

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ELIANA LEE JORGE ROCHA

ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE HELICÔNIA SOB
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, TIPOS E VOLUMES DE SUBSTRATO

FORTALEZA-CE
2007

ELIANA LEE JORGE ROCHA

**ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE HELICÔNIA SOB
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, TIPOS E VOLUMES DE SUBSTRATO**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo

**FORTALEZA-CE
2007**

R572a Rocha, Eliana Lee Jorge

Aclimatização de mudas micropropagadas de helicônia sob diferentes lâminas de irrigação, tipos e volumes de substrato / Eliana Lee Jorge Rocha. Fortaleza, 2007.

73f.: il.

Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Agrícola. Curso de Pós-graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo.

Co-orientadora: Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho.

1. Helicônia. 2. Pó-de-coco. 3. Microaspersão. 4. Manejo de irrigação.

I. Benito Moreira de Azevedo II. Universidade Federal do Ceará
III. Título

ELIANA LEE JORGE ROCHA

**ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE HELICÔNIA SOB
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, TIPOS E VOLUMES DE SUBSTRATO**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Pesq. Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho (Co-Orientadora)
EMBRAPA – CNPAT

Pesq. Dr. Fred Carvalho Bezerra (Conselheiro)
EMBRAPA – CNPAT

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana, Dr. UFC (Conselheiro)
Universidade Federal do Ceará - UFC

A Deus pelo dom da vida

A minha mãe que amo incondicionalmente, e que está sempre presente em todos os meus momentos

Aos familiares e amigos pelos conselhos e exemplos de vida

Ao meu amor Afonso Sebastião de Araújo Júnior que me fortalece com apoio e confiança

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À **Universidade Federal do Ceará (UFC)**, por minha formação e pelas condições oferecidas para a realização desse curso.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pela concessão da bolsa de estudo.

À **Embrapa Agroindústria Tropical**, pela oportunidade da execução deste trabalho em suas dependências, assim como pelo fornecimento do material vegetal, insumos e mão-de-obra, imprescindíveis para a conclusão desta pesquisa.

Ao professor e orientador **Benito Moreira de Azevedo** pela grande e verdadeira amizade, apoio, orientação e acima de tudo, pela oportunidade, força e confiança para a conclusão desta pesquisa.

Ao professor **Thales Vinícius de Araújo Viana**, pela ajuda e amizade.

Aos pesquisadores **Fred Carvalho Bezerra e Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho**, pelo apoio para o enriquecimento desta pesquisa.

Aos colegas **Denise, Verbênia, Alice, Thiago, Raquel, e ao meu irmão João Jorge** pela ajuda durante o experimento de campo.

Aos colegas da EMBRAPA, pelo apoio técnico.

Aos colegas de mestrado, pelo período de convivência e companheirismo.

RESUMO

As helicônias são plantas ornamentais que, com sua beleza e exotismo, constituem uma das maiores riquezas da nossa flora. Exuberantes, coloridas, com formas inusitadas, elas são apreciadas no mercado internacional também por sua durabilidade e pela capacidade de, mesmo sozinhas, gerar composições surpreendentes. Em decorrência da alta demanda do mercado consumidor, a cultura vem sendo produzida em escala comercial por meio da micropropagação, uma técnica importante da cultura de tecidos que apresenta diversas etapas. A etapa de aclimatização é a fase mais crítica e importante, responsável pelos altos índices de mortalidade, baixas taxas de crescimento e desuniformidade das plantas, conseqüente queda na produção. Essa situação ocorre porque existem poucas informações sobre o manejo da cultura nessa etapa. Considerando que essa técnica é muito recente no Brasil, estudos estão sendo conduzidos para se estabelecer as melhores combinações entre diferentes substratos, lâminas de irrigação e tipos de recipientes. Assim, as plantas aclimatizadas acabam não sendo atendidas em todas as suas necessidades, o que leva à perdas consideráveis e/ou a obtenção de mudas de qualidade desuniforme. Para minimizar esse problema e atender as exigências do mercado consumidor, é preciso a busca de informações técnicas e científicas sobre o adequado manejo da cultura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de distintos tipos e volumes de substrato e de diferentes lâminas de irrigação na aclimatização de mudas micropropagadas de helicônia (*helicônia lingulata* Ruiz & Pavón cv. *Fan.*). A pesquisa constou de três experimentos, sendo conduzida em um túnel alto de cultivo forçado pertencente a Embrapa Agroindústria Tropical, situada no município de Fortaleza, Ceará - Brasil (3°44' S e 38°33' W). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições para as variáveis relacionadas com o desenvolvimento foliar e 5 tratamentos e 5 repetições para os substratos. No primeiro experimento foram analisadas quatro lâminas de irrigação: 1, 2, 3 e 4 mm de água. As plantas foram acondicionadas em tubetes de 180 cm³, e cultivadas no substrato pó-de-coco seco + húmus + solo (1:1:1), receberam as diferentes lâminas, parceladas em duas irrigações diárias. No segundo experimento foram testadas cinco combinações diferentes de substratos na proporção 1:1:1 onde S₁(pó-de-coco seco + húmus + solo); S₂ (pó-de-coco verde + vermiculita + composto de cama de frango); S₃(pó-de-coco verde+húmus+solo); S₄(pó-de-coco seco + vermiculita + composto de cama de frango) e S₅ (Hortimix[®]), as plantas foram acondicionadas em tubetes 180 cm³ e cultivadas nos distintos substratos sendo aplicada uma lâmina d'água de 3 mm, duas vezes ao dia. No terceiro experimento foram avaliados quatro tipos de recipientes: copo pequeno (100 cm³); tubete pequeno (180 cm³); tubete grande (300 cm³) e copo grande (400 cm³). As mudas contidas nos recipientes foram cultivadas com S₁ e irrigadas com a lâmina d'água de 3 mm duas vezes ao dia. As variáveis agronômicas, avaliadas nos experimentos foram: altura da planta, número de folhas e diâmetro do caule. No primeiro experimento as variáveis foram analisadas aos 15 e 30 dias após aplicação das devidas lâminas (DAL). Nos demais experimentos os dados foram coletados aos 30, 60 e 75 dias após o transplântio (DAT). Os resultados dos experimentos evidenciaram que o melhor desenvolvimento das mudas micropropagadas de helicônia ocorreu quando: cultivadas em tubete grande de 300 cm³ de volume; com substrato utilizando a combinação PCV+H+S e o hortimix, e com lâmina de irrigação de 2,5 mm dia⁻¹.

Palavras-chave: Helicônia, pó-de-coco, microaspersão, manejo de irrigação.

ABSTRACT

The helicônias are ornamental plants that, with its beauty and exotics, constitute one of the biggest diversity of our flora. Exuberant, colorful, with unusual forms, they are appreciated in the international market also for its durability and the capacity of, exactly alone, to generate surprising compositions. In result of the high demand of the consuming market, the culture is produced in commercial scale by means of the micropropagation, one important technique that presents diverse stages. The stage of acclimatization is the most important and critical phase, responsible for the high rate of mortality, low rates growth taxes and low uniformity of plants, resulting in fall production. This situation occurs due to few information about of the culture management in this stage. Considering that this technique is very recent in Brazil, studies are being conducted to establish the best combinations among different substratum, irrigation depth and types of containers. Then, as result is acclimatized plants not being supplied in all its necessities, leading to a considerable losses and/or cutting uniform less. To minimize this problem and forces the requirements of the consuming market, is necessary looking for scientific techniques informatives about the culture management. The present work had as objective to evaluate the effect of distinct types and volumes of substratum and different irrigation depth in the acclimatization of micropropagated cuttings of helicônia (*Heliconia lingulata* Ruiz & Pavón cv. Fan.). The research consisted of three experiments, conducted in a high tunnel of forced culture at Embrapa Tropical Agroindustry, located in Fortaleza, Ceará – Brazil (3°44 ' S and 38°33 ' W). The experimental design was a randomized blocks, with 4 treatments and 5 repetitions for the variables related to foliar development, and 5 treatments and 5 repetitions for the substratum. Four irrigation levels were analyzed in the first experiment: 1, 2, 3 and 4 mm of water. The plants cultivated in the substratum dust-of-coconut dry + wormcompost + soil, (1:1:1) in 180 cm³ plastic containers, were irrigation twice a day. Five different combinations for substratum were tested in the second experiment: 1:1:1 where S₁(dry coir dust + wormcompost + soil); S₂ (green coir dust + vermiculite + compost of chicken bed); S₃(green coir dust + wormcompost + soil); S₄(dry coir dust + vermiculite + compost of chicken bed) and S₅ (Hortimix®). The plants, cultivated in the different substrate in 180 cm³ plastic containers, were irrigated with a 3 mm water level twice a day. Four plastic containers types were evaluated in the third experiment: small cup (100 cm³); small (180 cm³); great plastic container (300 cm³) and great cup (400 cm³). The cuttings were cultivated with S₁ and they were irrigated with a 3 mm water level twice a day. The agronomics variable, evaluated in the experiments were: height of the plant, number leaf and stem diameter. In the first experiment the variables were analyzed in 15 and 30 days after applications of water depth (DAL). For the othes experiments the data were collected in 30, 60 and 75 days after the transplant (DAT). The results of the experiments had evidenced that the best development of the cuttings of helicônia occurred when: cultivated in great plastic container of 300 cm³; with substratum using the combination PCV+H+S and hortimix, and with water depth of 2,5 mm day⁻¹.

Keywords: helicônia, coir dust, microsplinkler, irrigation management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- <i>Heliconia lingulata</i> Ruiz & Pavón cv. Fan-----	18
Figura 2	- Copo pequeno (CP), tubete pequeno (TP), tubete grande (TG) e copo grande (CG), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006-----	38
Figura 3	- Túnel alto de cultivo forçado, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	40
Figura 4	- Túnel revestido com plástico transparente, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006-----	41
Figura 5	Vista lateral do sistema de irrigação por microaspersão e de seus principais componentes, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2005 -----	43
Figura 6	- Altura da planta de helicônia, aos 15 DAL em função da lâmina de irrigação, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	51
Figura 7	- Diâmetro de caule de helicônia, aos 15 DAL em função da lâmina de irrigação, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	52
Figura 8	- Altura da planta, ao 30 DAL em função da lâmina de irrigação, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Valores médios mensais de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global e velocidade do vento a 2 m de altura, Fortaleza-CE, 2006-----	36
Tabela 2	- Características químicas dos substratos empregados nos experimentos, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	38
Tabela 3	- Especificações técnicas do defletor TIETZE nebulizador -----	42
Tabela 4	- Esquema da análise de variância, realizada nos experimentos tipos e volumes de substrato -----	48
Tabela 5	- Esquema da análise de variância da regressão, realizada no experimento lâmina de irrigação-----	49
Tabela 6	- Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), em função das lâminas de irrigação, aos 15 DAL, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006-----	50
Tabela 7	- Análise de variância das regressões com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), em função das lâminas de irrigação, aos 15 DAL, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	51
Tabela 8	- Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), em função das lâminas de irrigação, aos 30 DAL, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006-----	53
Tabela 9	- Análise de variância das regressões com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), em função das lâminas de irrigação, aos 30 DAL, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	54
Tabela 10	- Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), em função dos tipos de substrato, aos 30 DAT após a aclimatização, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	55

Tabela 11	- Resultados do teste de média (Tukey) das variáveis altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), aos 30 DAT após a aclimatização, em função dos tipos de substrato utilizados, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	56
Tabela 12	- Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>) em função dos tipos de substrato, aos 60 DAT após a aclimatização, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	57
Tabela 13	- Resultados do teste de média (Tukey) das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), aos 60 DAT após a aclimatização, de acordo com os tipos de substrato utilizados em Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	57
Tabela 14	- Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>) em função dos tipos de substrato, aos 75 DAT após a aclimatização, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	58
Tabela 15	- Resultados do teste de média (Tukey) das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), aos 75 DAT após a aclimatização, de acordo com os tipos de substratos utilizados, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	58
Tabela 16	- Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), em função dos volumes de substrato, aos 75 DAT após a aclimatização, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	60
Tabela 17	- Resultado do teste de médias (Tukey) das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (<i>Heliconia lingulata</i>), aos 75 DAT após a aclimatização, de acordo com os volumes de recipientes utilizados, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006 -----	60

SUMÁRIO

RESUMO -----	5
ABSTRACT -----	6
LISTA DE FIGURAS -----	7
LISTA DE TABELAS -----	8
1 INTRODUÇÃO -----	13
2 REVISÃO DE LITERATURA -----	16
2.1 Helicônias -----	16
2.1.1 Generalidades-----	16
2.1.2 Taxonomia das helicônias-----	17
2.1.3 <i>Heliconia Lingulata Ruiz & Pavon cv. Fan</i> -----	17
2.1.4 Propagação de helicônias-----	18
2.1.5 Condições ambientais para o cultivo de helicônias-----	19
2.1.6 Irrigação no cultivo de helicônias-----	20
2.2 Micropropagação -----	20
2.2.1 Aclimatação-----	21
2.3 Cultivo Protegido -----	23
2.4 Cultivo em substratos -----	23
2.4.1 Tipos de substratos-----	24
2.4.1.1 Adubos orgânicos-----	25
2.4.1.2 Pó-de-coco seco-----	26
2.4.1.3 Pó-de-coco verde-----	27
2.4.1.4. Húmus de minhoca-----	28
2.5 Cultivo em recipientes -----	29
2.6 Irrigação -----	32
2.6.1 Lâmina de irrigação-----	32
2.6.2 Microaspersão-----	33
3 MATERIAIS E MÉTODOS -----	36
3.1 Localização do experimento -----	36
3.2 Clima da região -----	36
3.3 Substratos empregados -----	37

3.4 Recipientes utilizados	38
3.5 Estrutura experimental	39
3.6 Sistema de irrigação	40
3.7 Mudanças micropropagadas	44
3.8 Plantio das mudas	44
3.9 Irrigação	45
3.10 Controle fitossanitário	45
3.11 Experimentos	46
3.11.1 Experimento I: Lâminas de irrigação	46
3.11.2 Experimento II: Tipos de substrato	46
3.11.3 Experimento III: Volumes de substrato	47
3.12 Coleta de dados	47
3.13 Análises estatísticas	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 Experimento I: Lâminas de irrigação	50
4.2 Experimento II: Tipos de substrato	55
4.3 Experimento III: Volumes de substrato	59
5 CONCLUSÕES	62
5.1 Experimento I: Lâminas de irrigação	62
5.2 Experimento II: Tipos de substrato	62
5.3 Experimento III: Volumes de substrato	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1 INTRODUÇÃO

A floricultura está definida no Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa Básico (FERREIRA, 1997), como a arte de cultivar flores, contudo podendo, assim, ser qualificada como uma atividade que demanda habilidades específicas para seu êxito.

O setor de floricultura vem crescendo a partir de 2000, ocorrendo um crescimento nas exportações de 515% (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e do Instituto Brasileiro de Floricultura. Segundo o IBRAFLOR (2006) a expectativa é de que em 2008 o setor atinja os 80 milhões de dólares em embarques. Os dados do Instituto mostram que o principal tipo de produto exportado são as mudas de plantas ornamentais. O mundo está cada vez mais florido, cultivando flores e plantas e flores ornamentais e os números recentes de exportações, no setor de floricultura, mostram que de janeiro a setembro, a receita das vendas externas chegou a 24,2 milhões de dólares - pouco menos do que o país exportou durante todo o ano de 2005, 25,7 milhões de dólares.

Hoje, o Brasil exporta para aproximadamente 30 países, sendo a Holanda o maior comprador. Os Estados Unidos vêm em segundo lugar no ranking dos importadores. Itália, Canadá, Espanha, Alemanha e México são alguns dos outros principais compradores. "Ainda há muitos mercados para se explorar, entre eles, os países árabes", diz Léa Lagares, coordenadora nacional de floricultura do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2006). Em decorrência da expansão dos pólos de comercialização de flores, o mercado está cada vez mais motivado pela divulgação da beleza e da exotividade dos países tropicais. Segundo Oliveira (1995), o Brasil por sua vez, vem se destacando principalmente pela sua aptidão para flores tropicais em especial, as helicônias.

As plantas ornamentais se diferenciam pela sua beleza, que encantam tanto através das suas formas exóticas, como pela variação de cores. Apresentam um efeito paisagístico que podem ser usadas em parques, jardins, ou comercializadas em vasos, como flores, folhagens e minifrutos de corte. Neste aspecto, as helicônias são plantas ornamentais que, promovem verdadeiras esculturas, lembrando em sua forma pirâmides, bicos de aves, cascatas de flores, pinhais ou cachos de banana. Tropicais e exóticas, as helicônias constituem uma das maiores riquezas da nossa flora. Exuberantes, coloridas, com formas inusitadas, elas são

apreciadas no mercado internacional também por sua durabilidade e pela capacidade de mesmo sozinhas, gerar composições surpreendentes.

O cultivo de helicônia ainda é frequentemente realizado através de mudas propagadas vegetativamente. Essa forma de propagação, além de ser muito lenta, ainda pode disseminar patógenos capazes de provocar perdas significativas das inflorescências. Portanto, essa forma de obtenção das plantas muitas vezes inviabiliza a produção de mudas em quantidade e em qualidade suficientes para atender a um mercado consumidor crescente e cada vez mais exigente.

Nesse contexto, a micropropagação apresenta-se como uma alternativa viável para a produção de mudas de helicônia. Essa técnica consiste na aplicação da cultura de tecidos na reprodução assexuada de plantas visando a obtenção de indivíduos geneticamente idênticos. Essa aplicação normalmente baseia-se na obtenção de plântulas, em tubos de ensaio ou frascos de vidro, a partir de órgãos, tecidos ou células, tais como: meristema apical, folhas, cambio, raiz, pólen, etc. (TORRES et al., 1998), permitindo a obtenção de plantas em escala comercial, com elevada qualidade genética e fitossanitária e em curto espaço de tempo.

Conforme Furlan (2001), o cultivo protegido costuma ser empregado na agricultura, principalmente, nas formas de casas de vegetação, telados e túneis baixo e alto de cultivo forçado. Existem diversas vantagens no cultivo em ambiente protegido, como, o aumento da produtividade; a obtenção de colheitas fora de época e de produtos de melhor qualidade (ANDRIOLO, 1999; FILGUEIRA, 2000); o melhor controle de pragas e doenças; a economia de água e insumos, e o plantio de variedades selecionadas (FURLAN, 2001). O cultivo protegido também é importante no controle de roedores e de outros animais e movimentação de pessoas indesejadas na área de plantio. Suas limitações são os elevados custos de produção e a necessidade de pessoal com especialização empresarial e técnica.

A técnica da micropropagação geralmente se desenvolve em cinco etapas, as quais incluem preparação da planta matriz, isolamento, multiplicação, enraizamento e aclimatização (TORRES et al., 1998).

A aclimatização é a etapa na qual a planta é transferida do laboratório (*in vitro*) para o ambiente de cultivo (*ex vitro*). A transferência do ambiente totalmente controlado, asséptico, rico em nutrientes e com elevada umidade, para um ambiente não controlado, séptico e com baixa umidade, tem levado a perda de plantas, baixa taxa de crescimento e período prolongado de aclimatização (LAKSO et al., 1986). Portanto, a aclimatização é uma etapa crítica e representa em muitos casos, o principal percalso na micropropagação de muitas espécies.

Vários fatores podem influenciar a aclimatização de plantas micropropagadas, podendo se destacar a variedade de substratos, o tipo de recipiente e o manejo da irrigação. Os substratos influenciam nas respostas das plantas na fase de aclimatização através de um controle mais rígido da nutrição mineral, da irrigação e da redução de problemas relacionados com salinização, incidência de pragas e doenças e contaminações diversas. Os recipientes são fundamentais à aclimatização, pois proporcionam um melhor aproveitamento do espaço físico, facilitam os tratamentos culturais, protegem as raízes de danos mecânicos, permitem uma economia de substrato e ainda maximizam a sobrevivência da muda no campo. A irrigação é uma prática de suma importância no processo de aclimatização, já que a água é um dos fatores que mais limitam a produção das plantas. Seu manejo, ou seja, a quantidade de água e sua frequência de aplicação, é um fator fundamental para o estabelecimento e o adequado desenvolvimento das mudas micropropagadas.

A escolha de substratos e recipientes, assim como do manejo correto da irrigação sobre os mesmos, é um dos principais problemas técnicos que muitos produtores têm enfrentado durante a aclimatização de plantas micropropagadas. Além do mais, as pesquisas nessa etapa da micropropagação ainda são escassas e as informações técnicas sobre cultivo são raras ou muitas vezes inexistentes. Esta escassez de informações pode levar à baixa qualidade e/ou a ausência de padronização dos produtos obtidos prejudicando a sua comercialização nos mercados interno e, principalmente, externo.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de tipos e volumes de substrato e de lâminas de irrigação na aclimatização de mudas micropropagadas de *Heliconia* em ambiente protegido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Helicônias

2.1.1 Generalidades

As helicônias são plantas ornamentais, cujo nome do gênero foi escolhido com referência ao Monte Helicon, na região da Beócia, Grécia, local onde, segundo a mitologia grega, residiam Apolo e suas musas.

As helicônias são plantas nativas dos trópicos do continente americano, na região compreendida entre o Trópico de Câncer no México Central e o Trópico de Capricórnio na América do Sul, incluindo o Caribe (BERRY & KRESS, 1991). Segundo Lamas (2003), o gênero *Heliconia* ocorre em altitudes que variam entre 0 e 2.900 metros, em locais sombreados, como florestas e matas ciliares, ou a pleno sol, como bordas de florestas, clareiras e beira de estrada (ANDERSON, 1989 citado por CASTRO & GRAZIANO, 1997) sendo sua preferência por locais úmidos, onde se desenvolvem (LAMAS 2003).

As plantas tem tamanho variável, podendo alcançar até 12 m de altura, conforme a espécie. Crescem através de rizomas subterrâneos, que emitem brotações à superfície. Estes brotos podem ser solitários ou agregados, o que caracteriza a capacidade de disseminação de cada espécie. Cada planta é composta por um pseudocaule, as folhas e uma inflorescência. As folhas são compostas por um pecíolo e uma lâmina em um único plano, em disposição dística. As plantas mostram diferentes hábitos de crescimento, o que facilita o reconhecimento das diferentes espécies (LAMAS, 2003). São três os hábitos de crescimento das helicônias: (1) Musóide – as folhas tem pecíolos grandes, em posição vertical tomando a aparência das musas; (2) Zingiberoíde – as folhas tem pecíolo curto e se dispõem de forma mais horizontal, tomando aparência de gengibre; (3) Canóide – as folhas apresentam pecíolos curtos e médios e se dispõem em posição oblíqua, e tem a aparência dos gêneros *Canna* e *Alpínia*.

Suas principais qualidades ornamentais estão na beleza e na exotividade das flores e de seus componentes que as tornam muito vistosas, com um intenso e exuberante colorido que, na maioria das vezes, possui tonalidades contrastantes, além da rusticidade e da boa resistência, tendo grande durabilidade após a colheita e o corte de suas flores.

2.1.2 Taxonomia das helicônias

As helicônias são consideradas, de acordo com a classificação botânica como pertencentes ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, ordem Zingiberales, família Heliconiaceae Nakai e gênero *Heliconia* L. O botânico Nakai colocou a helicônia como único membro da família Heliconiaceae, devido às características próprias de individualização que elas possuem.

Quanto ao número de espécies, Lamas (2003), afirma que, apesar de estudos constantes durante os últimos cem anos, sobre a taxonomia do gênero Helicônia, ainda é controversa a determinação do número exato de espécies que há dentro deste gênero devido a fatores como: a ampla distribuição geográfica; aos estudos desse gênero serem recentes; às descrições, muitas vezes incompletas, de materiais coletados em diferentes locais feitas por taxonomistas distintos e à difícil herborização do material (CASTRO & GRAZIANO, 1997) mas, o número de espécies, mais aproximado, deste gênero, estaria entre 225 e 260.

Originária da América do Sul, a helicônia representa um grupo de flores composto por mais de 200 espécies, sendo que no Brasil temos cerca de 40 espécies que ocorrem espontaneamente, constituindo uma das mais belas riquezas da nossa flora.

2.1.3 *Heliconia lingulata* Ruiz & Pavón cv.Fan

Espécie nativa da parte ocidental da Amazônia brasileira, estendendo-se aos países vizinhos Peru e Bolívia. Apresenta porte médio, grandes folhas de hábito musóide, crescimento vigoroso e formando densas touceiras. Sua inflorescência é do tipo ereta e disposta entre a folhagem (Figura 1). Exigente por sol pleno, possui de 7 a 27 brácteas de cor amarela de 12 a 14 cm de comprimento, dispostas num único plano em relação ao eixo da inflorescência (HELICONIASOCIETYPR, 2006).



FIGURA 1 - *Heliconia lingulata* Ruiz & Pavón cv. *Fan*.

Fonte: http://www.heliconiasocietypr.org/heliconia_lingulata_fan_eric_schmidt_small.jpg

2.1.4 Propagação de helicônias

As helicônias são plantas que podem ser propagadas sexualmente via semente ou assexuadamente. A propagação sexuada de helicônia é limitada, sendo que o tempo de desenvolvimento da planta pode demorar de um a dois anos (LAMAS, 2003), pois o fruto apresenta um endocarpo duro que dificulta a germinação das sementes. Essa limitação pode ser contornada pela utilização da técnica de resgate de embriões zigóticos, que propicia uma propagação rápida, recuperação de plantas livres de doenças, conservação e intercâmbio de germoplasma, introdução de germoplasma como semente botânica e a superação da dormência de sementes (TORRES et al., 2005).

Na propagação assexuada ou por via vegetativa ocorre a divisão do rizoma e emissão de brotações à superfície, podendo ser solitárias ou agregadas (MOSCA et al., 2004). Esse método tem a desvantagem de poder conduzir à disseminação e ao acúmulo de agentes causais de doenças que são transmitidas e intensificadas entre plantios sucessivos, via rizomas contaminados (TORRES et al., 2005). Para minimizar esse risco, é necessária a utilização de ferramentas bem afiadas, salientando-se que o procedimento de desinfecção das ferramentas, entre o uso de uma touceira para outra, deve ser observado, e que antes de transplantar os rizomas devem ser desinfetados com inseticida, nematicida, fungicida e bactericida ou banhado em solução de hipoclorito de sódio. Esta prática contribui para se evitar possíveis danos com nematóides, insetos, fungos e bactérias.

No método comercial (CRILEY, 1988), as plantas matrizes, que irão fornecer os rizomas, devem apresentar características tais como: produtividade, vigor e sanidade. Um rizoma ideal é aquele que tem pelo menos três gemas e, dependendo da época do ano, pode ser plantado diretamente no campo ou em sacos plásticos, sendo preferencialmente sob irrigação e sombreamento entre 30 e 60%, para facilitar o enraizamento (LAMAS, 2003).

Atualmente, a propagação por culturas de meristemas é a forma mais adotada na multiplicação de plantas em larga escala, para fins comerciais. Nesse tipo de multiplicação, também conhecida por micropropagação, clonagem ou cultura de tecidos, as novas plantas são obtidas a partir de um grupo de células (meristema). A principal vantagem desse tipo de propagação é a obtenção de mudas uniformes, com alta qualidade, em grande quantidade, num tempo relativamente curto e total ou parcialmente livre de doenças. Portanto, a micropropagação possibilita a obtenção de plantas em quantidade e qualidade, de maneira a atender um mercado consumidor crescente e, cada vez mais exigente (PAULA, 2000).

2.1.5 Condições ambientais para o cultivo de helicônias

Algumas condições ambientais como a temperatura, a umidade relativa do ar e a luminosidade influenciam no crescimento e no desenvolvimento das helicônias.

A faixa de temperatura está relacionada com a altitude na qual cresce naturalmente cada espécie e situa-se entre 14 e 34°C (KRESS, 1999). A temperatura média ideal é que oscile entre 21 e 26°C. A umidade relativa do ar ideal deve estar entre 60 e 80%, o que é suficiente para o desenvolvimento satisfatório da planta.

As helicônias, dependendo da espécie, podem ser cultivadas em pleno sol ou em locais sombreados. Cada espécie tem diferentes necessidades de iluminação, porém, em geral, pode se dizer que preferem à luz direta do sol ou sombra parcial (LAMAS et al., 2003). No entanto, nos primeiros meses, as helicônias são muito suscetíveis à luz direta do sol. Recomenda-se colocá-las em um local sombreado e aos poucos aumentar exposição a luminosidade até sol pleno na maioria das espécies (HELICONIASOCIETYPR, 2006).

Os cultivos em sol pleno necessitam de maior irrigação e fertilizantes (macro e micro elementos). Segundo Kress (1999), a diminuição da luz solar pode baixar de forma considerável a produção de inflorescências.

Algumas cultivares de *H. bihai*, *H. stricta*, *H. psittacorum* e *H. caribea* podem ser cultivadas a sol pleno, outras como *H. orthotricha*, *H. xantovillosa*, *H. stricta*, *H. carthaceae* preferem sombreamento entre 30 e 50%. Para o plantio de espécies que requerem

sombreamento, devem-se plantar de forma intercalada árvores, para esta finalidade. As espécies mais recomendadas são: glirícidia (*Gliricidia sepium*); sombrero (*Clitoria racemosa*); samam (*Pithecolobium saman*); ingá (*Inga spp*) ou qualquer outro tipo de árvore que não venha competir por nutrientes e luminosidade com a helicônia.

2.1.6 Irrigação no cultivo de helicônias

Gondim et al. (2004) indicam que, para o bom desenvolvimento da cultura, principalmente em regiões que apresentam baixo índice pluviométrico, há necessidade de suplementação hídrica, pois são plantas exigentes em água. O sistema de irrigação mais utilizado e recomendado para o cultivo da helicônia é a microaspersão, pois não molha as inflorescências, evitando o acúmulo de água nas brácteas, que pode causar a sua podridão. Deve-se manter o solo úmido, sem, contudo, causar excessos. Segundo Lamas (2003), os melhores resultados em cultivo de helicônia obtêm-se com a aspersão convencional (cobertura total), mas a opção ficará a cargo do produtor, da disponibilidade de água e da energia existentes na propriedade.

2.2 Micropropagação

A micropropagação é uma técnica amplamente utilizada na multiplicação de diversas espécies vegetais, pois proporciona ao produtor mudas de elevada qualidade e padronizadas, em quantidade suficiente e necessária para suprir em curto espaço de tempo, a demanda crescente de um mercado cada vez mais exigente.

Autores, como Bertoloti & Gonçalves, (1979); Torres et al. (1998); Mantovani et al. (2001); Pasqual et al. (2001); Altafin et al. (2002); Barros et al. (2002); Rech Filho (2004); Erig e Schuch (2005); enumeram algumas vantagens da micropropagação, as quais pode-se citar: conservação do germoplasma; maximização ou manutenção do vigor híbrido; recuperação de plantas livres de doenças; obtenção de plantas com excelente estado sanitário; manutenção do genótipo e a rápida multiplicação de plantas em espaços físicos reduzidos.

De acordo com Pasqual et al. (2001), em um trabalho de micropropagação, geralmente, envolve cinco etapas: I) fase preparativa; II) estabelecimento do cultivo *in vitro*; III) multiplicação; IV) alongamento e enraizamento; V) aclimatização. Neste presente trabalho, será dada atenção a fase de aclimação.

2.2.1 Aclimação

Conforme Terceiro Neto et al. (2004), a produção de flores e plantas ornamentais constitui uma atividade altamente promissora, no entanto é necessário o uso de tecnologias avançadas para atender a grande demanda do mercado.

Conforme Torres et al. (1998), a etapa da micropropagação consiste na transferência da planta da condição *in vitro* para a casa de vegetação e/ou telado (estufa), onde passa por aclimatização e endurecimento. Confundi-se os conceitos aclimação e aclimatização. Aclimação é um termo que se refere ao processo no qual as plantas ou outros organismos vivos tornam-se ajustados a um novo clima ou situação, como resultado de um processo essencialmente natural (PREECE & SUTTER, 1991; TOMBOLATO et al., 1998). Aclimatização é definida como a transferência de um organismo, especialmente uma planta, para um novo ambiente, sendo todo o processo realizado artificialmente (TOMBOLATO et al., 1998). Para George (1993), a aclimação é um processo regulado pela natureza, enquanto que a aclimatização é um processo controlado pelo homem.

Na fase de aclimação, as mudas são retiradas do meio de cultivo e transferidas para recipientes contendo substrato. Esse substrato pode influenciar as respostas das mudas, através de suas características químicas, físicas e biológicas (GONÇALVES, 1995). A escolha e o manejo correto dos mesmos é de suma importância para a obtenção de mudas de qualidade.

Muitas espécies que crescem *in vitro*, necessitam de um processo de aclimatização para assegurar a sua sobrevivência e o seu crescimento no ambiente externo. A aclimatização tem por objetivo reduzir o estresse causado pela enorme diferença entre as condições de cultivo *in vitro* e as condições externas de crescimento (PASQUAL et al., 2001).

Para Torres et al. (1998) e Pasqual et al. (2001) uma pré-adaptação à condição autotrófica pode ser estimulada ainda *in vitro*, para favorecer a sobrevivência das plantas enraizadas. Portanto, essa indução à realização da fotossíntese pode ser conseguida através da redução ou completa eliminação do açúcar (sacarose) no meio (KOZAI, 1988) e com o aumento da luminosidade e da concentração de CO₂ (DEBERGH, 1988; TORRES et al., 1998). Alguns cuidados devem ser tomados durante o transplante, para assegurar a sobrevivência e o desenvolvimento satisfatório das plantas micropropagadas. Estes cuidados estão relacionados com as condições ambientais e fitossanitárias, recipientes e substratos, irrigação, entre outros fatores.

Maciel et al. (2000), afirmam que a manutenção da umidade relativa do ar alta e de temperaturas do ar amenas são imprescindíveis na fase de aclimatização. A umidade relativa alta no início da aclimatização faz com que a planta retome o crescimento e passe a realizar fotossíntese em níveis suficientes para estimular o desenvolvimento de um sistema radicular mais funcional, na absorção de água e de nutrientes. Apesar da elevada umidade relativa ser fundamental, o seu excesso deve ser evitado, pois é extremamente favorável ao desenvolvimento de algas, fungos ou microrganismos patogênicos. Torres et al. (1998), mostram que é comum o uso de pequenos telados, túneis plásticos ou até mesmo casas de vegetação, para a manutenção de temperaturas mais amenas e redução da incidência direta de luz sobre as plantas.

Terceiro Neto et al. (2004) verificaram que o substrato influencia na resposta das plantas na fase de aclimatização através de suas características físicas, químicas e biológicas. Para Torres et al. (1998), o substrato deve apresentar uma capacidade de retenção de água e não compactar-se excessivamente, comprometendo à drenagem e, conseqüentemente, a aeração do sistema radicular. Tombolato et al. (1998) complementam, ressaltando que o substrato deve ter pH apropriado para cada espécie, ser asséptico (estéril) e suficientemente poroso para promover drenagem adequada e aeração. Quimicamente, ele deve ser inerte para permitir a manipulação dos conteúdos de nutrientes, de acordo com a necessidade da espécie. Os substratos mais empregados na aclimatização são: pó de fibra de coco, húmus, vermiculita, moinha de carvão, serragem, turfa, palha de arroz carbonizada, areia, vermicomposto, entre outros. Quando o substrato é composto de vários materiais, as proporções de cada componente são bastante variáveis e dependem da espécie utilizada (TORRES et al., 1998).

As plantas se desenvolvem melhor e crescem mais rapidamente em recipientes mais espaçosos. Vários tipos de recipientes (área e volume) podem ser utilizados na aclimatização de plantas micropropagadas, como é o caso das bandejas plásticas ou de isopor, caixas de polietileno, sacos plásticos, copos plásticos, tubetes, vasos, etc.

Segundo Pasqual et al. (2001), o processo de aclimatização segue normalmente os seguintes procedimentos: retirada da muda enraizada *in vitro*; lavagem do sistema radicular para retirada do excesso do meio de cultura, que pode ser prejudicial ao desenvolvimento da muda; transferência da muda para substrato, preferencialmente estéril, umedecido e mantido em casa de vegetação com nebulização intermitente, temperatura amena e intenso sombreamento; aplicação do meio de cultura durante os primeiros dias de aclimatização; manutenção no ambiente de aclimatização por tempo suficiente para as mudas sobreviverem;

redução gradual da umidade relativa do ar, teor de água do substrato e sombreamento; transferência para o viveiro ou área de cultivo.

Existem poucos trabalhos que relatam detalhadamente os procedimentos de transplântio e aclimatização de espécies micropropagadas, principalmente no que diz respeito ao manejo de mudas micropropagadas, no sentido de proporcionar o melhor aproveitamento das plântulas e a obtenção de melhor qualidade das mudas aclimatizadas.

2.3 Cultivo protegido

O cultivo protegido tem a função de proteger as plantas da influência de intempéries climáticas, principalmente, no que diz respeito à radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar. Também é eficiente na redução da incidência de precipitações pluviométricas e ventos fortes.

Casas de vegetação são construções simples ou sofisticadas, com aparelhos destinados ao melhor controle do ambiente (luminosidade, umidade, temperatura, etc.). São utilizadas, geralmente, para desenvolver culturas de porte alto ou tutoradas, como tomate, pepino, pimentão, melão, flores e outros. O túnel baixo de cultivo forçado destina-se aos cultivos de plantas de porte baixo, como alface e morango, ou para proteger as culturas tutoradas durante as primeiras fases vegetativas. O túnel alto de cultivo forçado é semelhante à casa de vegetação, distinguindo-se apenas com relação à forma, semicircular, e a altura, em média de 3 m. Geralmente, é fornecido pré-fabricado com tubos de ferro galvanizado. Para Paula (2000), o túnel alto de cultivo forçado, também conhecido como viveiro, são instalações de fácil construção e de alta durabilidade. Suas estruturas podem ser de concreto, ferro ou madeira, revestidas com sombrite, tela preta, que pode proporcionar diferentes luminosidades, ou seja, distintos níveis de sombreamento.

2.4 Cultivo em substratos

Segundo Costa (2003), o cultivo de plantas em substratos é um processo muito importante para o sistema de produção agrícola, por permitir um controle mais rígido da nutrição mineral e da irrigação. As principais vantagens do cultivo de plantas em substratos, quando comparadas ao cultivo no solo, são o manejo adequado da água, o fornecimento de nutrientes em doses e épocas apropriadas, redução dos riscos de salinidade no meio radicular e a possibilidade de reduzir os problemas de ordem fitossanitária (FAO, 1990).

Segundo Kämpf (2000) e Bataglia & Furlani (2004) o substrato para plantas é o meio em que se desenvolvem as raízes dos vegetais, cultivados fora do solo até o campo. O substrato é o meio em que as raízes proliferam-se para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as quantidades necessárias de água, oxigênio e nutrientes (GOMES & SILVA, 2004; RÖBER, 2000). O melhor substrato pode variar em função de diversos fatores, como o tipo de material vegetal, condições climáticas, tamanho e forma do recipiente, irrigação e fertirrigação, aspectos econômicos, experiência local de sua utilização, entre outros (MURRAY, 2001).

Segundo Eklund et al. (2001), para que um substrato seja considerado de boa qualidade, deve propiciar uma emergência uniforme e um bom desenvolvimento das plantas, sem a ocorrência de sintomas de deficiência nutricional ou fitotoxicidade. Milner (2002) relata que um bom substrato deve ser facilmente disponível, apresentar reduzido custo, ter baixa densidade, ser quimicamente inerte e apresentar baixo grau de degradação durante os cultivos, mantendo suas características e permitindo o seu uso por um maior número possível de vezes. Para Santos et al. (2000), o substrato deve ainda apresentar homogeneidade, boa porosidade, boa capacidade de campo, adequada capacidade de troca catiônica e isenção de pragas e patógenos.

Com isso, observa-se que a escolha dos substratos deve ser baseada, entre outros fatores, nas características físicas, químicas e biológicas. Pois, segundo Terceiro Neto et al. (2004), estas características podem influenciar as respostas das plantas na fase de aclimatização.

2.4.1 Tipos de substrato

Os substratos podem ser de origem animal (húmus, esterco, etc.), vegetal (tortas, serragens, etc.), mineral (vermiculita, areia, etc.) e artificial (isopor, espuma fenólica, etc.) (KÄMPF, 1992). Algumas matérias-primas já são consagradas como substratos para plantas, como é o caso da casca de arroz, areia, subprodutos da madeira (fibra de madeira), compostos de lixo domiciliar e urbano, compostos de restos de poda vegetal, solo mineral, xaxim e húmus (FONTENO, 1996; SCHIE, 1999; KÄMPF, 2000).

Normalmente, os próprios produtores formulam seus substratos a partir de várias matérias-primas, puras ou em misturas, disponíveis em suas regiões. Os materiais mais usados nas formulações segundo Nunes (2000), são a casca de arroz, vermiculita, casca de árvores, fibra ou pó do coco maduro, húmus de minhoca, composto orgânico, terra, etc. Santos et al.

(2000) explicam que, como não é fácil encontrar materiais puros com características adequadas para um bom substrato, a estes são adicionados outros materiais, melhorando-os química e fisicamente, integrando a mistura e funcionando como condicionadores.

2.4.1.1 Adubos Orgânicos

Segundo Teixeira et al. (2000), os esterco animais, em função da sua grande disponibilidade e resposta no crescimento e no aumento da produção das plantas, são considerados importantes adubos orgânicos. O esterco bovino e a cama de frango são os adubos orgânicos mais utilizados na região, principalmente na produção de hortaliças e mudas de fruteiras.

Os adubos orgânicos apresentam características diferentes quanto aos teores de nutrientes, em face, principalmente, da origem do mesmo. A aplicação em solos, além do efeito direto no suprimento de nutrientes para as plantas, melhora as condições físicas e biológicas desses solos e contribui para baixar os teores de alumínio trocável (MAZUR et al., 1983; GIBSON, 1992).

Segundo Gomes & Silva (2004), a escolha do substrato deve ser feita levando em consideração as características físicas e químicas exigidas pela espécie a ser plantada e aspectos econômicos, pois, além de propiciar adequado crescimento à planta, o material utilizado na composição do substrato deve ser abundante na região e ter baixo custo. Geralmente, os substratos são compostos por misturas de diferentes materiais, pois dificilmente um material puro conseguirá apresentar todas as características adequadas para compor um bom substrato, podendo envolver até 4 ou mais materiais.

Do ponto de vista físico, o substrato deve permitir adequado crescimento das raízes, reter água, possibilitar aeração e agregação do sistema radicular, além de não favorecer o desenvolvimento de doenças e plantas daninhas. Quanto à composição química, deve fornecer todos os nutrientes necessários ao crescimento da planta em quantidade adequada e no momento em que a planta apresenta a demanda. Para que o aporte de nutrientes seja adequado, é preciso haver boa capacidade de troca catiônica (CTC), pH próximo da neutralidade e baixa salinidade (condutividade elétrica).

Uma tendência geral para compor substratos para produção de mudas, tem sido a adição de fontes de matéria orgânica, a qual contribui não só para o fornecimento de nutrientes, mas também para as características físicas do meio de cultivo. Entre os materiais freqüentemente utilizados como substrato, citam-se: casca de arroz carbonizada (LUCAS et

al., 2002), esterco bovino (CAVALCANTI et al., 2002), bagaço de cana (MELO et al., 2003), composto orgânico (TRINDADE et al., 2001), cama de frango e moinha de café (ANDRADE NETO et al., 1999), casca de Acácia-negra (SOUZA et al., 2003) e húmus de minhoca (LIMA et al., 2001).

A utilização do coco como substrato é uma alternativa para preservação da samambaiçu. Além disso, ajuda a diminuir o volume de resíduos gerados, visto que, após o consumo da água, muitas vezes o coco é descartado, tornando-se um inconveniente para as empresas de coleta de lixo e diminuindo a vida útil dos aterros públicos. Dessa forma, a tendência mais sensata e ecologicamente correta no destino de resíduos sólidos gerados é a reciclagem desses materiais, com a conseqüente preservação do meio ambiente (BEZERRA et al., 2001)

2.4.1.2 Pó-de-coco seco

As indústrias que fazem o processamento de coco maduro para a produção de óleo e outros produtos geram uma grande quantidade de resíduos formados, em grande parte, pelas cascas ou mesocarpo grosso do fruto (ROSA et al., 2001). Estas cascas são normalmente usadas como combustível de caldeiras ou, ainda, processadas para o beneficiamento de fibras empregadas na fabricação de cordoalhas, tapetes, esteiras e outros produtos (CEMPRE, 1998). Segundo Rosa et al.(2001), os substratos obtidos a partir de frutos maduros do coco demonstram os melhores meios de cultivo para a produção de vegetais.

O pó do coco maduro é um material vegetal 100 % natural, renovável, muito leve e bastante semelhante com as melhores turfas de *Sphagnum*, encontradas no norte da Europa e América do Norte. Atualmente, o pó do coco seco está sendo indicado como substrato agrícola, tanto por possuir uma estrutura física vantajosa, que proporciona alta porosidade e elevada retenção de umidade, como por ser um material biodegradável (ROSA et al., 2001). Com relação às propriedades químicas, o resíduo de coco maduro apresenta pH ótimo para o cultivo e salinidade de média à elevada e que esta salinidade não é um fator limitante para a sua utilização como substrato, uma vez que um programa adequado de rega é eficiente na remoção de sais solúveis em excesso.

Silva et al. (2004) avaliaram o efeito de alguns substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de antúrio (*Anthurium andreaeanum*). Os substratos testados foram pó-de-coco seco, pó-de-coco seco mais bagana de carnaúba, pó-de-coco seco mais palha de arroz carbonizada, pó-de-coco seco mais palha de arroz carbonizada mais húmus, bagana de

carnaúba, vermiculita e dois substratos comerciais. Aos 90 dias de cultivo, foram avaliadas as variáveis número médio de folhas por planta, altura das plantas e pesos fresco e seco das partes aérea e radicular das plantas. Os autores concluíram que o pó-de-coco seco se destacou entre os substratos testados, pois proporcionou as maiores médias de altura de planta, peso fresco e seco da parte aérea e, ainda, não diferiu estatisticamente dos outros substratos quanto à produção de matéria seca do sistema radicular.

2.4.1.3 Pó-de-coco verde

Segundo Rosa et al. (2001), o aumento do consumo de água-de-coco verde e a industrialização vêm causando problema na disposição final do resíduo gerado (cascas do fruto). Assim, por não apresentarem as mesmas características desejáveis das fibras de coco maduro, as fibras de coco verde acabam não sendo beneficiadas pelas indústrias, de forma que estas cascas são normalmente descartadas. Esse descarte está sendo considerado um grande problema ambiental, pois as cascas do fruto verde, que representam cerca de 80 a 85 % do peso bruto do coco, acabam sendo enviadas para grandes centros urbanos, onde ficam acumuladas nos próprios locais, em lixões ou em aterros sanitários. Além disso, este descarte ainda representa um custo adicional às empresas de beneficiamento que se vêm obrigadas por lei a realizar a coleta deste resíduo.

Para minimizar esse problema e encontrar um aproveitamento viável para os resíduos não beneficiados desse setor, a Embrapa Agroindústria Tropical vem estudando a potencialidade da casca de coco verde como substrato para o cultivo das mais variadas espécies vegetais. Para Rosa et al. (2001), esse material, com características adequadas a um substrato agrícola, só é obtido mediante a operação de dilaceração, moagem e secagem.

Kämpf e Fermino (2000) salientam que a composição química da casca do coco verde varia bastante em função da origem do material, época do ano e quantidade de chuvas. Rosa et al. (2001) acrescentam que, devido esse material ser muito variável quanto ao nível de salinidade e nutrientes, é imprescindível a sua caracterização em termos de condutividade elétrica, pois dependendo do tipo de cultivo a ser utilizado, poderá ser necessária uma etapa de lavagem.

Silva (1999) realizou a caracterização física e química do pó-de-coco verde no Laboratório de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical. A análise física desse material, quanto à densidade aparente e capacidade de retenção de água, mostrou que o pó-de-

coco verde possuía uma grande capacidade de retenção de umidade, já que foi capaz de reter água em valor equivalente a cerca de cinco vezes o seu peso seco.

Lemle (2005) elucida que o pó-de-coco verde possui boas características físicas, como retenção de umidade, porosidade e densidade, de forma que, quando usado em mistura com substrato comercial, melhora estas características e ainda torna o material mais leve. Além disso, a sua utilização em mistura reduz o custo de aquisição de substratos comerciais industrializados e ajuda a eliminar o excesso de resíduo (casca).

Atualmente, a EMBRAPA e outras instituições (universidades, empresas agrícolas, etc.) estão desenvolvendo pesquisas com o pó-de-coco verde para verificar sua aplicabilidade como substrato agrícola nos mais diversos setores da agricultura, como a fruticultura, horticultura, silvicultura, olericultura e floricultura.

2.4.1.4 Húmus de minhoca

Segundo Aquino (2004), húmus é um complexo coloidal amorfo, de cor marrom a preta, de natureza variada e oriundo da decomposição de restos vegetais e animais depositados no solo. Húmus de minhoca, também conhecido como vermicomposto, é um tipo de húmus gerado a partir de excrementos do aparelho digestivo da minhoca, que apresenta altos teores de matéria orgânica e sais minerais (KIEHL, 1985). Segundo Longo (1987), o húmus de minhoca é, em média, 70 % mais rico em nutrientes do que os húmus convencionais. Além do mais, é rico em microrganismos benéficos às raízes, possui pH neutro, alta retenção de água e mineralização lenta da matéria orgânica. Kiehl (1985) acrescenta que o húmus de minhoca possui, em relação a uma camada de solo fértil, cinco vezes mais nitrogênio, duas vezes mais cálcio, o dobro de magnésio, sete vezes mais fósforo e onze vezes mais potássio.

Segundo Gonçalves & Poggiani (1996), o húmus de minhoca apresenta vantagens como uma boa consistência dentro de recipientes, média a alta porosidade e drenagem, alta capacidade de retenção de água e nutrientes, elevada fertilidade, boa formação do sistema radicular, pH equilibrado (neutro) e melhor controle biológico de patógenos e doenças.

Quanto às propriedades físicas, o húmus melhora a agregação que, por sua vez, favorece o aumento da capacidade de armazenamento de água (3 a 4 vezes o seu peso), a redução dos riscos de compactação, erosão e lixiviação e a melhoria das condições de aeração, favorecendo a germinação de sementes e o crescimento e o funcionamento das raízes.

Com relação às propriedades químicas, o húmus, através da lenta mineralização, libera todos os nutrientes essenciais à planta, incluindo N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes; aumenta a CTC do meio, o que proporciona a retenção de nutrientes e água para a planta; funciona como agente quelante, retendo formas disponíveis de certo micronutrientes ou controlando a toxidez de outros (Fe, Al, Mn) e aumenta o poder tampão para pH, nutrientes, temperatura e umidade (AQUINO, 2004).

Para as propriedades biológicas, Aquino et al. (1993) afirmam que o húmus aumenta a atividade biológica do meio, especialmente, dos organismos aeróbicos responsáveis pela oxidação do N, P, S, fixação do nitrogênio e solubilização do fósforo mineral.

2.5 Cultivo em recipientes

Segundo Gomes et al. (2003), a produção de mudas em recipientes é o sistema mais utilizado, principalmente, por proporcionar a melhor qualidade das plantas, o melhor controle da nutrição e a proteção das raízes contra danos mecânicos e desidratação, além de permitir o manejo mais adequado no local de cultivo, no transporte, na distribuição e, finalmente, no plantio.

Diversas são as funções ou mesmo vantagens do cultivo em recipientes, que proporcionam um meio para suportar e nutrir as plantas; protegem as raízes contra a decepção e danos mecânicos (FONSÊCA, 2001; GOMES et al., 2003); oferece uma conformação vantajosa para as raízes das mudas; proporciona a melhor utilização do espaço da estufa e facilitam a semeadura e a tratos culturais, como irrigação, desbaste, controle fitossanitário, etc. (BEZERRA, 2003); maximizam a sobrevivência das mudas no campo (FONSÊCA, 2001). Daniel et al. (1982) e Calvete (2004) acrescentam que a maior sobrevivência em campo, ocorre porque a utilização de recipientes proporciona uma menor interferência no sistema radicular, na ocasião do transplantio, resultando em maior uniformidade e percentagem no pegamento das mudas.

De acordo com Sancho (1988), um dos grandes desafios da produção de mudas em recipientes é assegurar o crescimento e a produção de biomassa aérea com volume limitado de raízes, restritas a um pequeno volume de substrato. Isso porque quanto menor o espaço disponível ao sistema radicular, mais difícil será o suprimento de fatores de produção que garantam o crescimento otimizado e o desenvolvimento normal das plantas (MENEZES JÚNIOR et al., 2000).

Diante disso, Queiroz & Melem Júnior (2001) salientam que o tamanho do recipiente influencia diretamente o custo final da muda, já que daí resulta a quantidade de substrato a ser utilizado, o espaço que irá ocupar no local de cultivo, a mão-de-obra utilizada no transporte, remoção para a aclimatização e retirada para entrega ao produtor, além da influência na quantidade de insumos que irá necessitar.

A forma e tamanho do recipiente influenciam a dinâmica da movimentação da água. De acordo com Fermino (2002), quanto maior a altura do recipiente, mais elevado será o fluxo de água. Isso acontece porque a base do recipiente funciona como uma barreira onde a água encontra-se à pressão atmosférica zero. Dessa forma, a reduzida altura de determinados recipientes costuma dificultar a drenagem, elevar a capacidade de retenção de água e, com isso, promover o encharcamento do substrato.

Nesse contexto, Whaite & Mastalerz (1966) definiram o conceito de capacidade de recipiente, na definição do volume de água retido após a irrigação, como sendo a máxima quantidade de água que permanece no substrato após a drenagem e antes da evaporação. Para um mesmo substrato, a altura da camada saturada é a mesma, independente da altura do recipiente, após saturação e livre drenagem da água. Isso significa que o conteúdo relativo de água em um recipiente de altura reduzida é sempre maior do que o conteúdo relativo de água em um recipiente de altura mais elevada. Esta situação explica porque a capacidade de recipiente é sempre superior à capacidade de campo, para um mesmo material (FERMINO, 2002). Portanto, a altura do recipiente limita a altura de substrato e, dessa forma, a capacidade do recipiente, determinando o espaço de aeração, ou seja, a porcentagem de ar no volume de substrato.

Nesse sentido, Kämpf (2002) acredita que recipientes pequenos, com volume entre 5 e 50 mL e altura entre 2 e 7 cm (*plugs* das bandejas), necessitam de substratos com porosidade total acima de 90 % e densidade abaixo de 200 g L⁻¹. Os recipientes com volumes entre 50 e 500 mL e altura entre 5 e 15 cm, denominados tubetes, sacos ou vasos, necessitam de substratos não tão porosos e nem com a densidade excessivamente reduzida.

Os volumes dos recipientes influenciam a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Normalmente, os recipientes de maior volume proporcionam a melhor arquitetura do sistema radicular (PARVIAINEN, 1981), o maior volume de raízes, que melhora a absorção de nutrientes, e a obtenção de mudas mais vigorosas e de melhor qualidade (BEZERRA, 2003). Pesquisas têm comprovado, de uma maneira geral, que as mudas de melhor qualidade são obtidas a partir de recipientes de maior volume. Como exemplo, pode-se citar o trabalho de Cardoso e Costa (1999). Barros (1997), ao estudar o comportamento de

diferentes recipientes na produção de mudas, concluiu que quanto maior o volume do recipiente empregado, maior foi o peso total, peso da matéria seca da parte aérea e, também, maior área foliar das plântulas.

Os recipientes de menor volume reduzem o crescimento e vigor das mudas, e ainda restringem o desenvolvimento do sistema radicular da planta (BEZERRA, 2003). Nesmith & Duval (1998) relatam que a restrição das raízes afeta o crescimento, a fotossíntese, o teor de clorofila nas folhas, a absorção de água e nutrientes, a respiração, o florescimento e até a produção. Além disso, a maior quantidade de raízes no recipiente, com pequena capacidade volumétrica, contribui para a redução do espaço poroso e maior competição por oxigênio. Não obstante, as plantas com restrição radicular, quando transplantadas para o local definitivo de cultivo, tornam-se incapazes de compensar a evapotranspiração, mesmo estando bem irrigadas (PEREIRA & MARTINEZ, 1999). Os autores citam ainda que se as plantas forem pequenas, pode ocorrer deficiência de oxigênio e envelhecimento das raízes. Portanto, é de se esperar que a permanência da muda em recipientes pequenos antes do transplântio seja reduzida, no sentido de se evitar esse tipo de problema.

Existe certa contradição quanto a utilização de recipientes grandes e pequenos. Os recipientes grandes, apesar de proporcionarem um melhor desenvolvimento das mudas, acabam gerando, devido às suas grandes dimensões, maiores custos de produção, de transporte, de distribuição e de plantio. Por outro lado, os recipientes pequenos, mesmo podendo limitar de alguma maneira o desenvolvimento das plantas, possuem custos relativamente menores quanto ao substrato, transporte, distribuição e plantio, além de menor ocupação física da área de cultivo (GONZALES, 1988). Outrossim, certos trabalhos têm demonstrado que nem sempre os maiores recipientes proporcionam a obtenção de melhores plantas em campo, uma vez que as mudas cultivadas em recipientes menores, mesmo menos desenvolvidas, conseguem se recuperar de tal forma que acabam se igualando em desempenho no local definitivo de plantio. Pesquisas comparando o desempenho de duas mudas produzidas em recipientes menores (mudas pequenas) com mudas produzidas em recipientes maiores (mudas grandes) mostraram que as diferenças iniciais de altura e diâmetro tenderam a desaparecer com o passar do tempo (KIISKLA, 1999). Nesse aspecto, Carneiro (1995) reporta que o estudo das dimensões adequadas é de grande importância, pois recipientes com volume acima do recomendado provocam gastos desnecessários, aumentam a ocupação da área de cultivo, aumentam os custos de transporte, manutenção e distribuição das mudas no campo.

Portanto, a escolha do tipo de recipiente a ser utilizado na formação de mudas deve ser baseada no custo de aquisição, na durabilidade do material, no tamanho e forma, na facilidade operação, na área ocupada no local de cultivo e nas características para a formação de mudas de boa qualidade (MACEDO, 1993; GONÇALVES, 1995).

2.6 Irrigação

2.6.1 Lâmina de irrigação

Para Miranda e Pires (2001), água é um dos fatores limitante para o desenvolvimento vegetal. Em relação às plantas, Kramer (1983) relata que, além da água está na composição da maior parte da massa vegetal, ela ainda participa direta ou indiretamente dos processos fisiológicos, já que a inadequada condição hídrica (excesso ou escassez) pode afetar o crescimento, sanidade e produção das plantas. Gomes (1999) afirma que uma quantidade de água deve ser aplicada às plantas com uma determinada frequência para suprir as necessidades hídricas, ou seja, para repor a água consumida pela evapotranspiração da cultura.

Para se alcançar todos os objetivos da prática de irrigação, os quais englobam a maximização da produção, racionalização do uso da mão-de-obra, energia, água e fertilizante, e a aplicação correta da água, é imprescindível adotar um correto manejo da irrigação (MIRANDA & PIRES, 2001). Para estes autores, o manejo da irrigação consiste na determinação de quanto, quando e como se aplicar a água, levando em conta diversos aspectos do sistema produtivo, como a adubação (fertirrigação), controle fitossanitário (quimigação), informações climatológicas e econômicas, e manejos e estratégias de condução da cultura. Grassi Filho & Santos (2004) complementam, relatando que, além de quanto e quando, também é necessário se determinar o que será irrigado, se o solo ou o substrato. Para Bernardo et al. (2006), também é necessário conhecer o comportamento da cultura em função das diferentes quantidades de água fornecidas e identificar as fases de desenvolvimento de maior consumo de água, e os períodos críticos, quando a falta ou o excesso provocaria quedas de produção.

Segundo Pereira et al. (1997), a lâmina d'água em excesso pode provocar perdas de água e lixiviação de nutrientes pela percolação abaixo da zona das raízes, favorecer a proliferação de microorganismos patógenos e, em terrenos mal drenados, provocar a saturação

do solo. Andriolo (2004) mostra que a elevada umidade do solo pode modificar a participação da massa seca da planta e reduzir sua produtividade, devido aos problemas relacionados com a polinização e/ou fixação dos frutos. No caso de raízes, a umidade excessiva aumenta ainda o risco de aparecimento de moléstias.

Pereira et al. (1997) relatam ainda que a quantidade insuficiente de água proporciona uma redução da reserva útil do solo, prejudicando as plantas, desperdiçando recursos valiosos e aumentando os custos da água aplicada, além de acentuar os problemas relacionados com a salinização do solo. Para Larcher (2000), Lopes (2004) e Taiz & Zeiger (1991), a deficiência hídrica também gera redução da atividade fotossintética, conjuntamente com a diminuição do volume celular e declínio da turgescência, afeta o estado nutricional dos vegetais, pois reduz ou cessa a absorção de elementos minerais, que são componentes integrantes de enzimas, pigmentos ou ativadores do processo fotossintético.

De acordo com Cuartero & Fernández-Muñoz (1999), um ambiente que apresenta reduzida ou inexistente lixiviação da água e altas taxas de evaporação, favorece o estabelecimento de um fluxo hídrico ascendente que provoca o acúmulo de sais (salinização). Esse processo de acúmulo de sais acaba por interferir nos mecanismos de absorção dos vegetais.

Andriolo (2004) salienta que, no caso de substrato, o excesso de umidade favorece o surgimento de doenças e a lixiviação da água, e dificulta, até mesmo, a absorção de nutrientes pelas raízes em função de condições desfavoráveis de oxigenação.

Segundo Pereira (2002), as plantas ornamentais normalmente são bastante susceptíveis à deficiência de água já que, nesta condição, costumam apresentar desenvolvimento precário e desuniforme. A lâmina de irrigação, conforme Doorenbos & Pruitt (1997), deve-se adaptar aos critérios de suprimento de umidade no solo relativo a cada cultura, classe de solo e clima. Assim sendo, a lâmina d'água deve ser cuidadosamente obtida durante todo o período de desenvolvimento vegetativo da cultura para se evitar problemas relacionados com o déficit ou excesso de umidade.

2.6.2 Microaspersão

Segundo Miranda & Pires (2003), a irrigação localizada é um método de irrigação no qual a água é aplicada diretamente sobre a região radicular da planta, com pequena intensidade e alta frequência, para manter a umidade próxima da ideal, ou seja, da capacidade de campo. Apresenta como vantagens, conforme Costa & Vieira (1994), baixo consumo de

energia elétrica; elevada eficiência de aplicação da água; menor desenvolvimento de ervas daninhas entre linhas de plantio; manutenção da umidade do solo próxima à capacidade de campo, facilidade de distribuição de fertilizante e defensivo com a água de irrigação; uso de pouca mão-de-obra; facilidade de automação e o controle mais rigoroso da qualidade da água fornecida à planta. Bernardo et al. (2006) cita como algumas desvantagens, o entupimento dos emissores, distribuição deficiente do sistema radicular, exigência de filtragem altamente eficiente e alto custo inicial.

O método da irrigação localizada comporta diversos sistemas de aplicação da água, alguns menos conhecidos, como o xique-xique e cápsulas porosas, e outros, mais conhecidos e amplamente difundidos, como o gotejamento e a microaspersão.

No Brasil, a microaspersão vem ganhando importância desde a sua recente implantação, em 1982, até os dias atuais. Hoje é considerado um dos principais sistemas de irrigação, em virtude de sua larga utilização nos mais diversos setores da agricultura. Geralmente é empregado em viveiros de mudas, mudas replantadas em pomares, plantas fruteiras, plantas de jardim, hortaliças, sementeiras, flores e plantas ornamentais.

Mary (2004) relata que o uso da microaspersão pode melhorar as condições de temperatura e umidade em ambientes protegidos, através do processo de resfriamento evaporativo. A aplicação de água pela microaspersão ao nível das plantas proporciona o não molhamento da folhagem, com conseqüente redução da incidência de doenças. Porém, esse esquema necessita de uma maior quantidade de emissores, devido à menor distância de alcance da água (TOMBOLATO et al., 1998).

Atualmente, o uso da microaspersão acima do nível das plantas predomina quase em absoluto no processo de aclimatização de plantas micropropagadas, principalmente, aquelas de elevado valor comercial, como flores e plantas ornamentais. A aclimatização envolve o cultivo de plântulas, normalmente sob recipientes plásticos (tubetes) ou de isopor (bandejas), em ambiente protegido. Na aclimação, a microaspersão se sobressai como método de aplicação de água, pois proporciona as melhores condições para o estabelecimento e desenvolvimento das mudas.

A água pulverizada pelos emissores (nebulizadores) permite o melhor controle da umidade, deixando-a mais ou menos elevada, conforme a necessidade da cultura. As gotículas de água no ar, em contato com as folhas, são cruciais para redução do estresse hídrico e absorção de água e nutrientes (sais) para a fotossíntese, uma vez que as mudas em seu estágio inicial apresentam algumas deficiências anatômicas, como a presença de estômatos pouco ou

não funcionais, reduzida ou inexistente cera protetora das folhas e raízes pequenas e/ou pouco ramificadas (TORRES et al., 1998).

A microaspersão tem sido amplamente empregada na aclimatização de plantas micropropagadas, especialmente, na área de flores e plantas ornamentais. Esse fato pode ser evidenciado através de trabalhos realizados por diversos pesquisadores nas mais variadas culturas, tais como: bromélias (MORAES et al., 2005; RODRIGUES et al., 2003); helicônias (BEZERRA et al., 2005; TIMBÓ et al., 2004); antúrio (SILVA et al., 2004); gérbera (SOUZA et al., 2005); limônio (FIOR et al., 2004); amoreira-preta (VILLA et al., 2004).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O presente trabalho foi conduzido em ambiente protegido, constituído por um túnel alto de cultivo forçado pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), no período de fevereiro a abril de 2006. A área está situada no município de Fortaleza, Ceará, com as coordenadas geográficas correspondentes a 3°44' de latitude sul, 38°33' de longitude oeste e 19,5 m de altitude acima do nível do mar.

3.2 Clima da região

De acordo com a classificação climática de Koppen, o clima da região é do tipo Aw', caracterizado como clima tropical chuvoso, de savana tropical, com a época mais seca no inverno e máximo de chuvas no outono. Para Thornthwaite, o clima é do tipo C₂WA'a', qualificado como úmido à sub-úmido com moderada deficiência hídrica no inverno, apresentando evapotranspiração potencial superior a 1.140 mm, concentrada no verão.

Os valores médios mensais de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global e velocidade do vento a 2 m de altura, registrados durante o experimento pela estação meteorológica automatizada da Universidade Federal do Ceará (UFC), encontram-se dispostos na Tabela 1.

TABELA 1 - Valores médios mensais de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar global e velocidade do vento a 2m de altura, Fortaleza-CE, 2006.

Mês	Temperatura (°C)	U R (%)	Rad. solar global (W m ⁻²)	Vel. do vento (m s ⁻¹)
Fevereiro	23	95	1329	1,73
Março	24	84	1291	1,25
Abril	23	99	1162	0,94

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

3.3 Substratos empregados

Foram usados, como substratos, quatro materiais orgânicos combinados na proporção volumétrica de 1:1:1. Os substratos são compostos pelos seguintes materiais:

Substrato 1 (S₁): pó-de-coco seco + húmus de minhoca + solo (PCS+H+S);

Substrato 2 (S₂): pó-de-coco verde + vermiculita + composto de cama de frango
(PCV+V+CCF);

Substrato 3 (S₃): pó-de-coco verde + húmus de minhoca + solo padrão (PCV+H+S);

Substrato 4 (S₄): pó-de-coco seco + vermiculita + composto de cama de frango
(PCS+V+CCF);

Substrato 5 (S₅): Hortimix[®] (HORT);

Os adubos orgânicos, húmus de minhoca e Hortimix[®], foram obtidos já devidamente prontos no comércio local. Nas dependências do CNPAT, foi obtido o composto de cama de frango, devidamente preparado e acondicionado em tambores de polietileno, o pó-de-coco verde e seco, por sua vez, tiveram que ser submetidos a processos de moagem da casca, seguidos de peneiramento, em equipamentos apropriados instalados no próprio local. Com os materiais orgânicos devidamente prontos, foram realizadas as misturas, as quais resultaram na obtenção das cinco diferentes combinações de substratos. A análise química dos substratos foi efetuada no Laboratório de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical, a partir de amostras retiradas da combinação de cada substrato (Tabela 2).

TABELA 2 - Características químicas dos substratos empregados nos experimentos, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Característica química	Extrator Digestor	Técnica analítica	Resultados				
			PCS+H+S	PCV+V+CCF	PCV+H+S	PCS+V+CCF	HORT
Ca (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Espectrofotometria	67,50	68,40	63,00	60,30	259,68
Carbon (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Volumetria	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
C.E.(dS m ⁻¹)	S/ extrator	Condutimetria	2,50	1,87	2,11	2,10	6,35
Cl/água (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Volumetria	938,98	532,00	771,40	771,40	2128,00
Cu (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Espectrofotometria	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fe (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Espectrofotometria	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
HCO ₃ (mg/L)	S/ extrator	Cálculo	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
K (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Cálculo	643,50	445,50	504,90	499,95	2831,40
Mg (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Espectrofotometria	57,90	76,20	62,40	70,20	199,68
Mn (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Espectrofotometria	0,05	0,06	0,03	0,10	0,53
Na (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Espectrofotometria	265,65	151,80	221,10	195,53	534,60
NH ₃ (mg/L)	Água	Titulometria	4,0	3,0	3,4	2,6	8,7
NO ₃ (mg L ⁻¹)	Água	Titulometria	44,3	67,0	40,0	78,1	11,1
P (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Colorimetria	90,26	140,63	76,73	101,84	14,51
pH	S/ extrator	Potenciometria	6,67	5,86	6,82	5,7	7,68
Sulfat (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Cálculo	43,30	11,28	35,38	11,98	1094,76
Zn (mg L ⁻¹)	S/ extrator	Espectrofotometria	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical – CE; (pH) potencial hidrogeniônico, (Corg) carbono orgânico, (CE) condutividade elétrica, (Cl/água) cloroágua.

3.4 Recipientes utilizados

Para a acomodação dos substratos, foram utilizados quatro tipos de recipiente (Figura 3), com formas e capacidades volumétricas distintas: copo pequeno (CP), tubete pequeno (TP), tubete grande (TG) e copo grande (CG).

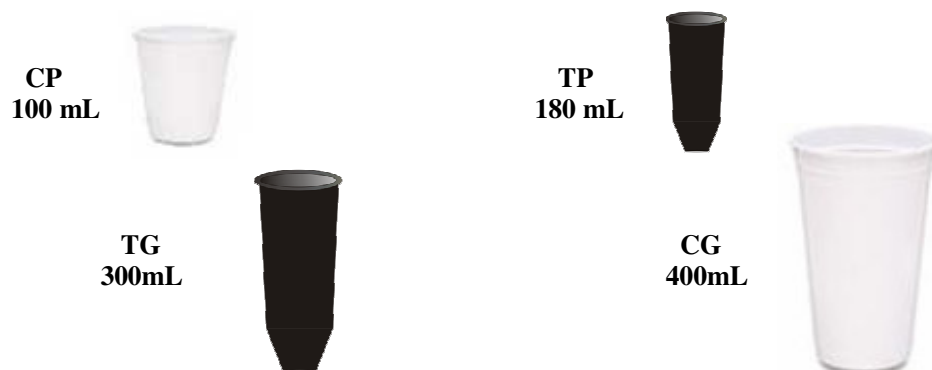


FIGURA 2 - Copo pequeno (CP), tubete pequeno (TP), tubete grande (TG) e copo grande (CG), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2005.

Os dois tipos de tubetes são formados por material plástico do tipo polietileno rígido, de coloração preta, formato cônico e afunilado, aberto na extremidade inferior e com pequenas estrias longitudinais (8 frisos). Seus respectivos volumes são: 300 cm³ para o tubete grande e 180 cm³ para o tubete pequeno.

Os copos plásticos apresentam coloração branca, com um furo central para facilitar a drenagem. O volume dos copos descartáveis são, respectivamente, 100 cm³ para o copo pequeno e 400 cm³ para o copo grande.

Foram preenchidos com os substratos, um total de 250 tubetes pequenos (com 150-S₁; 25-S₂; 25-S₃; 25-S₄; 25-S₅); 25 tubetes grandes (V₃); 25 copos pequenos (V₁) e 25 copos grandes (V₄).

Dos 240 tubetes pequenos restantes, 70 foram preenchidos com pó-de-coco verde mais Vitasolo[®], 70 com pó-de-coco seco mais húmus de minhoca e 70 com pó-de-coco seco mais Vitasolo[®].

Os tubetes foram encaixados em grades de suporte, que foram levadas para o interior do túnel, onde ficaram instalados sobre três bancadas distanciadas a 80 cm da superfície do solo. Na primeira bancada, de 20 m, foram alocadas as duas bandejas e os seis grupos de tubetes. Na segunda e terceira bancadas, de 10 m cada, foram dispostos igualmente os 8 grupos de tubetes restantes. A organização e distribuição das bandejas e tubetes com seus respectivos substratos.

3.5 Estrutura experimental

O túnel alto de cultivo forçado, de formato semicircular e orientação leste-oeste, com dimensão de 45 m de comprimento, 5 m de largura e 2 m de altura, contituiram uma área de 225 m² e um volume de 357 m³. Toda a sua estrutura encontrou-se completamente coberta por uma tela de sombreamento para reduzir em 50 % a luminosidade (Figura 3).

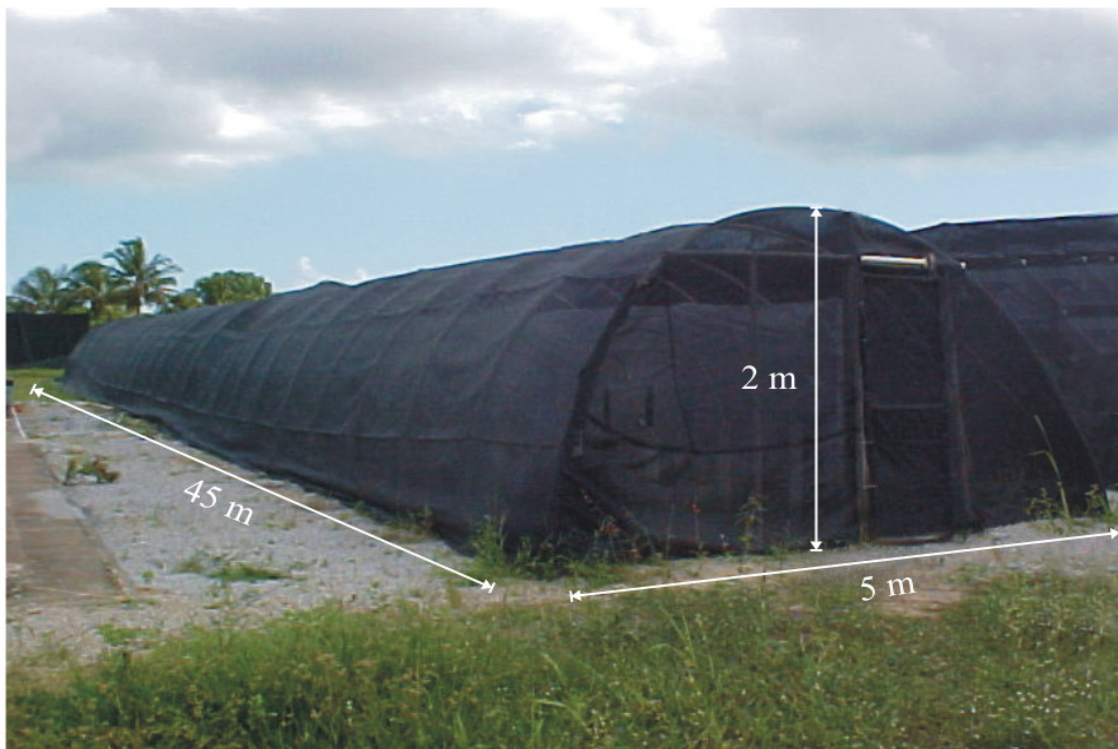


FIGURA 3 - Túnel alto de cultivo forçado, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2005. (FONTE: Bonfim, 2006)

Em seu interior, foi instalado um túnel semicircular de 1,8 m de altura, revestido por uma camada de plástico transparente, para proteger as plantas e o sistema de irrigação contra a influência de intempéries climáticas, principalmente, a incidência direta de ventos e precipitações pluviométricas (Figura 4).



FIGURA 4 - Túnel revestido com plástico transparente, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2005. (FONTE: Bonfim, 2006)

3.6 Sistema de irrigação

O sistema de irrigação empregado foi do tipo microaspersão suspenso, sendo constituído por um conjunto moto-bomba, uma linha principal, uma linha de derivação e três linhas laterais.

A linha principal, formada por um tubo do tipo PVC, tinha 4,5 m de comprimento e 32 mm de diâmetro nominal.

A linha de derivação, também formada por um tubo do tipo PVC, possuía 1,5 m de comprimento e 32 mm de diâmetro nominal. No início dessa linha, encontrava-se um filtro de disco de uma polegada, cuja função foi realizar a filtragem de impurezas que porventura estivessem contidas na água de irrigação.

As três linhas laterais foram constituídas por tubos do tipo PVC, de 20 mm de diâmetro nominal. A primeira linha lateral possuía 20 m de comprimento e a segunda e terceira linhas laterais possuíam 10 m de comprimento cada. Encontravam-se instalados ao longo de todas as linhas laterais, 16 microaspersores do tipo Tietze nebulizador, com bocal

violeta em posição invertida. Suas especificações de funcionamento, de acordo com o catálogo do fabricante, estão apresentadas na Tabela 3.

Cada microaspersor continha em sua extremidade, um cordão esticado até a grade de suporte. Esse procedimento foi adotado no sentido de evitar acúmulo de água em algum recipiente ocasionado pelas das gotas provenientes dos emissores durante a irrigação. Foram distribuídos oito emissores na primeira linha lateral e quatro emissores na segunda e terceira linhas laterais, respectivamente. Todos os emissores foram espaçados igualmente entre si a uma distância de 2,4 m e a uma altura de 0,5 m dos tubetes e das bandejas.

TABELA 3 – Especificações técnicas do defletor TIETZE nebulizador.

Bocal	Pressão (mca)	Pressão (kgf cm ⁻²)	Vazão (l h ⁻¹)	Diâmetro de molhadura (m)
	10	1	25	1,60
Violeta	25	2,5	35	1,70
	30	3	43	1,80

Fonte: Catálogo de microaspersores da empresa Tietze Plásticos Industriais LTDA.

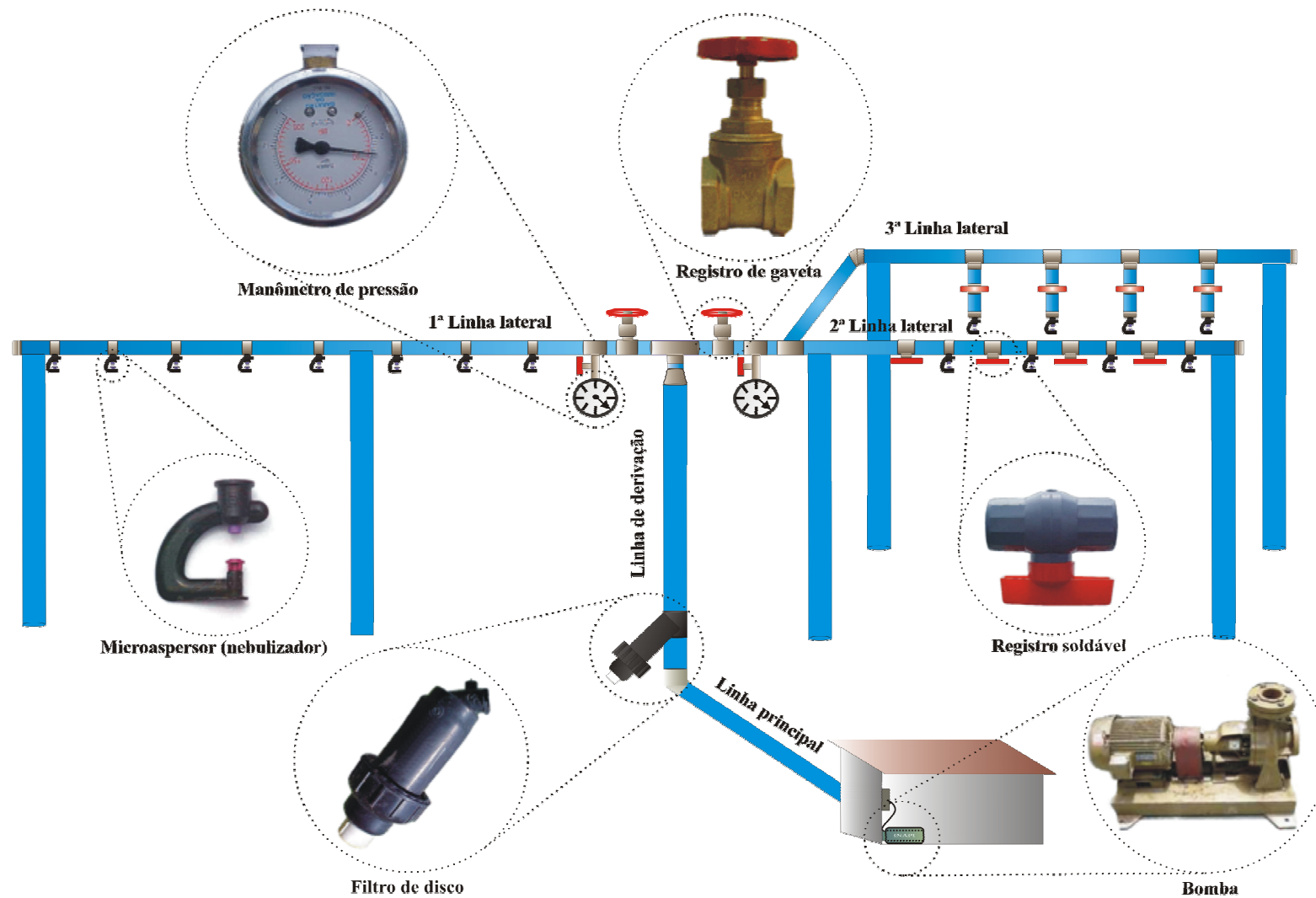


FIGURA 5 - Vista lateral do sistema de irrigação por microaspersão e de seus principais componentes, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2005.

No início da primeira e da segunda linha lateral foi instalado uma tomada de pressão, acoplada a um manômetro com glicerina, para a medição da pressão de serviço do sistema. O manômetro apresentava graduação de $0,2 \text{ kgf cm}^{-2}$ e capacidade máxima de 14 kgf cm^{-2} . A $0,15 \text{ m}$ de distância de cada tomada de pressão encontrava-se um registro de gaveta, responsável pelo controle da pressão de serviço do sistema. Tanto na segunda como na terceira linha lateral, foram instalados 4 registros soldáveis para controlar a aplicação de água pelo sistema de irrigação.

Foi realizado um teste de uniformidade através do coeficiente de uniformidade de Christiansen, com o intuito de verificar a uniformidade de aplicação da água pelo sistema de irrigação.

3.7 Mudanças micropropagadas

As mudas de helicônias utilizadas neste experimento foram obtidas através do processo de micropropagação, realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos e Genética Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical. Na ocasião do plantio, as mudas apresentavam-se completamente enraizadas e com alturas variando de $2,6$ a $3,5 \text{ cm}$.

3.8 Plantio das mudas

As mudas micropropagadas de helicônias foram transferidas para os respectivos substratos nos dias 2 e 3 de fevereiro de 2006.

As plantas provenientes do material *in vitro* foram retiradas dos frascos e suas raízes, lavadas em água corrente para a retirada do excesso do meio de cultura. Após a lavagem, as mudas foram colocadas em bandejas e suas raízes podadas com o auxílio de uma tesoura, com os objetivos de uniformizar o material, facilitar o plantio e estimular o desenvolvimento de um sistema radicular mais funcional.

Para promover o completo umedecimento dos substratos e aumentar a umidade relativa do ambiente, momentos antes da transferência das mudas para os recipientes, o sistema de irrigação foi ligado proporcionando assim um ambiente favorável ao estabelecimento das mudas.

Com os recipientes em seus devidos lugares, as mudas foram acondicionadas e levadas em bandejas até o túnel alto de cultivo forçado, iniciando a etapa de plantio. As

mudas foram inseridas numa profundidade uniforme, de forma que as raízes e a parte inicial do caule ficaram enterradas.

3.9 Irrigação

Para promover melhores condições para o estabelecimento das mudas, do primeiro ao trigésimo dia após o transplântio (DAT), as plântulas receberam uma irrigação padrão, com a aplicação de uma lâmina correspondente a 3 mm de água, parcelada duas vezes ao dia, uma pela manhã, iniciando-se aproximadamente às 9 hs, e a outra à tarde, a partir das 16 hs.

No trigésimo dia após o transplântio (30 DAT), foi realizada nos experimentos I e II (tipos de substrato e volumes de substrato), a primeira coleta de dados.

No quadragésimo quinto dia após o transplântio (45 DAT), iniciou-se os tratamentos no experimento III (sob diferentes lâminas de irrigação).

A partir deste dia até o final dos experimentos, as mudas localizadas na primeira e terceira bancada, sobre a qual se encontravam instaladas a primeira e a terceira linha lateral do sistema de irrigação, receberam uma lâmina igual de 3 mm de água, parcelada duas vezes ao dia, uma no período diurno, às 9 h, e outra, no período da tarde, às 16 h. As mudas dispostas na segunda bancada, onde estava suspensa a segunda linha lateral do sistema de irrigação, receberam lâminas diferenciadas de 1, 2, 3 e 4 mm de água, também parceladas: às 9 h e às 16 h.

O filtro de disco foi lavado semanalmente em água corrente para a remoção de impurezas aderidas na sua parte interna. Os microaspersores, por sua vez, foram inspecionados diariamente com o objetivo de prevenir algum entupimento. Nas poucas ocasiões em que esse problema ocorreu, os emissores foram desobstruídos com o auxílio de uma agulha fina.

3.10 Controle fitossanitário

No período compreendido entre o início e o término do experimento, não foi verificada presença de pragas ou doenças que fossem capazes de prejudicar o andamento dos experimentos. Este fato pode ser decorrente ao controle fitossanitário realizado em experimentos anteriores e o uso de telado do próprio túnel de cultivo, que tem a função de proteger as plantas.

3.11 Experimentos

3.11.1 Experimento I: Lâminas de irrigação

O experimento I testou o efeito de diferentes lâminas de irrigação. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, composto por quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de irrigação, equivalentes às lâminas de um (L_1), dois (L_2), três (L_3) e quatro (L_4) milímetros de água. As repetições foram constituídas por cinco fileiras verticais com cinco plantas cada. Dessa forma, para cada tratamento, foram utilizadas 49 plantas, sendo 25 úteis e 24 de bordadura, promovendo um total de 100 plantas por experimento.

Todas as mudas encontravam-se dispostas na segunda bancada e em quatro grupos de tubetes pequenos de capacidade volumétrica de 180 cm^3 , contendo o substrato formado pela mistura pó-de-coco seco + húmus de minhoca + solo (PCS+H+S). As mudas receberam irrigações com as lâminas de 1, 2, 3 e 4 mm de água, parceladas em duas aplicações: uma pela manhã, com início às 9 h e a outra à tarde, começando às 16 h.

3.11.2 Experimento II: Tipos de substrato

No experimento II, foi analisado os tipos de substratos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, constituído de cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos avaliados foram resultantes da combinação de cinco tipos de substratos sendo quatro, misturados com solo (pó-de-coco seco, húmus de minhoca, pó-de-coco verde, composto de cama de frango) e um, com a utilização de um substrato comercial.

Os tratamentos apresentaram as seguintes combinações: substrato 1 (S_1): pó-de-coco seco + húmus de minhoca + solo (PCS+H+S); Substrato 2 (S_2): pó-de-coco verde + vermiculita + composto de cama de frango (PCV+V+CCF); Substrato 3 (S_3): pó-de-coco verde + húmus de minhoca + solo (PCV+H+S); Substrato 4 (S_4): pó-de-coco seco + vermiculita + composto de cama de frango (PCS+V+CCF); Substrato 5 (S_5): Hortimix® (HORT);

As repetições foram formadas por cinco fileiras verticais de sete plantas, totalizando 49 plantas por repetição, sendo 25 consideradas plantas úteis e 24 de bordadura, o que totalizou 125 plantas úteis por experimento.

Inicialmente todas as mudas estavam acomodadas na primeira bancada, em cinco grupos de tubetes pequenos. As plantas foram irrigadas com uma lâmina de 3 mm de água, parcelada em duas aplicações: uma lâmina de 1,5 mm pela manhã, às 9 h e a outra também de 1,5 mm no período da tarde, às 16 h. Foi observada uma influência ambiental, decorrente de precipitações pluviométricas, por isso foi necessário o transporte deste experimento para o interior do túnel revestido com plástico.

3.11.3 Experimento III: Volumes de substrato

No experimento III, foi analisado os volumes de substrato. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro tipos de recipientes, com formas e volumes diferentes: copo pequeno (CP), tubete pequeno (TP), tubete grande (TG) e copo grande (CG).

As repetições foram formadas por sete fileiras verticais de sete plantas, totalizando 49 plantas por repetição, sendo 25 consideradas plantas úteis e 24 plantas de bordadura, o que totalizou 100 plantas por experimento.

Todas as mudas foram acomodadas na terceira bancada, com substrato formado pela combinação pó-de-coco seco, húmus e solo (PCS+H+S). As plântulas foram irrigadas com uma lâmina de 1,5 mm de água, parcelada em duas aplicações de 1,5 mm, sendo uma pela manhã, às 9 hs e outra à tarde, às 16 hs.

3.12 Coleta de dados

Durante os experimentos, foram coletados dados correspondentes ao número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC).

O número de folhas foi contado visualmente em toda a extensão da planta. Todas as folhas foram consideradas na contagem, exceto as secas. A altura da planta foi medida, por meio de um escalímetro graduado em milímetros a partir da base até a abertura das últimas folhas. O diâmetro do caule foi mensurado com um paquímetro digital, graduado em milímetros e décímetros de milímetros, considerando a base como local de medida.

No dia 02 de fevereiro (início dos experimentos) realizou-se a primeira coleta de dados, que foi considerada somente como ponto inicial, ou seja, os valores coletados não sofreram nenhuma influência dos diferentes tratamentos.

Os dados referentes às variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), nos experimentos tipos de substrato (II) e volumes de substrato (III), foram obtidos em três ocasiões distintas. A primeira em 07 de março (30 DAT); a segunda em 04 de abril (60 DAT) e a terceira em 19 de abril (75 DAT). No experimento de lâmina de irrigação (I), os dados referentes as mesmas variáveis foram coletados em duas ocasiões, aos 15 e 30 dias após a aplicação e diferenciação das lâminas de irrigação (DAL). A primeira coleta em 04 de abril (15 DAL), e a segunda em 19 de abril (30 DAL).

3.13 Análises estatísticas

Os valores referentes aos três experimentos foram submetidos à análise de variância, conforme Tabela 4. Quando significativos pelo teste F, os dados médios dos experimentos tipo e volume de substrato foram comparados através do teste de Tukey para verificar a existência de alguma diferença significativa entre os tratamentos.

TABELA 4 - Esquema da análise de variância, realizada nos experimentos tipos e volumes de substrato.

FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
Blocos (B)	r-1	SQ _B	SQ _B / GL _B	QM _B / QM _R	F _{Tabelado}
Tratamentos (T)	t-1	SQ _T	SQ _T / GL _T	QM _T / QM _R	F _{Tabelado}
Resíduo (R)	(t-1)·(r-1)	SQ _R	SQ _R / GL _R	-	-

Fonte: Análises estatísticas no Excel - Guia prático (RIBEIRO JÚNIOR, 2005).

Objetivando-se encontrar a equação que melhor represente a relação entre as variáveis analisadas e as lâminas de irrigação (função de produção), quando o teste F foi significativo, os dados foram submetidos a análise de regressão. A análise de variância da regressão foi obtida pelo método dos polinômios ortogonais, de acordo com a Tabela 5. Os modelos de regressão testados foram o linear, o quadrático e o exponencial. As equações que melhor se ajustaram aos dados foram eleitas com base na significância dos coeficientes de regressão a 5 % de probabilidade pelo teste F e no valor mais elevado do coeficiente de determinação (R^2).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos aplicativos Microsoft Office Excel (2003) e SISVAR versão 4.6 (FERREIRA, 2003).

TABELA 5 - Esquema da análise de variância da regressão, realizada no experimento lâmina de irrigação.

FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
Regressão linear (RL)	1	SQ_{RL}	SQ_{RL} / GL_{RL}	QM_{RL} / QM_R	$F_{Tabelado}$
Regressão quadrática (RQ)	1	SQ_{RQ}	SQ_{RQ} / GL_{RQ}	QM_{RQ} / QM_R	$F_{Tabelado}$
Regressão exponencial (RE)	1	SQ_{RE}	SQ_{RE} / GL_{RE}	QM_{RE} / QM_R	$F_{Tabelado}$
Resíduo (R)	$(t-1) \cdot (r-1)$	SQ_R	SQ_R / GL_R	-	-

Fonte: Análises estatísticas no Excel - Guia prático (RIBEIRO JÚNIOR, 2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do coeficiente de uniformidade de Christiansen indicaram uma uniformidade superior a 90%, mostrando que o sistema de irrigação por microaspersão foi corretamente projetado, estando apto a proporcionar a devida aplicação de água à cultura. No mesmo período, foi determinada a lâmina média de água fornecida pelo sistema de irrigação, com médio de 5,41 mm, durante 20 minutos de operação.

4.1 Experimento I: Lâminas de irrigação

As análises de variância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), aos 15 DAL em função de diferentes lâminas de irrigação estão apresentadas na Tabela 6. Pode-se verificar que as lâminas de irrigação influenciaram as três variáveis analisadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 6 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), em função das lâminas aplicadas, aos 15 DAL, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
NF	Bloco	4	1,7511	0,4377	5,657*	3,26
	Tratamento	3	1,0265	0,3421	4,4422*	3,49
	Resíduo	12	0,9286	0,773		-
AP	Bloco	4	1,5866	0,3966	1,104 ^{ns}	3,26
	Tratamento	3	7,1025	2,3675	6,588*	3,49
	Resíduo	12	4,3122	0,3593		-
DC	Bloco	4	2,5628	0,6407	0,103 ^{ns}	3,26
	Tratamento	3	4,9935	1,6645	2,675*	3,49
	Resíduo	12	7,4664	0,6222		-

(ns) não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F;

Como foi verificado que as lâminas de irrigação influenciaram as variáveis estudadas, procedeu-se a análise de variância das regressões (Tabela 7) ao nível de 5% de probabilidade. O número de folhas em função das lâminas aplicadas não se ajustou aos modelos linear e polinomial, sendo significativo apenas para o modelo exponencial.

O modelo que melhor se ajustou à relação altura de planta em função da lâmina de irrigação foi o polinomial quadrático (Tabela 7), cuja equação com o respectivo coeficiente de determinação foi: $AP = -0,5934LI + 2,9273LI + 5,3519$ ($R^2 = 0,99$), em que AP representa a

altura da planta, em cm, e LI, a lâmina de irrigação, em mm dia⁻¹. Na Figura 6 observa-se que, a medida que aumenta a lâmina de irrigação, há uma tendência de aumento da altura da planta, até um ponto de máximo, de 2,5 mm, que resultou numa altura de planta de 8,96 cm. Após este ponto, houve uma tendência de redução na altura, com o aumento da lâmina.

TABELA 7 - Análise de variância das regressões com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), em função das lâminas de irrigação, aos 15 DAL, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
NF	Regressão Linear	1	0.251	0.251	3.254 (ns)	4.75
	Regressão Quadrática	1	0.153	0.153	1.979 (ns)	4.75
	Regressão Exponencial	1	0.621	0.621	8.032 *	4.75
	Resíduo	12	0.928	0.077	-	-
AP	Regressão Linear	1	0.039	0.039	0.111 (ns)	4.75
	Regressão Quadrática	1	7.043	7.043	19.601*	4.75
	Regressão Exponencial	1	0.018	0.018	0.053 (ns)	4.75
	Resíduo	12	4.312	0.359	-	-
DC	Regressão Linear	1	0.342	0.342	0.551 (ns)	4.75
	Regressão Quadrática	1	3.380	3.380	5.432 *	4.75
	Regressão Exponencial	1	1.270	1.270	2.042 (ns)	4.75
	Resíduo	12	7.466	0.622	-	-

(ns) não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F;

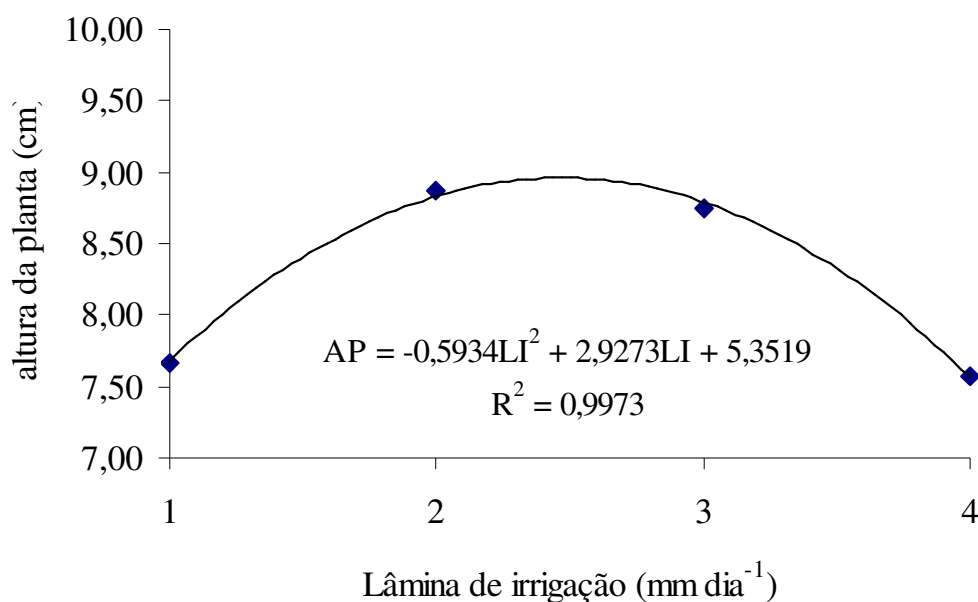


FIGURA 6 - Altura da planta de helicônia, aos 15 DAL em função das lâminas de irrigação, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Verificou-se que tanto o déficit quanto o excesso hídrico afetaram o crescimento das mudas. Isto pode ter ocorrido pelo fato da deficiência hídrica ocasionar o fechamento dos estômatos, diminuindo a concentração intracelular de CO_2 e, conseqüentemente, gerando decréscimo na assimilação do mesmo (BERNARDO et al., 2006). Já o excesso hídrico ocasiona a falta de oxigênio, que provoca a redução da fotossíntese e prejudica a conversão da matéria orgânica, pelos microorganismos, em formas solúveis que a planta pode reutilizar. Ocorrendo, portanto, um menor crescimento das plantas devido a diminuição da eficiência de transformação de fotoassimilados, nestas condições (RÊGO et al, 2004).

A análise de variância das regressões do diâmetro do caule em função das lâminas de irrigação (Tabela 7) mostrou que apenas o modelo polinomial quadrático foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, com equação representada por: $DC = -0,4111LI^2 + 2,1726LI + 7,3492$ ($R^2 = 0,74$), em que DC é o diâmetro do caule, em cm e LI a lâmina de irrigação, em mm dia^{-1} (Figura 7). A partir da equação, obteve-se a lâmina ótima, que correspondeu a $2,64 \text{ mm dia}^{-1}$, resultando em um diâmetro médio de 10,22 cm.

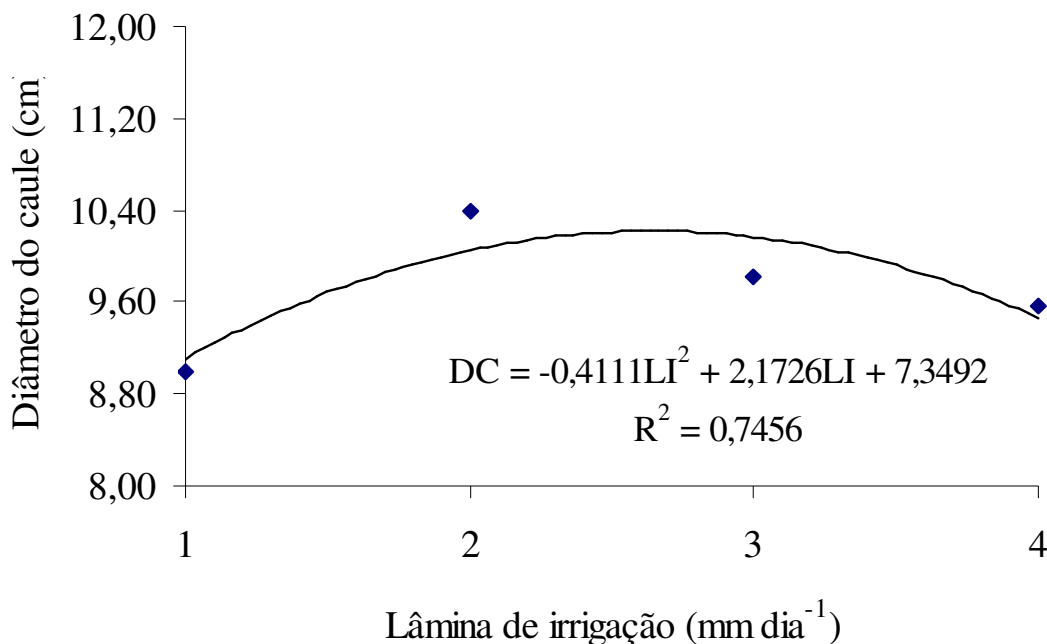


FIGURA 7 – Diâmetro de caule de helicônia, aos 15 DAL em função das lâminas de irrigação, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Modelos polinomiais quadrático para explicar o efeito das lâminas de irrigação sobre a altura e diâmetro de caule também foram obtidos por Bonfim (2006) em mudas de abacaxizeiro ornamental, por Lopes et al. (2005) em mudas de *Eucalyptus grandis*, por Rêgo et al. (2004) e Pereira et al. (2003), na cultura do crisântemo,

A Tabela 8 apresenta os resultados das análises de variância para o número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule das mudas de helicônias, submetidas à diferentes lâminas de irrigação aos 30 DAL. Observa-se que neste período, as lâminas de irrigação influenciaram todas as variáveis ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 8 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Helicônia lingulata*), em função das lâminas de irrigação, aos 30 DAL, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)	F>1 (1%)
NF	Bloco	4	0,7319	0,1829	1,692 ^{ns}	3,26	5,41
	Tratamento	3	1,5612	0,5204	4,813 [*]	3,49	5,95
	Resíduo	12	1,2975	0,1081		-	-
AP	Bloco	4	1,1783	0,2946	0,757 ^{ns}	3,26	5,41
	Tratamento	3	9,4044	3,1348	4,992 [*]	3,49	5,95
	Resíduo	12	7,5355	0,6279		-	-
DC	Bloco	4	1,1017	0,2754	0,409 ^{ns}	3,26	5,41
	Tratamento	3	12,3309	4,1102	6,109 [*]	3,49	5,95
	Resíduo	12	8,0745	0,6728		-	-

(ns) não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

A análise de variância das regressões (Tabela 9) mostrou que para as variáveis número de folhas e diâmetro de caule, o modelo exponencial foi o único que apresentou significância ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Para a variável altura da planta, apenas o modelo quadrático foi significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Figura 8 tem-se o gráfico da altura da planta em função das lâminas de irrigação aos 30 DAL, cujo modelo foi ajustado pela equação: $AL = -0,6728LI^2 + 3,3294LI + 5,9869$ ($R^2 = 0,97$), em que AL é a altura da planta, em cm e LI a lâmina de irrigação, em mm dia⁻¹. A partir da equação, obteve-se a lâmina ótima, que correspondeu a 2,47 mm dia⁻¹, resultando em um altura de 10,12 cm.

TABELA 9 - Análise de variância das regressões com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), em função das lâminas de irrigação, aos 30 DAL, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
NF	Regressão Linear	1	0.017	0.017	0.165 ^{ns}	4.75
	Regressão Quadrática	1	0.296	0.296	2.740 ^{ns}	4.75
	Regressão Exponencial	1	1.247	1.247	11.535 *	4.75
	Resíduo	12	1.297	0.108	-	-
AP	Regressão Linear	1	0.030	0.030	0.048 ^{ns}	4.75
	Regressão Quadrática	1	9.054	9.054	14.419 *	4.75
	Regressão Exponencial	1	0.319	0.319	0.509 ^{ns}	4.75
	Resíduo	12	7.535	0.627	-	-
DC	Regressão Linear	1	1.861	1.861	2.766 ^{ns}	4.75
	Regressão Quadrática	1	7.160	7.160	10.642 ^{ns}	4.75
	Regressão Exponencial	1	3.309	3.309	4.918 *	4.75
	Resíduo	12	8.074	0.672	-	-

(ns) não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

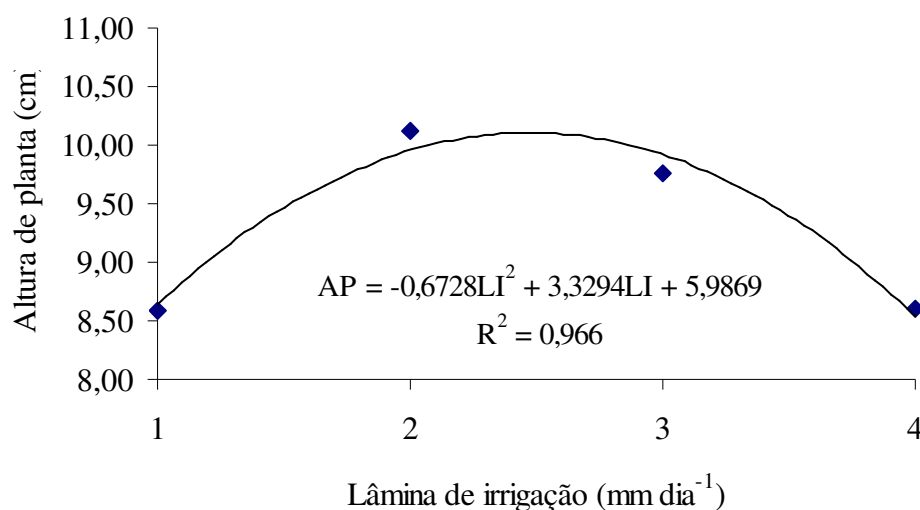


FIGURA 8 - Altura da planta, ao 30DAL em função das lâminas de irrigação, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Verificou-se que a altura da planta aumentou com a lâmina aplicada até um ponto de máximo (2,47 mm dia⁻¹), que representou a lâmina que ocasionou maior desenvolvimento das mudas. Lâminas acima deste valor, causou redução no crescimento, possivelmente, devido o excesso de água. Soares et al. (1998) salientam que a água em excesso proporciona aumentos nos custo de produção e do risco de lixiviação da água e dos nutrientes nela

diluídos, o que pode prejudicar o desenvolvimento radicular. Além disso, o excesso de água comprometerá os processos de fotossíntese e respiração, os quais envolvem a utilização de determinadas concentrações de oxigênio (RAVEN et al., 2001). Em casos de déficit hídrico, pode ocorrer problemas de ordem fisiológica, ou seja, afetar negativamente o desenvolvimento das plantas.

As análises mostraram que aos 15 e 30 DAL a lâmina de irrigação ideal, que proporcionou o melhor desenvolvimento das plantas, se encontra na faixa de 2,47 a 2,64 mm dia⁻¹. Valores semelhantes foram obtidos por Gomes et al. (2006), que verificaram que a taxa de evapotranspiração média da helicônia psittacorum L x H. spathocircinada (Arist), cultivada em ambiente protegido foi de 2,2 mm dia⁻¹.

4.2 Experimento II: Tipos de substrato

Os resultados da análise de variância, realizada sobre as variáveis, número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), aos 30 DAT após a aclimatização, estão apresentados na Tabela 10. Observa-se que os diferentes substratos influenciaram significativamente na altura da planta e no diâmetro do caule da helicônia, ao nível de 5 de probabilidade pelo teste F. Já o número de folhas não foi influenciado pelos tipos de substrato.

TABELA 10 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), em função dos tipos de substrato, aos 30 DAT após a aclimatização, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
NF	Bloco	4	0,184	0,046	0,162 (ns)	3,01
	Tratamento	4	0,467	0,116	0,409 (ns)	3,01
	Resíduo	16	4,573	0,285		-
AP	Bloco	4	1,413	0,353	0,884 (ns)	3,01
	Tratamento	4	35,206	8,801	22,004 *	3,01
	Resíduo	16	6,399	0,399	-	-
DC	Bloco	4	2,065	0,516	0,398 (ns)	3,01
	Tratamento	4	30,245	7,561	5,821*	3,01
	Resíduo	16	20,783	1,298	-	-

(ns): não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

De acordo com o teste de Tukey, observou-se que os valores médios de altura da planta e diâmetro do caule aos 30 DAT após a aclimatização apresentaram diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade, em função dos tipos de substrato utilizados (pó-de-coco seco + húmus de minhoca + solo (PCS + H + S); pó-de-coco verde + vermiculita + composto de cama de frango (PCV + V + CCF); pó-de-coco verde + húmus de minhoca + solo (PCV + H + S); pó-de-coco seco + vermiculita + composto de cama de frango (PCS + V + CCF); Hortimix® (HORT) (Tabela 11). A utilização do hortimix resultou em maiores valores de altura de planta e diâmetro do caule. Os demais substrato não diferiram entre si nas variáveis analisadas.

TABELA 11 - Resultados do teste de média (Tukey) das variáveis altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), aos 30 DAT após a aclimatização, em função dos tipos de substrato utilizados, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Tratamento	Variável	
	AP(cm)	DC (cm)
PCS+H+S	5,950 b	8,870 ab
PCV+V+CCF	5,458 b	8,314 b
PCV+H+S	5,608 b	7,782 b
PCS+V+CCF	5,424 b	7,696 b
HORT	8,540 a	10,706 a
CV (%)	10,21	13,14
DMS (5%)	1,225	2,209

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %;

Os resultados da análise de variância, realizada sobre as variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), aos 60 DAT após a aclimatização, estão apresentados na Tabela 12. Observa-se que nesta época os diferentes tipos de substratos influenciaram o desenvolvimento de todas as variáveis analisadas ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios das variáveis em função dos cinco tipos de substratos, são apresentados na Tabela 13. Observa-se que nas avaliações realizadas aos 30 e 60 DAT após a aclimatização, o hortimix apresentou melhores resultados na altura de planta e no diâmetro de caule, já o número de folhas, foi menor quando se aplicou o hortimix como substrato. Pode-se notar também que o número de folhas em função dos quatro tipos de substrato não diferiram entre si. Dentre os quatro substratos analisados, a aplicação do PCS + H + S resultou em maior valor de altura de planta e diâmetro de caule, 8,57 e 10,43 cm, respectivamente.

TABELA 12 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*) em função dos tipos de substrato, aos 60 DAT após a aclimatização, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
NF	Bloco	4	0,500	0,125	0,859 (ns)	3,01
	Tratamento	4	5,052	1,263	8,667 *	3,01
	Resíduo	16	2,331	0,145	-	-
AP	Bloco	4	2,119	0,529	0,658 (ns)	3,01
	Tratamento	4	65,533	16,383	20,355 *	3,01
	Resíduo	16	12,878	0,804	-	-
DC	Bloco	4	5,132	1,283	0,964 (ns)	3,01
	Tratamento	4	22,812	5,703	4,284 *	3,01
	Resíduo	16	21,299	1,331	-	-

(ns) não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F;

TABELA 13 - Resultados do teste de média (Tukey) das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), aos 60 DAT após a aclimatização, de acordo com os tipos de substrato utilizados em Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Tratamento	Variável		
	NF	AP(cm)	DC (cm)
PCS+H+S	3,399 a	8,571 b	10,437 ab
PCV+V+CCF	3,090 a	6,797 c	8,548 b
PCV+H+S	3,370 a	7,701 bc	9,456 ab
PCS+V+CCF	3,000 a	6,956 bc	8,868 ab
HORT	2,160 b	11,236 a	11,094 a
CV (%)	12,71	10,87	11,92
DMS (5%)	0,739	1,738	2,236

médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %;

O resumo das análises de variância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), aos 75 DAT após a aclimatização, estão apresentados na Tabela 14. Observa-se que os tipos de substratos influenciaram todas as variáveis ao nível de 5 de probabilidade pelo teste F.

O teste de Tukey para as variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), aos 75 DAT após a aclimatização mostrou que houve diferença significativa entre os valores obtidos em função dos tipos de substrato (Tabela 15).

TABELA 14 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*) em função dos tipos de substrato, aos 75 DAT após a aclimatização, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
NF	Bloco	4	0,843	0,210	1,916 (ns)	3,01
	Tratamento	4	9,101	2,275	20,675 *	3,01
	Resíduo	16	1,760	0,110	-	-
AP	Bloco	4	1,668	0,417	0,159 (ns)	3,01
	Tratamento	4	96,408	24,102	9,180 *	3,01
	Resíduo	16	42,009	2,625	-	-
DC	Bloco	4	2,598	0,649	0,618 (ns)	3,01
	Tratamento	4	47,380	11,845	11,260 *	3,01
	Resíduo	16	16,830	1,051	-	-

(ns) não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F;

Com relação ao número de folhas, o hortimix apresentou resultados inferiores, assemelhando-se aos substratos PCV + V + CCF e PCS + V + CCF, indicando baixo rendimento da planta quando da aplicação desses materiais. Observou-se neste período que o PCV + H + S apresentou valores médios superiores, indicando uma resposta da planta ao uso deste substrato. O hortimix e o PCV + H + S resultaram em maiores valores de altura de plantas e diâmetro de caule, os quais não diferiram entre si. Já o substrato à base de PCV + V + CCF foi o que proporcionou menor valor de altura de planta e diâmetro de caule.

TABELA 15 - Resultados do teste de média (Tukey) das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), aos 75 DAT após a aclimatização, de acordo com os tipos de substratos utilizados, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Tratamento	Variável		
	NF	AP (cm)	DC (cm)
PCS+H+S	3,113 b	9,865 b	10,915 ab
PCV+V+CCF	2,850 bc	7,632 b	8,534 c
PCV+H+S	4,110 a	10,724 ab	11,063 ab
PCS+V+CCF	2,880 bc	9,012 b	9,276 bc
HORT	2,260 c	13,502 a	12,408 a
CV (%)	10,90	15,97	9,82
DMS (5%)	0,642	3,140	1,987

médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %;

Avaliando tipos de substratos e adubos orgânicos na aclimatização de plântulas de *Heliconia psittacorum* L. aos 75 dias, Santos et al. (2004) verificaram que o pó de casca de coco verde proporcionou valores de altura da planta, diâmetro do pseudocaule e área foliar

superiores aos obtidos com pó de coco seco, mas na aclimatização da espécie, os autores observaram que a casca de arroz foi mais eficiente que o pó de casca de coco, verde e seco.

Silva et al. (2004) avaliando o efeito de alguns substratos na aclimatização de mudas micropropagadas de antúrio, verificaram que aos 90 dias de cultivo, o pó-de-coco seco se destacou entre os substratos testados, pois proporcionou as maiores médias de altura de planta, peso fresco e seco da parte aérea e, ainda, não diferiu estatisticamente dos outros substratos quanto à produção de matéria seca do sistema radicular.

Colombo et al. (2005) testando vários substratos na aclimatização orquídea, verificou que o pó de coco e a fibra de coco foram os mais indicados. Outros autores também tem utilizado estes substratos na aclimatização de mudas de sabiá (LACERDA et al., 2006), tomateiro (SILVEIRA et al., 2002; CARRIJO et al., 2004) e crisântemo (BEZERRA et al., 2005).

4.3 Experimento III: Volumes de substrato

Verificou-se que na fase inicial da cultura (30 e 60 DAT), como não houve competição por nutrientes, em função das mudas estarem em menor estágio de desenvolvimento e conseqüentemente com menor volume de raízes, não ocorreu efeito significativo dos tratamentos nestes dois períodos.

Os resultados das análises de variância para as variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), aos 75 DAT após a aclimatização, estão apresentadas na Tabela 16. Pode-se observar que o emprego de diferentes volumes de substrato influenciou significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F as variáveis analisadas aos 75 DAT.

Os valores médios das variáveis obtidas de acordo com os distintos volumes de recipientes podem ser visualizados na Tabela 17. As variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC), apresentaram diferença significativa entre os seus valores médios ao nível 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey aos 75 DAT.

Os melhores resultados ocorreram com os recipientes de maior altura e volume. Isso pode ter ocorrido devido a características intrínsecas destes recipientes, e pelo fato dos mesmos exercerem uma maior disponibilidade de substrato para a exploração do sistema radicular e da menor perda de nutrientes pelo processo de lixiviação. Percebe-se que com exceção da altura de planta, os valores médios do número de folhas e diâmetro do caule

apresentaram comportamentos semelhantes em termos numéricos e estatísticos, ou seja, tenderam a elevar-se com o aumento da altura e/ou capacidade volumétrica dos recipientes.

TABELA 16 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), em função dos volumes de substrato, aos 75 DAT após a aclimatização, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Variável	FV	GL	SQ	QM	F	F>1 (5%)
NF	Bloco	4	0,545	0,136	1,143 (ns)	3,26
	Tratamento	3	6,424	2,141	17,949 *	3,49
	Resíduo	12	1,431	0,119		-
AP	Bloco	4	4,329	1,082	1,238 (ns)	3,26
	Tratamento	3	63,716	21,238	24,296 *	3,49
	Resíduo	12	10,490	0,874		-
DC	Bloco	4	13,194	3,298	1,512 (ns)	3,26
	Tratamento	3	94,885	31,628	14,500 *	3,49
	Resíduo	12	26,175	2,181		-

(ns) não significativo; * significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F;

TABELA 17 – Resultado do teste de médias (Tukey) das variáveis número de folhas (NF), altura da planta (AP) e diâmetro do caule (DC) de mudas de helicônia (*Heliconia lingulata*), aos 75 DAT após a aclimatização, de acordo com os volumes de recipientes utilizados, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE, 2006.

Tratamento	Variável		
	NF	AP (cm)	DC (cm)
CP	2,603 b	6,963 c	7,813 b
TP	3,053 b	8,897 b	9,834 b
TG	3,880 a	11,967 a	13,146 a
CG	3,950 a	9,168 b	12,708 a
CV (%)	10,24	10,11	13,58
DMS (5%)	0,648	1,756	2,774

médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %;

Souza et al. (2001) avaliando o efeito de diferentes tipos e volumes de substrato na emergência das plantas de cagaiteira, observaram um crescimento linear das plantas em função do volume de substrato, verificando que quanto maior o volume de substrato utilizado por tubete, maior o crescimento das plantas em altura. Maior volume de substrato, além de disponibilizar maior quantidade de água e nutrientes, propicia maior espaço para a expansão do sistema radicular e conseqüente aumento da absorção de nutrientes, resultando em maior crescimento das plantas (FERMINO, 2002).

Já tubetes com volumes menores de substrato causam diminuição da massa seca do sistema radicular e do número de radículas, que potencialmente influenciam na absorção de nutrientes (NOVAIS, 1998), necessitando também de irrigação mais freqüente, a fim de atender ao estado hídrico das plantas (CARON et al., 2004).

Queiroz e Malém Júnior (2001) testando três tamanhos diferentes de recipientes na produção de mudas de açaí, verificaram que os recipientes de tamanho médio e grande proporcionam o melhor desenvolvimento de mudas; observaram no entanto que o recipiente de tamanho médio utiliza menos substrato e horas de trabalho e propicia muda com o mesmo desenvolvimento que as obtidas com os de tamanho grande, concluindo que o recipiente de tamanho médio seja o tipo de recipiente mais adequado para a produção de mudas de açaí.

5 CONCLUSÕES

5.1 Experimento I: Lâminas de irrigação

Nas condições em que foi desenvolvido este trabalho, para a aclimatização de mudas micropropagadas de helicônia, recomenda-se irrigar com 2,5 mm dia⁻¹, com o intuito de se obter mudas mais vigorosas e aptas a serem transplantadas para condições de campo.

5.2 Experimento II: Tipos de substrato

Na aclimatização de mudas de helicônia, nas condições que foram desenvolvidas este trabalho, o melhor desenvolvimento das mudas micropropagadas é proporcionado pela utilização da combinação pó de coco verde + húmus + solo (PCV+H+S), seguido do hortimix.

5.3 Experimento III: Volumes de substrato

O melhor desenvolvimento das mudas micropropagadas de helicônia foi alcançado mediante a utilização do tubete grande, seguido do copo grande, do tubete pequeno e do copo pequeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTAFIN, V. L.; MENEZES, M. O.; BASSUL, P. R.; BARDINI, T. A. **Propagação *in vitro* do abacaxizeiro (*Ananas comosus*)**. São Paulo: Fundação Pinhalense de Ensino - Creupi. 2002. 40p. (Boletim Técnico, 6).
- ANDRADE NETO, D. de; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.2, p.270-280, 1999.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**, Santa Maria: UFMS, 1999, 142p.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de plantas em ambiente protegido. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Eds.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004, p. 4-36.
- AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISOSTOMO, L. A.; COSTA, R. I. da; UCHOA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993, 248p.
- AQUINO, B. F. **Conceitos fundamentais em fertilidade do solo**. Fortaleza:UFC, 2004, 182 p. Apostila.
- BARROS, S. B. M **Avaliação de recipientes na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e pepino (*Cucumis melo* L.)**. 1997, 70p. Dissertação – Universidade de São Paulo (ESALQ), Piracicaba.
- BARROS, Z. de J.; RODRIGUES, E. F.; AZAR, G. S. Efeito do paclobutrazol (Pbz) na micropropagação massal de gemas axilares de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002. Belém. **Anais eletrônicos...** Belém: SBF, 2002. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/propagacao/322.htm>. Acesso em: 26 out. 2005.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, P. R. Nutrição mineral e adubação para cultivos em substratos com atividade química. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.), **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 106-125.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7 ed. Viçosa, 2006.
- BERRY, F.; KRESS, W.J. **Heliconia: an identification guide**. 1. ed. Washington: Smithsonian Institution Press. 334 p.1991.
- BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A. N. **Produção de mudas de essências florestais em tubo de ensaio**. São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1979. 8 p. (Circular Técnica, 69).

BEZERRA, F. C. et al. Utilização de pó de coco como substrato de enraizamento para estacas de crisântemo. **Rev. Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, n.2, p.129-134, 2001.

BEZERRA, F. C. **Produção de mudas de hortaliças em ambiente protegido**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2003. 22 p. (Documentos, 72).

BEZERRA, F. C.; GONDIM, R. S.; PEREIRA, N. S.; ARAÚJO, D. B.; LIMA, A. V. dos R. Produção de *Heliconia bahai* sob diferentes densidades de plantio e níveis de adubação em cultivo protegido na região litorânea do estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42., CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15., CONGRESSO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2., 2005. Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Revista da Associação Brasileira de Horticultura, 2005. v. 23, n. 2, p. 525.

BONFIM, G. V. do; **Efeitos de lâminas e frequências de irrigação e de tipos e volumes de substrato na alimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental**. 2006, 167 p. Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)- Universidade Federal do Ceará.

CALVETE, E. D. Sistemas de produção de mudas de hortaliças. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. N.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.) **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, P. 236-262, 2004.

CARDOSO, A. I. I.; COSTA, C. P. Produção de bulbinhos de cebola em bandejas de isopor. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n.4, p.969-974, 1999.

CARNEIRO, J. G. A. de. Importância da localização dos viveiros. In: _____.(Org.). **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, p.1-9, 1995.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M.C.; REIS, N.V.B.; SOUZA, R.B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n.1, p.05-09, jan-mar, 2004.

CARON, B. O.; POMMER, S. F. SCHMIDT, D. MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P. Crescimento da alface em diferentes substratos. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. Lages, v.3, n.2, p. 97-104, 2004.

CASTRO C. E. F.; GRAZIANO T. T. Espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** v. 3, p.15-28, 1997

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Emergência e crescimento do imbuzeiro (*Spondias tuberosa*) em diferentes substratos. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 49, n.282, p. 97-108, 2002.

CEMPRE (São Paulo, SP). **Perfil de recicladora de fibras de coco**. São Paulo, 1998. 35p. (Reciclagem e Negócios: fibras de coco).

COSTA, E. F. da; VIEIRA, R. F. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos via água de irrigação. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994, 315 p.

COSTA, J. T. de M. **Produção de tomateiro em diferentes substratos**. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, São Paulo, 119., 2003.

CRILEY R. A. Propagation methods for gingers and heliconias. **Bulletin Heliconia Society International** v. 2, p.6-7, 1988.

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

DANIEL, T.; HELMS, J. BACKER, F. **Princípios de silvicultura**, 2. ed. México: McGraw-Hill, 1982, 492p.

DEBERGH, P. C. Micropropagation of woody species state of the art on *in vitro* aspects. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 227, p. 287-295, 1988.

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

EKLUND, C. R. B.; CAETANO, L. C. S.; ANDRADE, W. E. B.; FERREIRA, J. M. Caracterização e avaliação de diferentes substratos artificiais para a produção de mudas de alface, tomate e maracujá. PESAGRO-RJ. **Anais eletrônicos...** Rio de Janeiro: CBO, 2001. Disponível em: <http://abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=2263>. Acesso em: 25 de nov. 2005.

ERIG, A. C.; SCHUCH, M. N. **Micropropagação fotoautotrófica e uso da luz natural**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 961-965, 2005

FAO. **Soilless culture for horticultural crop production**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1990. 188 p. (FAO Plant Production and Protection Paper, 101).

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLAN, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, p. 29-37, 2002. (Documentos IAC, 70).

FERREIRA, D. F. **SISVAR**, Versão 4.6 (Build 6.0) DEX/FLA. 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/prog.htm>>. Acesso em: 05 nov. 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrometeorologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 402p., 2000.

FIOR, C. S.; PRESTES, C. G.; KÄMPF, A. N. Substrato para o crescimento inicial *ex vitro* de *Limonium platyphyllum* em sistem floating. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4., 2004, Viçosa. **Resumos...** Viçosa:UFV, 2004, p. 365.

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

FONTENO, W. C. Growing media: types and physical/chemical properties. In: REED, D. W. (Ed.) **A growers guide to water, media, and nutrition for greenhouse crops.** Batavia: Ball, p. 93-122, 1996.

FURLAN, R. A. **Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambientes protegidos.** 2001. 146 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

GEORGE, E. F. **Plant propagation by tissue culture, part 1: the technology.** 2nd ed. Edington: Exegetics, 1993. 786 p.

GIBSON, C. da P. **Efeito do composto no Latossolo Amarelo: produtividade e alterações químicas.** Belém: FCAP, 1992. 99p. Tese Mestrado.

GOMES, H. P. **Engenharia de irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento.** 3 ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 412p.

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 Arvore**, Viçosa, v. 27, n.2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. da. Os substratos e sua influência na qualidade das mudas. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Eds.) **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato.** Viçosa: UFV, p. 110-125, 2004.

GOMES, A. R. M.; D`AVILA, J. H. T.; GONDIM, R. S.; BEZERRA, F. C.; BEZERRA, F. M. L. Estimativa da evapotranspiração e do coeficiente de cultivo da *Heliconia psittacorum* L x *H. spathocircinata* (Arist) cultivada em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica.** Fortaleza, v. 37, n.1, p. 13-18, 2006.

GONÇALVES, A. L. Substratos para a produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. (Ed.) **Produção de mudas de alta qualidade em hortaliças.** São Paulo: T. A. Queiroz, cap. 14, p. 107-115, 1995.

GONÇALVES, J. L. de M.; POGGIANI, F. Substrato para produção de mudas. In: SOLO-SUELO-CONGRESSO AMERICANO DE CIENCIA DO SOLO, 13., 1996. Águas de Lindóia-SP. **Resumos expandidos ...** Águas de Lindóia: SLCS, SBCS, ESALQ, CEA-ESALQ/USP, SBM. 1996. 1 CD-ROM.

GONDIM, R. S.; GOMES, A. R. M.; BEZERRA, F. C.; COSTA, C. A. G.; PEREIRA, N. S. Manejo da irrigação na produção da helicônia variedade *Alan carle*. **EMBRAPA: Circular Técnica, 21**, Fortaleza, 6p., dez., 2004.

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

GRASSI FILHO, H. G.; SANTOS, C. H. dos. Importância da relação entre os fatores hídricos e fisiológicos no desenvolvimento de plantas cultivadas em substratos. In: BARBOSA J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, W. M.; SEDIYAMA, M. A. N. (Eds.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004, p. 79-91.

HELICONIA Disponível em:<http://www.heliconia.com.br/> Acesso em: 16 de jan. 2006.

Heliconia Society of Puerto Rico. Disponível em: <<http://www.heliconiasocietypr.org>>. Acesso em: 05 de jan. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA. Disponível em: <<http://www.aprendendoaexportar.gov.br/flores/onde/ibraflor.asp>> acesso em: 15 de jan. 2006.

KÄMPF, A. N. Substratos. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 1., 1992. Maringá. **Anais...** Maringá: SBFPO, 1992, p. 36-52, 1992.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Eds.) **Substrato para plantas: a base de produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, p. 139-145, 2000.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTA, 1., 2000. Porto Alegre. **Anais ...** Porto Alegre: Gênese, 2000, p.312.

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

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985, 492p.

KIISKILA, S. **The effect of seeding size on field performance**. PRT's notes from the field. Pacific Regeneration Technologies Inc., jan. 1999. Disponível em: <http://www.prtgroup.com/customersupport/resources/field/articles/prt_effect_seedsize.pdf> Acesso em: 4 de dez. 2005.

KOZAI, T. Autotropic (sugar-free) tissue culture for promoting the growth of plantlets in vitro and reducing biological contamination. **Proc. of International Symposium on Application of Biotechnology for Small Industries in development countries**. Bangkok, p. 39-51, 1988.

KRAMER, P. J. Transpiration. In: **Water relations of plant**. San Diego: Academic Press, 1983, p. 291-340.

KRESS, W.J.; BETANCUR, J; ECHEVERRY, B – **Heliconias – Llamadas de la selva colombiana**. Cristina Uribe Editores, Colombia, 1999.

LACERDA, M. R. B.; PASSOS, M. A. A.; RODRIGUES, J. J. V. **Características físicas e químicas de substratos à base de pó de coco e resíduo de sisal para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth).** *Rev. Árvore*, Mar./Apr. 2006, vol.30, no.2, p.163-170.

LAMAS A M.. **Floricultura Tropical – Avanços Tecnológicos.** Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 1 CD-ROM.

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

LAKSO, A. N.; REISH, B. I.; MONTENSEN, J.; ROBERTS, M. H. Carbon dioxide enrichment for stimulation of growth of in vitro-propagated grapevines after transfer from culture. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 111, n. 4, p. 634-638, 1986.

LEMLE, M. **Fibra de coco verde substitui o xaxim ameaçado de extinção.** Boletim FAPERJ, Rio de Janeiro, abril, 2005. Disponível em: <http://www.faperj.br/boletim_interna.phtml?obj_id=1981>. Acesso em: 06 dez. 2005.

LIMA, R. L. S.de; FERNANDEZ, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H. de; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro não precoce CCP-76 submetidos a adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n.2, 2001.

LONGO, A. D. **Minhoca:** de fertilizadora do solo à fonte alimentar. São Paulo: Ícone, 1987, 79p.

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

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

LUCAS, M. A. K.; SAMPAIO, N. V.; KORN, E. T.; SOARES, P. F.; SAMAPIO, T. G. avaliação de diferentes composições de substratos para a aclimação de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) **Revista Ciência Rural**, v.8, n.1, p.16-23, 2002.

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

MACIEL, A. L. R.; SILVA, A. B.; PASQUAL, M. Aclimação de plantas de violeta africana (*Staintpaulia ionantha* Wendl.) obtidas “in vitro”: efeitos do substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n.1, p. 9-12, jan/mar., 2000.

MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. Regeneração *in vitro* de louropardo (*cardia trichotoma* Vell. Steud.) **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n.2, p.93-101, 2001.

MARY, W. Ambiente em cultivo protegido. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Eds.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, p. 37-77, 2004,

MAZUR, N., SANTOS, G. de A., VELLOSO, A.C.X. Efeito do composto de resíduo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, p. 153-156, 1983.

MELO, A. S.; de; BRITO, M. E. B.; GOIS, M. P.P.; BARRETO, M. C. V.; VEIGAS, P. R. A.; HOLANDA, F. S. R. Efeito de substratos orgânicos organo-minerais na formação de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis*). **Revista Científica Rural**, v. 8, n.2, p.116-121, 2003.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S.; MAUCH, C. R.; SILVA, J. B. **Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido**. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 164-170, 2000.

MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. de M. **Irrigação**. Piracicaba: FUNEP, 2001, 410p. (Série Engenharia Agrícola, 1).

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F. de; ABREU, C.A. de; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: IAC, 2002. Documentos, 70

MORAES, D. N.; PAIVA, P. D. de O.; SANTOS, D. N. dos; ALMEIDA, E. F. A.; PAIVA, R. Efeito de substratos para aclimatização de *Nedularium fulgens*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLIRICULTURA, 42., CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15., CONGRESSO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2., 2005. Fortaleza: Revista da Associação Brasileira de Horticultura, 2005. v. 23, n. 2, p. 535.

MOSCA, J. L. ; Cavalcante, R. A. ; PAIVA, W. O. ; Maciel, V. T. ; ALMEIDA, J. B. S. A. de . Conservação pós-colheita de sorvetão (*Zingiber spectabilis* Griff.) utilizando filme plástico em diferentes pontos de colheita. In: I Encontro de Floricultura e Plantas Ornamentais do Estado do Rio de Janeiro, 2004, Rio de Janeiro. Anais do I Encontro de Floricultura e Plantas Ornamentais do Estado do Rio de Janeiro, 2004.

MURRAY, N. P. **Caracterización y evaluación agronômica del residuo de fibra de coco: um nuevo material para el cultivo en substrato**. 2001. 228 p. Tesis (Doctorales en Ciências Químicas) - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrônomo/Universidad Politecnica de Valencia, Valencia.

NESMITH, D. S.; DUVAL, J. R. The effect of container size. **Hort Technology**, Alexandria, v. 8, n.4, p. 495-498, 1998.

NOVAES, A. B. Avaliação morfológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda L.* produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes.. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 116p. 1998.

NUNES, M. U. C. **Produção de mudas de hortaliças com o uso da plasticultura e do pó-de-coco.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2000. 29 p. (Circular Técnica, 13).

OLIVEIRA, M. R. V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1099-1060, 1995.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D. **Aplicações na propagação de plantas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 81 p.

PAULA, C. C. **Cultivo de bromélia.** Viçosa: Aprenda fácil, 139p., 2000.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINARIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF, p. 59-90, 1981.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1997, 83p.

PEREIRA, P. R. G.; MARTINEZ, H. E. P. Produção de mudas para o cultivo de hortaliças em solo e hidroponia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n200/201, p. 24-31, 1999.

PEREIRA, J. R. D. **Análise dos efeitos da época de suspensão da fertirrigação e de níveis de reposição de água à cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. White Diamond.** 2002, 54p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)- Universidade Federal de Lavras.

PEREIRA, J. R. D.; CARVALHO, J. de A.; PAIVA, P. D. de O.; SILVA, E. L. da; FAQUIN, V. Efeito da época da suspensão da fertirrigação e níveis de reposição de água na cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*). **Ciência Agrotécnica.** Lavras, v. 27, n. 3, p.658-664, maio-junho, 2003.

PREECE, J. E.; SUTTER, E. G. Acclimatization of micropropagated plants to the greenhouse and field. In: DEBEEGH, P. C.; ZIMMERMAN, R. H. (Ed.) *Micropropagation: technology and application.* Amsterdam: Kluwer Academic, p. 7-93, 1991.

QUEIROZ, J. A. L. de; MALÉM JÚNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*) **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.2, ago. 2001.

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

RECH FILHO, A. **Biorreatores de imersão temporária e unidades encapsuladas como ferramentas na consolidação de protocolos de micropropagação de bromélias.** 2004. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

251 p.

RÊGO, J. de L.; VIANA, T. V. de A.; AZEVEDO, B. M. de; BASTOS, F. G. C.; GONDIM, R. S. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 2, p. 302-308, 2004.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no Excel: guia prático**. Viçosa: UFV, 2004. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba., 1993.

RÖBER, R. Substratos hortícolas: possibilidades e limites de sua composição e uso. Exemplos da pesquisa, da indústria e do consumo. In: KÄMF, A.N.; FERMINO, M.H. (eds.). **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre : Genesis, p.123-138, 2000.

RODRIGUES, T. M.; PAIVA, P. D. de O.; RODRIGUES, C. R. Uso de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de bromélia imperial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14., 2003, Lavras. **Resumo...**Lavras:UFLA, 2003, p.409.

ROSA, M. F.; SANTOS, J. S. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; ARAÚJO, F. B. S.; NORÕES, E. R. Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola. Fortaleza:Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6p. (Comunicado Técnico, 5).

SANCHO, J. F. A. The present status of the substrate as na ecosystem component and its function and importance in crop productivity. **Acta Horticultureae**, Wageningen, v. 24, p. 53-74, 1988.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeitos do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.)D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p.1-15, 2000.

SANTOS, M. R. A.; TIMBO, A. L. O.; CARVALHO, A. C. P. P.; MORAIS, J. P. S. **Avaliação de substratos e adubos orgânicos na aclimatização de plântulas de *Heliconia psittacorum***. *Pesq. agropec. bras.*, Oct. 2004, vol.39, no.10, p.1049-1051.

SCHIE W. Standartization os substrate. **Acta Horticultureae**, Wageningen, v.1, n. 481, p. 71-77, 1999.

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

SILVA, J. V.; BEZERRA, F. C.; HERNANDEZ, F. F. F.; CORDÃO TERCEIRO NETO, C.P.; LEAL, F. R. R. Efeito do substrato na aclimatização de mudas micropropagadas de antúrio. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4., 2004. Viçosa, **Resumos...** Viçosa:UFV, 2004, P.364.

SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J.L.B., GOMES, A. M.A. **Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro**. *Hortic. Bras.*, June 2002, vol.20, no.2, p.211-216.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F.; SANTOS, C. R. Manejo de irrigação em fruteiras. In: FARIA, M. A. de; SILVA, É. L. da; VILELE, L. L. A. A.; SILVA, A. M. da (Eds) **Manejo de Irrigação**. Poços de Caldas: UFV/SBEA, p. 281-310, 1998.

SOUZA, E. R. B. de; CARNEIRO, I. F.; NAVES, R. V.; BORGES, J. D.; LEANDRO, W. M.; CHAVES, L. J. Emergência e crescimento de Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) em função de tipos e volumes de substrato. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 31(2):89-95, 2001.

SOUZA, P. V. de; CARNIEL, E.; SCHIMITZ, J. A. K.; SILVEIRA, S. V. da; Substratos e fungos micorrizicos arbusculares no desenvolvimento vegetativo de Citrange Troyer. **Agropecuária Catarinense**, v. 16, n.13, p.84-88, 2003.

SOUZA, C. M.; GAZZOLI, W.; SILVA, F. D.; SILVA, J. F. G.; MIRANDA, R. M.; Aclimatização de três variedades de gérbera nas condições climáticas do Campus da UFRRJ, Seropédica-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLIVICULTURA, 42., CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15., CONGRESSO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2., 2005. Fortaleza: Revista da Associação Brasileira de Horticultura, 2005. v. 23, n. 2, p. 538.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., 1991, 559p.

TEIXEIRA, C. F. A.; PAULETTO, E. A.; SILVA, J. B.; PALMEIRA, P. R. Atributos físicos da camada superficial de um solo Argiloso distrófico típico afetados por sistemas de cultivo em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, p.176-180, 2000.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; HERNANDEZ, F. F. F.; BEZERRA, F. C.; SOUZA, R. F. de; CAVALCANTI, M. L. F. Efeito de diferentes substratos na aclimação “ex vitro” de mudas de Violeta Africana (*Saintpaulia ionantha Wendl*) **Revista Biologia e Ciência da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

TIMBÓ, A. L. de O.; SANTOS, M. R. A.; CARVALHO, A. C. P. P.; MARAIS, J. P. S. Aclimatização de *Heliconia bihai* L. em diferentes combinações de substratos e adubos orgânicos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4., 2004. Viçosa. **Resumos...** Viçosa:UFV, 2004, p. 334.

TOMBOLATO, A. C.; RIVAS, E. B.; COUTINHO, L. N.; BERGMANN, E. C.; IMENES, S. L.; FURLANI, P. R.; CASTRO, C. E. F.; MATTHES, L. A. F.; SAES, L. A.; COSTA, A. M. M.; TAGLIACOSSO, G. M. D.; LEME, J. M. **Ocultivo de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília:EMBRAPA/CNPH, 1998, v. 1, 864p.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: EMBRAPA/CNPH, v. 1, 864p., 1998.

TORRES, A. C. ; DUVAL, F. G. ; RIBEIRO, D. G. ; Barros, A.F.F. ; ARAGÃO, F. A. S. . Efeito da sacarose, cinetina, isopentenil adenina no desenvolvimento de embriões de *Heliconia rostrata* in vitro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 23, n. 5, p. 789-792, 2005.

TRINDADE, A. V.; MUCHOVEJ, R. M. C.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, Viçosa, n.48, v.276, p.181-194, 2001.

VILLA, F.; ARAUJO, A. G. de; FRÁGUAS, C. B.; PASQUAL, M. Efeito de substratos na aclimatização de plântulas de amoreira-preta obtidas *in vitro*. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4., 2004, Viçosa. **Resumos...** Viçosa:UFV, 2004, p. 415.

WHITE, J. W.; MARTALERZ, J. W. Soil moisture as relates to "Container Capacity" **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Belsville, v. 89, n.1, p. 758-765, 1966.