATISTA, R.O.; COELHO, M.B.; RENA, A.B. Produção e distribuição de raízes em cafeeiros irrigados por gotejamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 15, n. 2, 130-140, abr./jun. 2007.

SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; TORRES, M.C.L.; VERA, R. TEIXEIRA, J.S.; ALVES, L.C. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 51-56, mar. 2007.

SOARES, T.N.; CHAVES, J.L.; TELLES, M.P.C.; DINIZ-FILHO, J.A.F.; RESENDE, L.V. Distribuição espacial da variabilidade genética intrapopulacional de *Dipteryx alata*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 9, p. 1151-1158, set. 2008.

SOUZA, C.C. de; OLIVEIRA, F.A. de; SILVA, I.F. da; AMORIM NETO, M.S. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 338-342, 2000.

SOUZA, C.F.; FOLEGATTI, M.V.; OR, D. Distribution and storage characterization of soil solution for drip irrigation. **Irrigation Science**, New York, v. 27, n. 4, p. 277-288, 2009.

SOUZA, C.F.; MATSURA, E.E. Distribuição da água no solo para o dimensionamento da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 7-15, jan./abr. 2004.

SOUZA, L.D.; REICHARDT, K. Estimativas da capacidade de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 183-189, 1996.

SPAANS, E.J.A.; BAKER, J.M. Calibration of watermark soil moisture sensors for soil matric potential and temperature. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 143, n. 2, p. 213-217, 1992.

STANGHELLINI, C. Evapotranspiration in greenhouse with special reference to Mediterranean conditions. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 335, p. 295-304, 1993.

STUBBLEBINE, W.H.; LANGENHEIM, J.H. Estudos comparativos da variabilidade na composição da resina da folha entre árvore parental e progênie de espécies selecionadas de *Hymenaea*: comparação de populações Amazônicas com uma população do sudeste brasileiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 10, n. 2, p. 293-309, 1980.

SYKES, D.J. Reconsideração do conceito da umidade de murchamento permanente. **Turrialba**, San Jose, v. 19, p. 525-530, 1969.

TAGLIAFERRE, C.; OLIVEIRA, R.A. de; SEDIYAMA, G.C.; CECON, P.R.; MATERÁN, F.J.V.; MARTINEZ, M.A. Influência da presença da bordadura e dos níveis de água na evaporação obtida em minievaporímetros. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 161-167, mar./abr. 2011.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I.A.; GARBELOTTI, M.L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

TOGASHI, M. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1993. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

TOPP, G.C.; DAVIS, J.L.; ANNAN, A. Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. **Water Resources Research**, Washington, v. 16, p. 576-583, 1980.

TOWNEND, J.; DICKINSON, A.L. A comparison of rooting environments in containers of different sizes. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 175, n. 1, p. 139-146, Aug. 1995.

ULHÔA, M.L. **Efeito da calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial e nutrição de plantas de do baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta de lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hil) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hil)**. 1997. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

VALANDRO, J.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L.; HELDWEIN, A.B. Transpiração do tomateiro cultivado fora do solo em estufa plástica e sua relação com os elementos meteorológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p.1593-1600, nov./dez. 2007.

VALLILO, M.I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - caracterização do óleo da semente. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 115-125, dez. 1990.

VALLONE, H.S.; GUIMARÃES, R.J. ; MENDES, A.N.G.; SOUZA, C.A.S.; CUNHA, R.L. da; DIAS, F.P. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60, jan./fev. 2010.

VALLONE, H.S. **Recipientes e substratos na produção de mudas e no desenvolvimento inicial de cafeeiros (*Coffea arabica* L)**. 2006. 89 p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

VAN GENUCHTEN, M.T. A colosed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 44, n. 1, p. 892-898, 1980.

VEIHMAYER, F.J.; HENDRICKSON, A.H. The moisture equivalent as a measure of the field capacity of soil. **Soil Science**, Baltimore, v. 32, p. 181-193, 1931.

_____. Methods of measuring field capacity and wilting percentages of soil, **Soil Science**, Baltimore, v. 68, p. 75-94, 1949.

VERA, R.; SOARES JÚNIOR, M.S.; NAVES, R.V.; SOUZA, E.R.B. de; FERNANDES, E.P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W.M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 112-118, mar. 2009.

VERA, R.; SOUZA, E.R.B. de; FERNANDES, E.P.; NAVES, R.V.; SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; XIMENES, P.A. Caracterização física e química de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 93-99, jun. 2007.

VIEIRA, R.F.; COSTA, T. da S.A.; SILVA, D.B. da; FERREIRA, F.R.; SANO, S.M. (Ed.). **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. 320 p.

VIEIRA NETO, R.D. Efeito de diferentes substratos na formação de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 20, p. 265-271, 1998.

WOLFE, D.W.; HENDERSON, D.W.; HSIAO, T.C.; ALVINO, A. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize: I. Leaf area duration, nitrogen distribution, and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 859-864, 1988.

YOUNGS, E.G.; LEEDS-HARRISON, P.B.; ALGHUSNI, A. Surface ponding of coarse-textured soil under irrigation with a line of surface emitters. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 73, n. 1, p. 95-100, May 1999.

ZUBA JÚNIOR, G.R.; SAMPAIO, R.A.; PEREIRA, C. da M.; PRATES, F.B. de S.; FERNANDES, L.A.; ALVARENGA, I.C.A. Crescimento do jatobá e de leguminosas arbóreas em diferentes espaçamentos, em área degradada. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 63-68, out./dez. 2010.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 1A - Dimensões e volumes de recipientes (sacos plásticos), encontrados no mercado, para produção de mudas

Recipiente	Largura (cm)	Altura (cm)	Espessura (mm)	Volume (L)	Recipiente	Largura (cm)	Altura (cm)	Espessura (mm)	Volume (L)
Saco plástico	7,0	12,0	0,10	0,1	Saco plástico	20	26	0,20	2,6
	8,0	12,0	0,07	0,2		20	30	0,20	3,0
	8,0	15,0	0,06	0,2		20	35	0,20	3,4
	8,0	15,0	0,07	0,2		20	40	0,20	3,9
	9,0	15,0	0,07	0,3		22	26	0,20	3,1
	9,0	18,0	0,07	0,4		22	30	0,20	3,6
	10,0	20,0	0,06	0,5		25	25	0,20	3,8
	10,0	20,0	0,07	0,5		25	25	0,22	3,8
	11,0	22,0	0,07	0,7		25	32	0,22	4,9
	10,0	12,0	0,10	0,3		25	35	0,22	5,4
	10,0	15,0	0,10	0,4		25	40	0,20	6,2
	12,0	12,0	0,12	0,4		25	40	0,22	6,2
	12,5	12,5	0,10	0,5		28	35	0,22	6,8
	13,0	13,0	0,12	0,5		29	29	0,20	6,0
	13,0	16,0	0,12	0,7		30	30	0,22	6,6
	14,0	14,0	0,15	0,7		30	40	0,22	8,9
	14,0	14,0	0,20	0,7		35	35	0,20	10,6
	14,0	16,0	0,15	0,8		35	35	0,22	10,6
	15,0	25,0	0,06	1,4		35	45	0,22	13,6
	15,0	25,0	0,15	1,4		40	40	0,24	15,8
	15,0	30,0	0,20	2,0		40	50	0,24	19,7
	17,0	22,0	0,15	1,6		50	50	0,26	30,8
	17,0	25,0	0,15	1,8		50	65	0,26	40,0
	17,0	30,0	0,15	2,1	Saco plástico sanfonado na base	14	20	0,15	1,0
	18,0	22,0	0,14	2,0		14	20	0,20	1,0
	18,0	30,0	0,20	2,4		18	18	0,15	1,4
	20,0	20,0	0,20	2,0		18	18	0,20	1,4
	20,0	22,0	0,20	2,2		18	24	0,15	1,9
	20,0	25,0	0,20	2,5		18	24	0,20	1,9

Tabela 2A - Dimensões e volumes de recipientes (vasos flexíveis e rígidos), encontrados no mercado, para produção de mudas

Recipiente	Altura (cm)	Diâmetro superior (cm)	Diâmetro inferior (cm)	Volume (L)	Recipiente	Altura (cm)	Diâmetro superior (cm)	Diâmetro inferior (cm)	Volume (L)
Pote flexível	12,5	12,0	10,0	1,0	Vaso rígido	22,0	18,0	12,5	4,0
	14,0	17,5	14,5	2,8		22,0	22,0	18,0	5,0
	19,5	18,0	15,5	4,0		23,5	27,0	23,5	12,0
	20,0	20,0	17,0	5,0		24,0	26,0	19,0	8,0
	23,0	23,0	19,0	8,0		26,0	27,0	23,0	11,0
	26,0	29,0	23,0	14,0		26,0	30,0	25,5	15,0
	28,5	30,5	25,0	18,0		27,2	31,4	26,8	18,0
	30,0	35,0	28,5	25,0		28,0	29,0	24,0	14,0
	31,0	45,0	36,0	40,0		28,5	33,0	28,0	20,0
Vaso rígido	11,0	12,5	11,0	1,0		29,0	30,0	25,0	18,0
	14,0	17,0	13,0	3,0		30,0	35,0	30,0	25,0
	15,0	17,5	12,0	2,3		38,0	29,0	23,0	20,0
	15,0	17,5	15,0	3,0		24,0	33,0	28,0	25,0
	15,0	18,0	12,2	2,2		32,0	37,5	32,0	30,0
	15,0	19,0	15,0	3,1		38,0	36,0	29,0	30,0
	17,5	20,5	17,5	5,0		40,0	43,0	36,0	50,0
	19,2	17,4	11,0	2,3	Citrovaso cônico	35,3	15,3	5,0	3,8
	21,0	24,0	20,5	8,0	Citrovaso reto	35,5	14,0	10,2	4,0

ANEXO B

Tabela 1B - Resumo das análises de variância da altura de muda (AM), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) do jatobazeiro, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após a semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		AM (cm)				DC (mm)				NF			
		80 dias	120 dias	160 dias	200 dias	80 dias	120 dias	160 dias	200 dias	80 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	1,26 ^{NS}	3,32 ^{NS}	37,08 ^{NS}	18,86 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,19 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,92 ^{NS}
Recipientes (R)	1	97,89*	521,00*	567,59*	615,72*	0,08 ^{NS}	1,76 ^{NS}	7,05*	8,66*	2,20*	28,23**	34,13**	490,05**
Resíduo 1	2	1,37	25,87	11,92	14,02	0,06	0,12	0,22	0,39	0,07	0,19	0,29	0,76
Lâminas (L)	4	260,01**	1105,13**	1805,19**	2129,73**	0,15**	1,67**	11,07**	19,2**	5,14**	30,57**	47,67**	212,51**
R x L	4	12,12**	45,11**	106,53**	159,17**	0,04*	0,23**	0,79**	0,41**	0,33**	0,55**	4,45**	19,62**
Resíduo 2	16	2,02	7,55	13,01	32,33	0,01	0,02	0,10	0,08	0,03	0,08	0,76	2,19
Total	29	42,21	182,80	293,82	357,05	0,04	0,35	1,96	3,08	0,85	5,34	8,81	50,24
CV 1 (%):		4,41	11,82	6,22	5,85	5,45	6,19	7,14	8,34	7,24	6,27	5,68	5,59
CV 2 (%):		4,35	6,39	6,50	8,88	2,34	2,96	4,77	3,77	4,89	4,15	9,19	9,51
Média geral:		26,56	43,02	55,48	64,05	4,44	5,28	6,62	7,48	3,66	7,00	9,47	15,58

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Tabela 2B - Resumo das análises de variância do comprimento do sistema radicular (CR), das massas de matéria seca de raízes (MSR), caule (MSC) e folhas (MSF) do jatobazeiro, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após a semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		CR (cm)			MSR (g muda ⁻¹)			MSC (g muda ⁻¹)			MSF (g muda ⁻¹)		
		120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	6,53 ^{NS}	2,40 ^{NS}	21,20 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,64*	1,63 ^{NS}	0,03 ^{NS}	0,50 ^{NS}	1,37 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,16 ^{NS}	1,10 ^{NS}
Recipientes (R)	1	885,63**	206,46*	0,18 ^{NS}	7,97**	56,91**	119,40**	5,76**	28,01*	52,70*	14,28**	52,75**	93,77**
Resíduo 1	2	4,69	2,44	10,75	0,01	0,024	0,12	0,03	0,48	1,48	0,02	0,18	0,62
Lâminas (L)	4	267,40**	517,74**	856,68**	3,64**	58,90**	158,49**	4,23**	42,47**	106,34**	12,47**	56,86**	120,43**
R x L	4	69,64**	87,77**	292,49**	0,48**	2,66**	6,04**	0,33*	1,00*	1,72 ^{NS}	0,50*	0,71 ^{NS}	1,19 ^{NS}
Resíduo 2	16	4,62	4,82	10,15	0,07	0,44	1,25	0,08	0,28	0,82	0,11	0,49	1,48
Total	29	80,35	93,63	166,31	0,89	10,74	27,62	0,88	7,18	17,37	2,36	10,06	20,94
CV 1 (%):		8,00	4,82	8,85	5,47	2,84	4,05	9,25	14,13	16,46	4,19	6,35	8,43
CV 2 (%):		7,94	6,77	8,60	16,29	12,20	13,01	14,32	10,79	12,25	9,50	10,55	12,99
Média geral:		27,07	32,42	37,06	1,66	5,43	8,61	1,93	4,90	7,40	3,44	6,65	9,35

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Tabela 3B - Resumo das análises de variância da massa de matéria seca de muda (MSM), da relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA), da área foliar (AF) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de jatobazeiro, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		MSM (g muda ⁻¹)			MSR/MSPA			AF (cm ² muda ⁻¹)			IQD		
		120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	0,73 ^{NS}	0,95 ^{NS}	1,34 ^{NS}	0,00037 ^{NS}	0,0016 ^{NS}	0,0028 ^{NS}	12001,46 ^{NS}	15694,79 ^{NS}	38384,54	0,0026 ^{NS}	0,0048 ^{NS}	0,0047 ^{NS}
Recipientes (R)	1	81,08**	403,85**	776,73**	0,01825*	0,0230**	0,0258 ^{NS}	381374,62**	1382423,28*	2451409,58*	0,5603**	4,4931**	9,1964**
Resíduo 1	2	0,04	1,48	4,80	0,00085	0,0001	0,0029	2902,98	16288,99	40490,20	0,0005	0,0235	0,0810
Lâminas (L)	4	55,94**	469,88**	1140,13**	0,00266*	0,0169**	0,0442**	381115,63**	1678085,6**	3508759,4**	0,2503**	3,8824**	10,6014**
R x L	4	3,62**	10,93**	19,15*	0,00606**	0,0088**	0,0180**	17909,47**	36649,41 ^{NS}	63465,65 ^{NS}	0,0442**	0,2694**	0,5261**
Resíduo 2	16	0,65	2,03	5,51	0,00076	0,0014	0,0029	2041,74	17355,17	51674,62	0,0053	0,0202	0,0796
Total	29	11,42	81,53	190,15	0,00234	0,0052	0,0115	70343,17	295965,99	611201,84	0,0631	0,7407	1,9018
CV 1 (%):		2,93	7,17	8,64	9,82	3,05	11,37	10,08	12,24	13,69	3,78	9,72	11,92
CV 2 (%):		11,47	8,39	9,26	9,29	9,44	11,34	8,45	12,64	15,47	12,26	9,01	11,82
Média geral:		7,03	16,98	25,36	0,30	0,39	0,47	534,49	1042,38	1469,76	0,59	1,58	2,39

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Tabela 4B - Resumo das análises de variância da altura de muda (AM), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) da pitangueira, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após a semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		AM (cm)				DC (mm)				NF			
		80 dias	120 dias	160 dias	200 dias	80 dias	120 dias	160 dias	200 dias	80 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	3,397 ^{NS}	4,190 ^{NS}	60,992 ^{NS}	8,430 ^{NS}	0,020 ^{NS}	0,119 ^{NS}	0,130 ^{NS}	0,032 ^{NS}	2,541 ^{NS}	26,299 ^{NS}	7,577 ^{NS}	314,179 ^{NS}
Recipientes (R)	1	40,600*	334,668**	1124,856*	2302,128*	0,302*	1,269*	5,167**	6,338*	28,227*	284,592*	1083,603**	5164,032*
Resíduo 1	2	0,905	2,527	15,552	35,425	0,010	0,035	0,047	0,146	0,589	11,019	1,708	78,627
Lâminas (L)	4	15,391**	208,817**	985,455**	2816,029**	0,224**	0,936**	5,761**	13,835**	17,581**	237,619**	1005,984**	6547,986**
R x L	4	0,770 ^{NS}	7,515 ^{NS}	62,931**	173,437**	0,014**	0,039 ^{NS}	0,212*	0,216 ^{NS}	0,306 ^{NS}	12,364*	69,912 ^{NS}	743,933 ^{NS}
Resíduo 2	16	0,538	3,489	9,491	20,009	0,003	0,018	0,056	0,108	0,258	2,912	30,426	349,493
Total	29	4,222	43,767	193,909	505,788	0,047	0,199	1,045	2,228	3,798	48,474	203,192	1403,766
CV 1 (%):		12,62	9,56	13,53	13,61	8,37	11,06	7,74	9,91	9,78	19,08	4,73	16,03
CV 2 (%):		9,73	11,23	10,57	10,23	4,37	7,86	8,42	8,52	6,46	9,81	19,96	33,81
Média geral:		7,54	16,63	29,14	43,73	1,21	1,70	2,81	3,86	7,85	17,40	27,64	55,30

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Tabela 5B - Resumo das análises de variância do comprimento do sistema radicular (CR), das massas de matéria seca de raízes (MSR), caule (MSC) e folhas (MSF) da pitangueira, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após a semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		CR (cm)			MSR (g muda ⁻¹)			MSC (g muda ⁻¹)			MSF (g muda ⁻¹)		
		120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	0,4371 ^{NS}	0,1001 ^{NS}	0,0885 ^{NS}	0,0008 ^{NS}	0,0212*	0,1177**	0,0008 ^{NS}	0,1008 ^{NS}	0,4844 ^{NS}	0,0125 ^{NS}	1,3320 ^{NS}	6,7191 ^{NS}
Recipientes (R)	1	0,2632 ^{NS}	3,9024 ^{NS}	8,2059 ^{NS}	0,0770*	1,3997**	4,1129**	0,1872**	9,1080**	30,7041**	2,3185**	17,7716*	42,9603*
Resíduo 1	2	0,6272	0,9603	1,8894	0,0015	0,0005	0,0003	0,0005	0,0453	0,1988	0,0165	0,2431	0,9631
Lâminas (L)	4	46,2347**	66,9501**	99,0931**	0,0436**	0,6810**	2,4474**	0,0752**	5,4563**	22,6582**	1,1785**	14,1804**	48,3802**
R x L	4	9,9584**	7,9103**	7,5922*	0,0056 ^{NS}	0,0554 ^{NS}	0,1803 ^{NS}	0,0149*	0,8810**	3,0860**	0,1266 ^{NS}	1,1413*	2,9697 ^{NS}
Resíduo 2	16	1,3219	0,8220	1,6401	0,0022	0,0294	0,1060	0,0036	0,1066	0,4222	0,0450	0,2883	1,0256
Total	29	8,5626	10,9868	16,0394	0,0108	0,1676	0,5709	0,0210	1,2570	4,8897	0,2868	2,9939	9,6598
CV 1 (%):		6,12	6,78	8,45	19,65	3,68	1,62	11,24	16,91	17,91	15,54	20,50	23,05
CV 2 (%):		8,89	6,27	7,87	24,21	27,70	29,13	30,66	25,94	26,10	25,69	22,33	23,79
Média geral:		12,93	14,46	16,27	0,19	0,62	1,12	0,20	1,26	2,49	0,83	2,40	4,26

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Tabela 6B - Resumo das análises de variância da massa de matéria seca de muda (MSM), da relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA), da área foliar (AF) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de pitangueira, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após a semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		MSM (g muda ⁻¹)			MSR/MSPA			AF (cm ² muda ⁻¹)			IQD		
		120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	0,027 ^{NS}	2,469 ^{NS}	12,542 ^{NS}	0,0005 ^{NS}	0,0002 ^{NS}	0,0022 ^{NS}	54,4 ^{NS}	36541,5 ^{NS}	176576,2 ^{NS}	0,0002 ^{NS}	0,0093 ^{NS}	0,0391 ^{NS}
Recipientes (R)	1	5,027**	71,025**	199,475*	0,0119*	0,0011 ^{NS}	0,0033 ^{NS}	47695,7**	365240,8*	873427,7*	0,0129*	0,2045**	0,4678*
Resíduo 1	2	0,036	0,532	2,077	0,0003	0,0001	0,0005	241,2	8699,0	31730,0	0,0003	0,0013	0,0053
Lâminas (L)	4	2,435**	47,658**	175,102**	0,0160**	0,0260**	0,0389**	22421,8**	295017,8**	1021909,6**	0,0071**	0,1345**	0,4231**
R x L	4	0,268 ^{NS}	4,776**	14,520*	0,0030 ^{NS}	0,0012 ^{NS}	0,0029*	2097,9 ^{NS}	21783,8 ^{NS}	57304,3 ^{NS}	0,0006 ^{NS}	0,0105 ^{NS}	0,0284 ^{NS}
Resíduo 2	16	0,096	0,959	3,421	0,0017	0,0008	0,0009	944,3	8476,6	30978,5	0,0003	0,0050	0,0158
Total	29	0,603	10,418	35,929	0,0040	0,0042	0,0066	5568,1	64088,1	210432,8	0,0017	0,0305	0,0902
CV 1 (%):		15,67	17,02	18,34	7,95	5,12	10,70	12,65	26,04	28,10	20,38	14,17	16,46
CV 2 (%):		25,54	22,87	23,53	19,03	13,27	14,40	25,02	25,71	27,76	23,35	27,39	28,46
Média geral:		1,21	4,28	7,86	0,22	0,21	0,21	122,82	358,17	633,93	0,08	0,26	0,44

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Tabela 7B - Resumo das análises de variância da altura de muda (AM), diâmetro de caule (DC) e número de folíolos (NFO) do baruzeiro, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após a semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		AM (cm)				DC (mm)				NFO			
		80 dias	120 dias	160 dias	200 dias	80 dias	120 dias	160 dias	200 dias	80 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	2,569 ^{NS}	5,561 ^{NS}	5,086 ^{NS}	12,619 ^{NS}	0,028 ^{NS}	0,161 ^{NS}	0,215 ^{NS}	0,289 ^{NS}	24,230*	7,063 ^{NS}	17,922 ^{NS}	48,169**
Recipientes (R)	1	2,640 ^{NS}	0,085 ^{NS}	22,016*	18,565 ^{NS}	0,787 ^{NS}	0,539 ^{NS}	0,002 ^{NS}	2,970*	0,021 ^{NS}	0,208 ^{NS}	371,712*	265,816**
Resíduo 1	2	0,146	1,905	0,660	1,850	0,088	0,054	0,021	0,106	0,664	6,050	6,283	0,089
Lâminas (L)	4	93,314**	156,134**	443,075**	411,620**	0,704**	3,529**	8,786**	13,319**	381,544**	1271,026**	1606,452**	1403,60**
R x L	4	4,786 ^{NS}	8,450 ^{NS}	9,228 ^{NS}	9,204 ^{NS}	0,043 ^{NS}	0,199 ^{NS}	0,350 ^{NS}	0,199 ^{NS}	10,309 ^{NS}	42,667 ^{NS}	33,246 ^{NS}	23,465 ^{NS}
Resíduo 2	16	1,749	2,828	3,364	5,486	0,046	0,094	0,221	0,289	8,053	23,638	39,221	45,501
Total	29	14,775	24,780	65,398	62,709	0,163	0,600	1,399	2,153	60,209	195,152	262,292	234,436
CV 1 (%):		2,71	8,09	2,82	4,33	8,83	5,35	2,68	5,08	2,53	5,22	4,43	0,50
CV 2 (%):		9,36	9,85	6,37	7,45	6,37	7,09	8,73	8,40	8,79	10,32	11,06	11,29
Média geral:		14,13	17,07	28,78	31,44	3,36	4,33	5,39	6,40	32,27	47,09	56,63	59,74

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Tabela 8B - Resumo das análises de variância do comprimento do sistema radicular (CR), das massas de matéria seca de raízes (MSR), caule (MSC) e folhas (MSF) do baruzeiro, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após a semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		CR (cm)			MSR (g muda ⁻¹)			MSC (g muda ⁻¹)			MSF (g muda ⁻¹)		
		120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	0,545 ^{NS}	6,025 ^{NS}	15,630 ^{NS}	0,055 ^{NS}	0,180 ^{NS}	0,032 ^{NS}	0,021 ^{NS}	0,058 ^{NS}	0,236 ^{NS}	0,020 ^{NS}	0,811 ^{NS}	0,800 ^{NS}
Recipientes (R)	1	62,496 ^{NS}	71,765 ^{NS}	37,185 ^{NS}	1,079*	10,290**	9,736*	0,101 ^{NS}	0,028 ^{NS}	0,687 ^{NS}	0,645 ^{NS}	4,416*	3,816*
Resíduo 1	2	3,825	3,524	5,092	0,012	0,059	0,213	0,039	0,017	0,048	0,076	0,060	0,046
Lâminas (L)	4	237,047**	320,970**	343,814**	2,628**	28,606**	49,107**	0,556**	3,335**	7,421**	6,206**	21,025**	29,894**
R x L	4	11,504 ^{NS}	8,444 ^{NS}	7,944 ^{NS}	0,179 ^{NS}	1,406**	1,704**	0,064 ^{NS}	0,108 ^{NS}	0,155 ^{NS}	0,430 ^{NS}	0,496 ^{NS}	0,376 ^{NS}
Resíduo 2	16	6,500	3,970	5,663	0,130	0,285	0,321	0,03	0,050	0,119	0,150	0,379	0,441
Total	29	40,325	50,760	54,354	0,501	4,668	7,538	0,110	0,509	1,154	1,027	3,390	4,608
CV 1 (%):		8,37	7,06	7,90	9,88	7,22	10,16	33,39	9,98	11,26	15,40	7,39	5,26
CV 2 (%):		10,92	7,50	8,33	32,18	15,84	12,50	29,31	17,18	17,74	21,60	18,62	16,26
Média geral:		23,36	26,58	28,57	1,12	3,37	4,54	0,59	1,31	1,94	1,79	3,30	4,08

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

Tabela 9B - Resumo das análises de variância da massa de matéria seca de muda (MSM), da relação das massas de matéria seca de raízes e da parte aérea (MSR/MSPA), da área de folíolos (AFO) e do índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de baruzeiro, em função de recipientes, lâminas de irrigação e dias após a semeadura, em Piracicaba, SP

Fontes de variação	GL	Quadrado médio											
		MSM (g muda ⁻¹)			MSR/MSPA			AFO (cm ² muda ⁻¹)			IQD		
		120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias	120 dias	160 dias	200 dias
Bloco	2	0,025 ^{NS}	2,091*	2,412*	0,007*	0,015 ^{NS}	0,023 ^{NS}	1158,5 ^{NS}	45894,9 ^{NS}	26400,5*	0,0052 ^{NS}	0,0278 ^{NS}	0,0141 ^{NS}
Recipientes (R)	1	4,673*	29,980**	34,712**	0,049**	0,153**	0,035 ^{NS}	14608,1 ^{NS}	176670,8*	81787,0**	0,2521**	0,6308*	1,4919**
Resíduo 1	2	0,226	0,047	0,126	0,0003	0,0009	0,005	1381,4	3134,0	818,5	0,0016	0,0072	0,0071
Lâminas (L)	4	23,218**	137,877**	230,525**	0,018 ^{NS}	0,058*	0,061*	106625,9**	434502,5**	489549,9**	0,5302**	2,7236**	5,7868**
R x L	4	1,595 ^{NS}	4,392 ^{NS}	4,700 ^{NS}	0,023 ^{NS}	0,020 ^{NS}	0,012 ^{NS}	8873,3*	10901,2 ^{NS}	4796,4 ^{NS}	0,0409 ^{NS}	0,1081 ^{NS}	0,1316 ^{NS}
Resíduo 2	16	0,624	1,608	1,777	0,010	0,013	0,017	2523,4	16915,2	12798,1	0,0217	0,0416	0,0480
Total	29	3,946	21,692	34,797	0,014	0,024	0,023	18029,6	80240,9	79944,1	0,0999	0,4377	0,8957
CV 1 (%):		13,58	2,73	3,36	3,74	4,40	9,72	15,02	11,30	5,08	7,16	7,32	5,03
CV 2 (%):		22,57	15,88	12,63	21,92	16,84	18,51	20,30	26,26	20,11	26,26	17,54	13,07
Média geral:		3,50	7,98	10,56	0,47	0,68	0,71	247,47	495,36	562,63	0,56	1,16	1,68

** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; * Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; NS - Não significativo; GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação

ANEXO C

Experimento I

Figura 1C - Frutos de *H. courbaril* L. colhidos (A); Sementes após lavagem da polpa farinácea (B); Lixa de escarificação (C); Sementes intactas e escarificadas (D); Copos plásticos de semeadura e germinação do jatobazeiro, aos 10 dias após a semeadura (E); Plântulas com o primeiro par de folhas, aos 30 dias após semeadura (F); Jatobazeiros nos recipientes definitivos, aos 80 (G) e 120 dias de idade (H), respectivamente

Figura 2C - Mudas de jatobazeiro sob lâminas de irrigação de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da evapotranspiração potencial (ETp), da esquerda para a direita em cada figura, em vasos e citrovases, aos 120 dias (A e B), 160 (C e D) e 200 dias (E e F); Emissão de gemas vegetativas e ramificação do caule de jatobazeiros em citrovases (G); Sistema radicular do jatobazeiro, em vaso e citrovaso, aos 120 dias (H e I) e aos 200 dias (J e K), em função das lâminas de irrigação; Efeitos do *deficit* hídrico severo: secamento de margens do limbo foliar de *H. courbaril* L. em vaso, e clorose nas folhas de mudas em citrovaso, sob lâmina de 20% (L)

Experimento II

Figura 3C - Árvores matrizes utilizadas para coleta de sementes de *E. uniflora* L. (A); Frutos colhidos no estágio de maturação completa (B) e (C); Sementes após lavagem e remoção da mucilagem em peneira (D); Bandejas de poliestireno expandido (128 células) utilizadas na semeadura (E); Areia fina (F) e substrato comercial utilizado (G); Plântulas de pitangueira prontas para o plantio (H); Ensaio de uniformidade de irrigação (I); Mudanças de pitangueira após o pegamento nos recipientes definitivos (J); Mudanças aos 80 dias (K) e aos 120 dias (L) após a semeadura

Figura 4C - Mudras de pitangueira sob lâminas de irrigação de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da evapotranspiração potencial (ETp), da esquerda para a direita em cada figura, em vasos e sacos plásticos, aos 120 dias (A e B), 160 (C e D) e aos 200 dias (E e F); Sistema radicular das mudras, em função dos recipientes e lâminas de irrigação, aos 120 dias (G e H) e aos 200 dias (I e J); Pitangueira em vaso rígido, sob lâminas de 60%, 80% e 100% da ETp, da esquerda para direita, aos 200 dias (K); Paquímetro digital utilizado em medição do diâmetro de caule (L)

Experimento III

Figura 5C - Sementes de *D. alata* Vog. (A); Vista geral do experimento, aos 80 dias (B); Mudanças de barzeiro sob lâminas de irrigação de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% da ETp, da esquerda para a direita em cada figura, em vasos (C) e sacos plásticos (D), aos 80 dias; Vista geral do experimento, aos 120 dias (E e F); Mudanças de barzeiro, em função das lâminas de irrigação e recipientes, aos 120 dias (G e H); Sistema radicular do barzeiro, aos 120 dias (I e J); Medição do diâmetro de caule (K); Mudanças de barzeiro aos 200 dias, produzidas em saco plástico (L) e vaso (M)