

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

ELISANGELA MARIA DOS SANTOS

ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE BASTÃO
DO IMPERADOR SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO,
TIPOS E VOLUMES DE SUBSTRATO

FORTALEZA – CE

2010

ELISANGELA MARIA DOS SANTOS

**ACCLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE BASTÃO
DO IMPERADOR SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO,
TIPOS E VOLUMES DE SUBSTRATO**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo

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

FORTALEZA – CE

2010

ELISANGELA MARIA DOS SANTOS

**ACLIMATIZAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE BASTÃO
DO IMPERADOR SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO,
TIPOS E VOLUMES DE SUBSTRATO**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Dr. Benito Moreira de Azevedo (Orientador)
Professor da Universidade Federal do Ceará

Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho (Co-Orientadora)
Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical

Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro (Conselheira)
Pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical

Dra. Albanise Barbosa Marinho (Conselheira)
Pesquisadora do PNPd / CAPES / UFC

Aos meus pais: Manoel Sinval dos Santos e Maria Neuza dos Santos, pelo ensinamento, educação, apoio e incentivo durante toda a minha vida. Meus verdadeiros mestres.

DEDICO

Ao meu esposo: Silvio Bernardo pelo amor, companheirismo, compreensão, carinho e apoio constantes, fundamentais na minha vida.

OFEREÇO

*O Senhor é meu pastor, nada me faltará.
Em verdes prados ele me faz repousar.
Conduz-me junto às águas refrescantes,
restaura as forças de minha alma.
Pelos caminhos retos ele me leva,
por amor do seu nome.
Ainda que eu atravesse o vale escuro,
nada temerei, pois estais comigo.
Vosso bordão e vosso báculo são o meu amparo.*

*Preparais para mim a mesa à vista de meus inimigos.
Derramais o perfume sobre minha cabeça,
e transborda minha taça.
A vossa bondade e misericórdia hão de seguir-me
por todos os dias de minha vida.
E habitarei na casa do Senhor por longos dias.*

Salmo 22

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, pelo dom da vida e pela força nos momentos mais difíceis.

À toda minha família que confiou em mim e me apoiou nos momentos mais difíceis da minha vida.

À Universidade Federal do Ceará, por minha formação e pelas condições oferecidas para a realização da graduação e do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo durante o curso de mestrado.

Ao professor e orientador Benito Azevedo pelo: apoio, dedicação, orientação, confiança, paciência, ensinamentos e amizade conquistados durante todo o mestrado.

À pesquisadora e co-orientadora Ana Cristina Portugal pela ajuda, dedicação e apoio técnico constantes, e pela amizade e admiração adquiridas com a convivência ao longo da minha formação.

À pesquisadora Albanise Marinho, por suas valiosas contribuições durante a condução da pesquisa, pelos ensinamentos, pela amizade conquistada ao longo do curso e por sua participação na banca examinadora.

À pesquisadora Ana Cecília Ribeiro Castro, que sempre me recebeu com atenção, pelos conselhos muito importantes na condução do experimento e por sua participação na banca examinadora.

Ao pesquisador Fred Carvalho Bezerra, por ter cedido os substratos para a condução dos experimentos e pelos conselhos muito importantes.

Aos membros e estagiários do Laboratório de Cultura de Tecidos e Genética Vegetal: Júnior Tupinambá, Iury, Anderson, Esdras, Dionis, Érica, Geórgia, Evaldo, Mirela, Regiane, Frediana, Cléa, Marilena, Beth e Dona Beré, pelos bons momentos e pela amizade conquistada durante o meu estágio. Em especial a minha coleguinha Vanessa Câmara e ao Eder pela ajuda na condução dos experimentos e amizade adquirida, ***muito obrigada a todos.***

Aos amigos: Ana Kelly, Aline Kelly, Naide Pinto, Ciro Pinto e Fábio Costa que apesar da distância e rumos diferentes tenho certeza que sempre contarei com a amizade adquirida durante nossa vida acadêmica.

Aos amigos do Mestrado: Ana Paula, Mário, Tadeu Macryne, Yuri Castro, Joseilson, José Bruno, Hernandes, Antônio Henrique, André Henrique e Clayton Carvalho (doutorado) pela amizade adquirida. A todos os professores e alunos que fazem parte do programa e que de certa forma contribuíram para o meu crescimento educacional e pelo convívio neste período.

Aos funcionários da Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará pelo apoio e ajuda na condução desta pesquisa.

RESUMO

SANTOS, Elisangela Maria, Universidade Federal do Ceará. Fevereiro de 2010. **Aclimatização de mudas micropropagadas de bastão do imperador sob diferentes lâminas de irrigação, tipos e volumes de substrato** Orientador: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo. Co-Orientadora: Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho. Examinadoras: Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro, Dra. Albanise Barbosa Marinho.

O mercado de plantas ornamentais está em pleno crescimento, o que traz a necessidade da melhoria de mudas, tanto em qualidade como em quantidade. Para isso, a micropropagação surge como uma alternativa viável de propagação vegetativa, que consiste em obter plantas com alta qualidade fitossanitária e estabilidade genética. A aclimatização é a última etapa da micropropagação, na qual a planta é transferida de um ambiente totalmente controlado, asséptico e rico em nutrientes, para um ambiente não controlado, sendo a fase mais crítica, quando podem ocorrer altas perdas. Fatores como a variedade do substrato, o tipo de recipiente e o manejo da irrigação, podem influenciar na aclimatização de plantas. O presente trabalho teve como objetivos aclimatizar mudas micropropagadas de bastão do imperador (*Etilingera elatior*) cv. Porcelana, em ambiente protegido, sob diferentes lâminas de irrigação, tipos e volumes de substratos. O trabalho foi conduzido em um ambiente protegido, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, no município de Fortaleza, Ceará, Brasil, no período de junho a agosto de 2009. No experimento I foram analisadas cinco lâminas de irrigação correspondentes a: 25, 50, 75, 100 e 125% da evaporação de água medida em um mini tanque. No experimento II foram avaliados cinco tipos de substratos: S₁ - bagana da carnaúba + húmus (BC+H), S₂ - pó-de-coco verde + húmus (PCV+H), S₃ - casca de arroz carbonizada + húmus (CAC+H), S₄ - vermiculita + húmus (V+H) e S₅ - Plantmax[®] (P[®]), que é um substrato comercial. No experimento III foram avaliados quatro recipientes com formas e volumes diferentes: V₁ - Copo pequeno (50 cm³), V₂ - Tubete pequeno (150 cm³), V₃ - Tubete grande (300 cm³) e V₄ - Vaso pequeno (450 cm³). As variáveis analisadas nas mudas estudadas foram: altura, número de folhas, diâmetro do pseudocaule, massa fresca da parte aérea, massa fresca do sistema radicular, massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso. Considerando os resultados obtidos pode-se concluir que a aclimatização de mudas de bastão do imperador cv. Porcelana em ambiente protegido apresentou melhor desempenho quando foi fornecida uma lâmina de irrigação de 100% da evaporação de água medida em um mini tanque; cultivada no substrato Plantmax[®] e em recipiente com volume de 450cm³.

PALAVRAS-CHAVE: *Etilingera elatior*. Cultivo protegido. Mini tanque.

ABSTRACT

SANTOS, Elisangela Maria, Universidade Federal do Ceará. February 2010. **Acclimatization of torch ginger (*Etilingera elatior*) micropropagated plantlets of under different irrigation levels, types and volumes of substrates.** Advisor: Prof. Dr. Benito Moreira de Azevedo. Co-Advisor: Dra. Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho. Committee members: Dra. Ana Cecília Ribeiro de Castro, Dra. Albanise Barbosa Marinho.

The ornamental plant market is in full growth, which increases the need for improving plantlet production, both in quality and quantity. For this, the micropropagation arises as a vegetative propagation viable system, resulting in plantlets with high health and genetic stability. Acclimatization is the last stage of micropropagation, the stage in which the plant is transferred from a fully controlled aseptic substrate and nutrient-rich, to an uncontrolled environment, being the most critical phase, when high plantlets losses may occur. Factors such as type of substrate, type of container and irrigation management can decisively influence the acclimatization. This study aimed to acclimatize torch ginger (*Etilingera elatior*) cultivar Porcelana micropropagated plantlets in a protected environment under different irrigation levels, types and amounts of substrate. The work was conducted in a greenhouse, at Embrapa, in Fortaleza, Ceará, Brazil, in the period from June 2009 to August 2009. In experiment (I) five irrigation levels were studied, corresponding to: 25%, 50%, 75%, 100% and 125% of the water evaporation measured in a mini tank. In experiment (II), five substrates were evaluated: S₁ - carnauba chaff + humus (BC + H), S₂ - green coir dust + humus (PCV + H), S₃ - carbonized rice hull + humus (CAC + H), S₄ - vermiculite + humus (V + H) and S₅ - Plantmax[®] (P[®]), which is a commercial substrate. In experiment (III), four containers of various shapes and volumes were evaluated: V₁ - Small Glass (50 cm³) V₂ - small plastic tube (150 cm³), V₃ - large plastic tube (300 cm³) and V₄ - large vessel (450 cm³). The variables analyzed were plant height, leaf number, pseudo-stem diameter, shoot fresh mass, root fresh mass, shoot dry mass and root dry mass. The experimental design was randomized blocks. Considering our results, the acclimatization of torch ginger cultivar Porcelana plantlets in a protected environment gave better results when it was performed with 100% water level of the water evaporation (measured in a mini tank), with Plantmax[®] as substrate and in containers with a volume of 450cm³.

KEY-WORDS: *Etilingera elatior*. Greenhouse. Mini tank

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Flor do Bastão do imperador.....	23
Figura 2	- Cultivares do bastão do imperador mais plantadas no Nordeste brasileiro, cultivar Porcelana (A) e cultivar Red Torch (B).....	24
Figura 3	Estufa modelo ‘teto em arco’, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	43
Figura 4	Túnel revestido com tela transparente, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	44
Figura 5	- Mudas de bastão do imperador <i>in vitro</i> , Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	45
Figura 6	Mudas de bastão do imperador sendo lavadas para retirada do meio de cultura, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... ...	46
Figura 7	- Mudas de bastão do imperador lavadas sobre a bandeja, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	46
Figura 8	- Mudas implantadas nos tubetes para dentro da estufa, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	47
Figura 9	Mini tanque instalado no interior da estufa, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	48



Figura 10	Disposição dos tratamentos no interior do túnel, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	50
Figura 11	- Disposição dos tratamentos no interior do túnel, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	53
Figura 12	Copo pequeno (CP), tubete pequeno (TP), tubete grande (TG) e vaso pequeno (VP), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	54
Figura 13	Disposição dos tratamentos no interior do túnel, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	55
Figura 14	- Altura da muda (AM) de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li) evaporada no mini tanque, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	59
Figura 15	- Número de folhas (NF) das mudas de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li) evaporada no mini tanque, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	60
Figura 16	- Diâmetro do pseudocaule (DP) das mudas de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li) evaporada no mini tanque, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....	61
Figura 17	- Massa fresca da parte aérea (MFPA) das mudas de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li) evaporada no mini tanque, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará,	62

	2009.....	
	...	
Figura 18 - Massa fresca do sistema radicular (MFSR) das mudas de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li) evaporada no mini tanque, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....		
	...	62
Figura 19 - Massa seca da parte aérea (MSPA) das mudas de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li) evaporada no mini tanque, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....		
	...	64
Figura 20 - Massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li) evaporada no mini tanque, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....		
	...	65

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Valores médios mensais de temperatura(T) e umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg) e velocidade do vento a 2m (V) de altura, Fortaleza, Ceará, 2009..... 42
- Tabela 2 - Características físicas dos substratos bagana da carnaúba e húmus de minhoca (BC+H), pó-de-coco verde e húmus de minhoca (PCV+H), casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca (CAC+H), vermiculita e húmus de minhoca (V+H) e Plantmax[®] (P[®]), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... 51
- Tabela 3 - Características químicas dos substratos bagana da carnaúba e húmus de minhoca (BC+H), pó-de-coco verde e húmus de minhoca (PCV+H), casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca (CAC+H), vermiculita e húmus de minhoca (V+H) e Plantmax[®] (P[®]), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... 52
- Tabela 4 - Esquema da análise de variância, realizada nos experimentos lâmina de irrigação, volumes de substratos e volumes e formas de recipientes..... 57
- ...
- Tabela 5 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis, altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de 58

bastão do imperador em função das lâminas de irrigação, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....

- Tabela 6 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaule (DP), das mudas de bastão do imperador em função do tipo de substrato, aos 31 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... 66
- Tabela 7 - Valores médios das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaule (DP) das mudas de bastão do imperador em função dos tipos de substratos, aos 31 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... 66
- Tabela 8 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas de bastão do imperador em função dos tipos de substratos, aos 50 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... 67
- Tabela 9 - Valores médios das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas de bastão do imperador em função dos tipos de substratos, aos 50 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, 68

Fortaleza, Ceará,
2009.....

..

- Tabela 10 Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaule (DP) das mudas de bastão do imperador em função do volume de substrato, aos 31 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... 69
- Tabela 11 Valores médios das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaule (DP) das mudas de bastão do imperador em função do volume de substrato, aos 31 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... 70
- Tabela 12 Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas de bastão do imperador em função do volume de substratos, aos 50 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009..... 71
- Tabela 13 Valores médios das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular 72

(MSSR) das mudas de bastão do imperador em função do volume de substratos, aos 50 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.....

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1	A importância da floricultura.....	20
2.2	Bastão do Imperador.....	22
2.2.1	A cultura do bastão do imperador.....	22
2.2.2	Aspectos econômicos e de cultivo.....	23
2.3	Micropropagação de plantas ornamentais.....	25
2.3.1	Etapas da micropropagação.....	26
2.3.1.1	Preparação da planta matriz.....	26
2.3.1.2	Multiplicação.....	27
2.3.1.3	Alongamento e enraizamento.....	28
	Aclimatização de	29

	mudas.....	
	
2.4	Cultivo em ambiente	30
	protegido.....	
2.5	Cultivo em	31
	substratos.....	
2.5.1	Tipos de	32
	substratos.....	
2.5.1.1	Bagana da	33
	carnaúba.....	
2.5.1.2	Casca de arroz	34
	carbonizada.....	
2.5.1.3	Pó-de-coco	34
	verde.....	
2.5.1.4	Vermiculita.....	35
	...	
2.5.1.5	Húmus de	36
	minhoca.....	
2.5.1.6	Substrato comercial	37
	Plantmax®.....	
2.6	Cultivo em	37
	Recipientes.....	
	Manejo da	
	Irrigação.....	39
	
2.7.1	Evapotranspiração.....	40
	..	
3	MATERIAL E	42
	MÉTODOS.....	
3.1	Localização do	42
	Experimento.....	
3.2	Clima da	42
	região.....	
3.3	Estrutura	43
	experimental.....	

3.4	Micropropagação das mudas.....	44
3.5	Plantio das mudas.....	45
3.6	Controle fitossanitário.....	47
3.7	Manejo da irrigação.....	48
3.8	Caracterização dos experimentos.....	49
3.8.1	Experimento I: Lâminas de irrigação.....	49
3.8.2	Experimento II: Tipos de substratos.....	50
3.8.3	Experimento III: Volumes e formas de recipientes.....	53
3.9	Variáveis analisadas.....	56
3.10	Análises estatísticas.....	57
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
	Experimento I: Lâminas de irrigação.....	58
	Experimento II: Tipos de substratos.....	65
	Experimento III: Volumes e formas de recipientes.....	69
5	CONCLUSÕES.....	73
5.1	Experimento I: Lâminas de irrigação.....	73
	Experimento II: Tipos de substratos.....	73
	Experimento III: Volumes e formas de recipientes.....	73

1 INTRODUÇÃO

A atividade de floricultura passou a se expandir rápida e gradativamente na região Nordeste do Brasil, devido, principalmente, ao incentivo ao desenvolvimento da atividade e crescimento do comércio.

O mercado de flores tropicais no Nordeste brasileiro está em pleno crescimento, principalmente, devido a fatores como, clima, disponibilidade de solo, água, energia e mão-de-obra. Associado a isso está o fato das principais regiões consumidoras estarem entre os países desenvolvidos, os quais têm restrições devido ao clima e a disponibilidade de terra, tornando, dessa forma, possível produzir com maior qualidade, a um custo mais baixo e, conseqüentemente, preços mais competitivos (LOGES et al., 2005). A produção de flores e plantas ornamentais no Nordeste concentra-se, principalmente, nos estados de Pernambuco, Bahia, Ceará e Alagoas.

As principais espécies de flores tropicais cultivadas no Brasil pertencem às famílias Araceae, Heliconiaceae, Musaceae e Zingiberaceae, que vegetam naturalmente e são exploradas em plantios convencionais, sendo caracterizadas pela beleza exótica, cores e formas variadas das suas inflorescências, pela rusticidade e durabilidade pós-colheita. (ASSIS et al, 2002).

Entre as Zingiberáceas, destaca-se o bastão do imperador (*Etilingera elatior*) que é uma planta originária da Malásia, que vem sendo cultivada há muitos anos na região do Nordeste, é uma planta pouco difundida no mercado, mas com grandes potencialidades, principalmente como flor de corte. As mudas normalmente são obtidas por divisão de touceiras ou por sementes, porém esta prática pode acarretar problemas fitossanitários, dentre eles a disseminação de agentes causais de doenças a cada ciclo da cultura, que podem ser transmitidos entre plantios sucessivos. (BEZERRA; LOGES, 2005)

Devido ao crescimento do mercado de plantas ornamentais, há uma necessidade da melhoria de mudas, tanto em qualidade como em quantidade, para isso a

micropropagação surge como uma alternativa viável de propagação vegetativa, que consiste em obter plantas com alta qualidade fitossanitária e estabilidade genética, em cinco etapas, as quais incluem preparação da planta matriz, isolamento, multiplicação, enraizamento e aclimatização.

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, pode levar a perda de plantas, baixa taxa de crescimento e período prolongado de aclimatização. Portanto, a aclimatização é uma etapa crítica e representa, em muitos casos, o principal percalço na micropropagação de muitas espécies.

Além disso, vários fatores podem influenciar a aclimatização de plantas micropropagadas, como a variedade de substratos, o tipo e o volume do recipiente e o manejo da irrigação. Os substratos influenciam nas respostas das plantas na fase de aclimatização, por meio da nutrição mineral, da retenção de água e da redução de problemas relacionados com salinização, incidência de pragas e doenças e contaminações diversas, os recipientes proporcionam um melhor aproveitamento do espaço físico, no qual permite uma economia de substrato, já a água é um dos fatores que mais limitam a produção das plantas. O manejo da irrigação, ou seja, a quantidade de água e sua frequência de aplicação é um fator fundamental ao estabelecimento e desenvolvimento adequado das mudas micropropagadas.

O estudo durante a fase de aclimatização dessas plântulas, visando à sobrevivência e desenvolvimento vegetativo, é de fundamental importância para a produção de mudas em larga escala, além de servir como referência para o mercado de flores e plantas ornamentais, que se encontra em constante expansão.

Este trabalho teve como objetivo aclimatizar mudas micropropagadas de bastão do imperador cv. Porcelana, em ambiente protegido, sob diferentes lâminas de irrigação, tipos de substrato, volumes e formas de recipientes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A importância da floricultura

A floricultura, como atividade agrícola, envolve o cultivo de plantas ornamentais, desde flores de corte e plantas em vasos, floríferas ou não, até a produção de sementes, bulbos e mudas de árvores de grande porte. Trata-se de um setor altamente competitivo, que exige a utilização de tecnologia avançada, conhecimento técnico pelo produtor e sistema eficiente de distribuição e comercialização.

O agronegócio de flores e plantas ornamentais vem se expandindo no Brasil, um dos aspectos que contribui para a expansão são as condições climáticas, que favorece o cultivo de flores de clima temperado e tropical. Em função dessa diversidade climática é possível produzir internamente flores, folhagens e outros derivados, todos os dias do ano a um custo reduzido. A floricultura vem se consolidando como uma atividade econômica relevante, porém o principal aspecto deste segmento é o seu lado social. O agronegócio de flores e plantas ornamentais é uma atividade dominada por pequenos produtores rurais o que contribui para uma melhor distribuição de renda (FRANÇA; MAIA, 2008).

Em 2008, as exportações dos produtos da floricultura brasileira atingiram o valor de US\$35,6 milhões, o que representa um crescimento de menos de 1% em relação ao ano anterior, segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento (SECEX/MDIC). O valor das importações em 2008 (US\$14,1 milhões) cresceu 30,7% em comparação com o de 2007. (www.florestropicais.net, 2009).

O maior produtor, consumidor e exportador de flores e plantas ornamentais do Brasil é o estado de São Paulo, onde há liderança de tecnologia e lançamento de produtos e detém 74,5% da produção nacional. Em seguida os principais produtores são: Santa Catarina, Pernambuco, Alagoas, Ceará, Rio Grande do Sul, Minas Gerais,

Rio de Janeiro, Paraná, Goiás, Bahia, Espírito Santo, Amazonas e Pará (BATALHA; BUAINAIN, 2007).

O setor de produção e comercialização de flores e plantas ornamentais tem experimentado um marcante crescimento nos últimos quarenta anos, e tem se desenvolvido como um dos ramos econômicos promissores da agricultura moderna. O desenvolvimento industrial da floricultura está baseado no suprimento de flores e plantas de alta qualidade, na tecnologia do transporte e embalagens e no lançamento de produtos inovadores, sendo o controle de doenças um fator imprescindível para o sucesso desta cadeia produtiva (IMENES; ALEXANDRE, 2001).

A floricultura tropical é uma atividade em ascensão no Brasil e no Mundo, destacando-se como agronegócio gerador de renda, fixador de mão-de-obra no campo e adequado como uma atividade alternativa para pequenos produtores (LINS; COELHO, 2004). No Brasil existem grandes plantações de flores tropicais, especialmente na região da mata úmida do Nordeste, com destaque para os estados de Pernambuco e Alagoas, que já comercializam suas flores em outros estados brasileiros (LOGES et al., 2005) e, também, na Holanda (maior produtor mundial de flores), Portugal, França e Grécia.

Por está situado próximo a linha do Equador, o Nordeste brasileiro possui clima quente, com pequena variação da temperatura no decorrer do ano e forte luminosidade. Apesar da grande extensão de clima semi-árido, a região dispõe de áreas com condições que possibilitam o cultivo diversas espécies ornamentais, tanto em campo aberto como sob proteção de casa de vegetação, telados ou estufas. A partir da última década do século XX, a floricultura na região tem apresentado acentuado desenvolvimento. O mercado consumidor regional, antes abastecido, quase que totalmente, pela produção de outras regiões tradicionalmente produtoras de flores de clima temperado, passou a ser abastecido, em maior proporção, pela produção local, além da introdução de maiores quantidades de espécies de clima tropical (BRAINER; OLIVEIRA, 2006).

O agronegócio da floricultura cearense vem se destacando no cenário nacional, com maior volume exportado e área cultivada, explorando diferentes microclimas favoráveis para a produção de diferentes flores e plantas tropicais e temperadas.

Dentre as vantagens competitivas, que favorecem a rápida e crescente evolução dessa atividade no Ceará, podemos destacar: a proximidade com os principais países importadores (EUA e Europa) e a existência de vários ecossistemas distintos

(litoral, sertão e serras úmidas), propiciando o cultivo de uma grande diversidade de espécies (FREITAS NETO, 2006).

2.2 Bastão do imperador

2.2.1 A cultura do Bastão do Imperador

A espécie *Etilingera elatior* popularmente conhecida como bastão do imperador, flor da redenção, gengibre-de-tocha ou flor-da-rendeção, foi primeiramente descrita por Paul Dietrich Giseke em 1792. Rosemary Margaret Smith do Royal Botanic Gardens of Edinburgh, em 1980, incluiu a espécie no gênero *Etilingera*. Desde então este gênero vem sendo estudado e já existem mais de 70 espécies descritas (POULSEN, 2006).

O bastão do imperador é originário da Malásia, muitas espécies do gênero *Etilingera* foram coletadas em Sabah, região a oeste daquele país. Devido a dificuldades como o difícil acesso, intensidade de chuvas, não foi possível um maior número de coletas na região até 1930 (BEZERRA; LOGES, 2005).

Etilingera pertence à família Zingiberaceae, o gênero apresenta várias espécies, geralmente com inflorescências belas e vistosas em diferentes cores, variando do vermelho escuro ao branco. Há outras espécies de formato diferenciado que se assemelham a uma tulipa na cor vermelha, e indo até ao chocolate escuro, onde sua folhagem é diferenciada com uma coloração bronze (BEZERRA; LOGES, 2005).

A espécie *Etilingera elatior* é uma planta herbácea, rizomatosa, ereta, entouceirada, robusta, florífera e perene (Figura 1), de 2 a 4 m de altura, com folhas alongadas, levemente rosada, dispostas em espiral. As inflorescências grandes são sustentadas por hastes, de forma cônica piramidal, com escamas verdes e brácteas vermelho-rosada (LORENZI; SOUZA, 1995). Nas condições do Nordeste brasileiro, são lançadas inflorescências, durante todo o ano, embora o pico de floração ocorra nos meses mais quentes (LAMAS, 2002).



FIGURA 1 – Inflorescência do bastão do imperador.

2.2.2 Aspectos econômicos e de cultivos

Devido à beleza de sua inflorescência, o bastão do imperador tem sido comercializado como flor de corte, com grande aceitação tanto no mercado nacional como no internacional, ele tem sido utilizado na ornamentação de jardins, praças e bosques (CASTRO, 1998).

As demandas, interna e externa, pelo bastão do imperador, como flor de corte, têm sido crescente, e a cada dia se sedimentam no mercado internacional em função do aumento da área de produção nos países da América do Sul, proporcionando maiores oferta e divulgação do produto (CASTRO, 1995).

Os principais produtores do bastão do imperador estão localizados nas Filipinas, Tailândia, Estados Unidos (Havaí), Costa Rica e Equador. Os principais

importadores são: Estados Unidos, Canadá, Holanda, Alemanha, Dinamarca, Bélgica, França e Japão (BEZERRA; LOGES, 2005).

As inflorescências de *Etilingera elatior* possuem vários usos tradicionais e comerciais. Os frutos são usados para tratar dores de ouvido, enquanto que as folhas são aplicadas para curar feridas, também é utilizado por mulheres após o parto no banho higiênico para remoção de odores corporais (CHAN et al., 2009). O bastão do imperador, além de ser cultivado para uso ornamental e medicinal, também é utilizado na culinária, sendo considerado uma hortaliça. Ele pode ser utilizado na alimentação humana, graças às suas propriedades aromáticas (BEZERRA; LOGES, 2005) e os rizomas jovens, flores e frutos podem ser consumidos como condimentos (NOWEG, ABDULLAH e NIDANG, 2003).

O bastão do imperador pode ser cultivado a sol ou em áreas pouco sombreadas. Contudo, são plantas exigentes em temperaturas elevadas e constantes, para estimular o florescimento. Nessas condições, as plantas crescem vigorosamente e formam touceiras com muita rapidez, depois do plantio da muda, irá florescer em cerca de um ano e meio a dois anos (BEZERRA; LOGES, 2005). A planta tem boa adaptação a solos úmidos e ricos em matéria orgânica. O espaçamento de plantio entre as mudas deve ser no mínimo de 1,5m, e de 2,5m entre fileiras, uma vez que formam grandes touceiras, tanto em altura como em extensão (LAMAS, 2005).

No Nordeste brasileiro, são cultivadas quatro variedades de bastão do imperador duas com brácteas rosadas (cultivares Pink Torch e Porcelana); uma de inflorescência com brácteas vermelhas (cultivar Red Torch) e uma de brácteas rubras, em formato de tulipa (Tulipa Negra), sendo que as cultivares Porcelana e Red Torch (Figura 2) são as mais cultivadas (LAMAS, 2005).

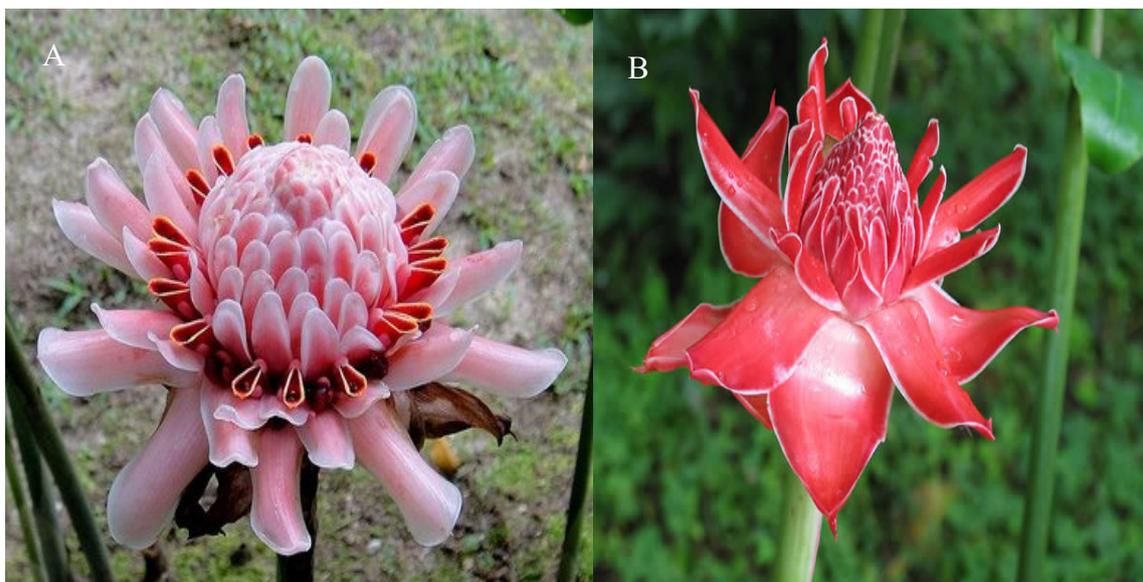


FIGURA 2 – Cultivares do bastão do imperador mais plantadas no Nordeste brasileiro, cultivar Porcelana (A) e cultivar Red Torch (B).

O bastão do imperador é produzido durante o ano todo, principalmente nos meses mais quentes. Sabe-se, no entanto, que não existe ainda, no Brasil, um padrão único de comercialização para flores tropicais de corte. Os padrões adotados são adaptações de outras espécies (LAMAS, 2002). Estudos têm sido realizados visando aprimorar e/ou adequar técnicas de colheita e pós-colheita para a obtenção de um produto mais uniforme e competitivo, para o setor da floricultura.

2.3 Micropropagação de plantas ornamentais

A micropropagação ou propagação vegetativa *in vitro* é uma aplicação da cultura de tecidos na reprodução assexuada de plantas, para a obtenção de indivíduos geneticamente uniformes (SOUZA et al., 2006). Essa aplicação, normalmente, baseia-se na obtenção de plântulas em tubos de ensaio ou frasco de vidro, a partir de órgãos ou células, tais como meristema apical, folhas, câmbio, raiz, pólen, etc. (TORRES et al., 1998).

A micropropagação é uma técnica amplamente utilizada na multiplicação de diversas espécies vegetais, com destaque para as fruteiras, hortícolas, florestais e, principalmente, as ornamentais. A micropropagação de plantas ornamentais oferece ao produtor mudas de elevada e padronizada qualidade, em quantidade suficiente para suprir, em curto espaço de tempo, a demanda crescente de um mercado cada vez mais exigente (BOMFIM, 2006).

As principais vantagens da micropropagação são: conservação do germoplasma; maximização ou manutenção do vigor híbrido; plantas livres de doenças; obtenção de plantas com excelente estado sanitário; manutenção do genótipo e rápida multiplicação de plantas em espaço físico reduzido.

O sucesso de um sistema de micropropagação depende do controle de um grande número de variáveis. Este controle vai desde a coleta e manipulação da planta matriz até a execução de todas as etapas necessárias à produção das novas plantas.

Diversas técnicas de biotecnologia têm sido utilizadas em trabalhos de melhoramento de flores tropicais, podendo-se destacar a micropropagação *in vitro* e o resgate de embriões em espécies da família Heliconiaceae e Zingiberaceae (RODRIGUES, 2005).

O bastão do imperador pode ser multiplicado tanto por meio de sementes como por divisão de rizomas. Essa espécie tem uma bem-sucedida relação com seus agentes polinizadores (beija-flores, morcegos, insetos) e dispersores de sementes (LAMAS, 2002).

2.3.1 Etapas da micropropagação

O trabalho de micropropagação envolve de modo geral, as seguintes etapas: seleção da planta matriz; estabelecimento do cultivo *in vitro*; multiplicação; alongamento e enraizamento; aclimatização (SANTOS-SEREJO et al., 2009).

2.3.1.1 Seleção da planta matriz

A fase de preparação da planta matriz também inclui o estabelecimento de culturas assépticas, que ocorre por meio da desinfestação dos explantes (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

A seleção do material é caracterizada pela preparação das plantas matrizes, destinadas ao fornecimento dos explantes primários para o cultivo *in vitro*, levando em consideração critérios como: taxa de crescimento e conservação das características da espécie (MATEO-SAGASTA, 1990; WILLADINO; CÂMARA, 2005).

De uma maneira geral, os melhores explantes são aqueles obtidos a partir de plantas matrizes saudáveis, vigorosas, isentas de qualquer tipo de estresse e em pleno crescimento vegetativo (PASQUAL et al., 2001).

O processo de desinfestação dos explantes deve eliminar os microrganismos do tecido vegetal sem danificar o mesmo. Alguns microrganismos podem ser endógenos ou estarem latentes, tanto em sementes como em brotos. Por essa razão, muitas vezes a obtenção de tecidos vegetais livres de microrganismos é difícil. Porém, se apenas os meristemas forem retirados, os explantes em geral, estarão livres de microrganismos (BONGA; DURZAN, 1985).

Geralmente, no início da desinfestação, é utilizado etanol a 70% durante alguns segundos, para eliminar bolhas de ar e parte dos lipídeos, aumentando assim o

contato do desinfestante com o material vegetal. Depois, o explante é mergulhado em hipoclorito de sódio em uma concentração que varia de 1 a 2%, de 10 a 30 minutos, com gotas de Tween, e em seguida são realizados enxágues em água estéril (MATEO-SAGASTA, 1990).

O isolamento dos explantes é efetuado em câmara de fluxo laminar com a máxima higiene e assepsia, tanto por parte do ambiente e explante como por parte da pessoa que está realizando a tarefa. A manipulação do explante nesta fase determina sua sobrevivência. Portanto, os instrumentos de manipulação (bisturis, tesouras, pinças, estiletos e agulhas), após serem mergulhados (em álcool absoluto), flambados e resfriados são empregados na operação de excisão do explante, e em seguida, o explante é isolado e, posteriormente, transferido para um meio de cultura (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

Diversos meios de cultura podem ser utilizados no início do cultivo, porém o meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) e suas modificações têm apresentado bons resultados para diversas espécies. Fitorreguladores (citocininas, auxinas e giberelinas) também são aplicados no meio, com o objetivo de suprir as possíveis deficiências de teores endógenos de hormônios e estimular o alongamento e multiplicação dos explantes (CALDAS et al., 1998)

2.3.1.2 Multiplicação

Essa fase é caracterizada pela multiplicação de propágulos usando sucessivos subcultivos em meio próprio de multiplicação, de maneira que a parte aérea formada é subdividida em partes menores e isolada das demais para a formação de novos explantes. As principais variáveis que podem ser manipuladas para aperfeiçoar essa etapa são: a composição ou os meios de culturas utilizados; as condições ambientais de crescimento e os cuidados na manipulação do material durante as subculturas (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

Podem ser usados diversos meios de culturas nessa fase, porém o mais comum é o uso do mesmo meio de cultura empregado na primeira etapa da micropropagação. As maiores variações entre os meios de cultura utilizados na multiplicação dizem respeito à composição de macronutrientes e fitorreguladores (PASQUAL et al. 2001).

Pasqual et al. (2001) explicam que, por ser a fase mais prolongada da micropropagação, a multiplicação deve ocorrer sob condições ambientais favoráveis, principalmente no que diz respeito à luminosidade, temperatura e composição do meio de cultura. A maioria das plantas responde bem às mesmas condições ambientais da primeira etapa da micropropagação, ou seja, fotoperíodo de 16 horas de luz e 8 horas de escuro e temperatura entre 20 e 27 °C.

Os tipos de explantes mais utilizados, após o segundo subcultivo, são segmentos nodais, tufos de brotações, subdivisões destes tufos, brotações e partes destas. Grattapaglia & Machado (1998) consideram a subdivisão de tufos o procedimento mais comum, por ser simples e rápido e por fornecer explantes mais homogêneos. Além disso, a manipulação dos explantes é responsável, em grande parte, pela qualidade e uniformidade das mudas obtidas no final da fase de multiplicação. Os aspectos mais importantes nesse sentido são o número e a frequência das subculturas, tipo e tamanho dos explantes e os cuidados repicagem.

Os cuidados no momento do subcultivo incluem a prevenção da desidratação dos explantes e a manutenção das condições assépticas dos mesmos. Para atender essas condições, o trabalho de repicagem deve ser efetivado em câmara de fluxo de laminar, com o máximo de higiene e rapidez (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

2.3.1.3 Alongamento e enraizamento

Essa fase da micropropagação refere-se à transferência das partes aéreas produzidas para os meios de alongamento e enraizamento, e subsequente transplântio das plantas para o substrato ou solo. O objetivo desta fase é a promoção do alongamento das brotações e a formação de raízes adventícias nas partes aéreas provenientes da multiplicação, para permitir o posterior transplântio para o meio externo (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

De acordo com Grattapaglia; Machado, (1998) o enraizamento pode ser realizado *in vitro* ou *in vivo*. Na condição *in vivo*, as partes aéreas são enraizadas como microestacas, e todo o processo ocorre em substrato. *In vitro*, as raízes são regeneradas em condições assépticas, e toda a planta é transplantada para o substrato. O enraizamento *in vitro* ocorre sob condições controladas, com brotações pequenas e com alto percentual de enraizamento e de rendimento na produção de mudas

micropropagadas. Essas vantagens, segundo Pasqual et al. (2001), praticamente condiciona o uso do enraizamento *in vitro* como método padrão. Apesar das vantagens, esse método possui uma limitação, que é a dificuldade de indução de um sistema radicular adventício eficiente na absorção de água e nutrientes, após as plantas serem transferidas para os substratos.

Com relação às condições ambientais a temperatura e a umidade adotadas na fase de multiplicação estimulam o enraizamento satisfatório. Com relação à luminosidade, reduzidas intensidades de luz ou de escuro absoluto durante alguns dias são, normalmente, favoráveis ao enraizamento. Outros fatores afetam positivamente o enraizamento como: a maior capacidade dos recipientes; meios de cultura com 50 a 75 % a menos de concentração normal de sais; presença de oxigênio; substratos porosos e estéreis e explantes jovens com tamanho médio, com presença de nós ou gemas (PASQUAL et al., 2001).

2.3.1.4 Aclimatização de mudas

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 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 e transferência para o viveiro ou área de cultivo. (PASQUAL et al., 2001).

É o processo pelo qual plantas produzidas em condições *in vitro* são transferidas para um ambiente com as condições *ex vitro*. Essas novas condições devem ser passadas às plantas progressivamente, de forma que elas sofram menor estresse, que possam acarretar injúrias profundas ou até mesmo a morte (BRAINERD; FUCHIGAMI, 1981). Esse processo representa uma etapa importante dentro de um programa onde se trabalha com cultura de tecidos, sendo que, em alguns casos, chega a ser o fator limitante no processo de micropropagação (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1990).

O principal obstáculo encontrado na aclimatização é a adaptação da planta, ou seja, quando se produz um número grande de plantas micropropagadas em sala de crescimento, e quando são transferidas para as condições ambientais externas (PIERIK, 1988). A sobrevivência das plantas durante a aclimatização está estreitamente relacionada com a habilidade autotrófica destas, a qual depende da capacidade de captação da radiação para a fixação de carbono, além da absorção de água para a translocação de minerais e fotoassimilados (PAIVA e OLIVEIRA, 2006)

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, substratos, condições fitossanitárias, irrigação e recipientes, entre outros fatores (BOMFIM, 2006).

Bomfim (2006) relata que a manutenção da umidade relativa alta e temperaturas 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 nutrientes (TORRES et al., 1998).

2.4 Cultivo em ambiente protegido

A produção de mudas no sistema tradicional está sujeita às intempéries, o que pode ocasionar redução na qualidade e perdas consideráveis das mesmas. No sistema de cultivo protegido esses problemas podem ser reduzidos e ou evitados (BEZERRA, 2009).

O cultivo em ambiente protegido é uma ferramenta muito útil para a obtenção de uma alta produtividade e de produtos de excelente qualidade, por manter um clima mais propício ao desenvolvimento da cultura ao longo do ano (SEGOVIA et al., 1997). Com o cultivo protegido, tornou-se possível alterar, de modo acentuado, o ambiente de crescimento e de reprodução das plantas, com controle parcial dos efeitos adversos do clima (CASTILLO, 1985; ARAÚJO, 1991).

Para Paula (2000), o túnel alto de cultivo forçado, também conhecido como viveiro, é uma instalação de fácil construção e de alta durabilidade. Sua estrutura pode

ser de concreto, ferro ou madeira, revestida com sombrite, um material plástico de cor geralmente preta e de alta durabilidade, que pode proporcionar diferentes luminosidades, ou seja, distintos níveis de sombreamento.

Diversos autores destacam as vantagens do cultivo em ambiente protegido, entre elas: 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, 2002).

Conforme Sentelhas e Santos (1995), o emprego de casas de vegetação, assim como de outras formas de cultivo protegido, provocam alterações em diversos elementos meteorológicos, permitindo a produção de culturas em locais ou períodos cujas condições climáticas são hostis. Porém, nem todas estas alterações são benéficas para as plantas.

Seemann (1979) explica que tais alterações meteorológicas são geradas por formas de cultivo protegido que utilizam determinados materiais para proteção do ambiente, destacando-se, entre eles, os plásticos. Esses materiais, além de favorecerem a retenção de vapor e ar quente, ainda interceptam e reduzem a incidência de radiação solar sobre os vegetais, provocando alterações no balanço de radiação e de energia.

2.5 Cultivo em substratos

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 (COSTA, 2003). Esse tipo de manejo permite contornar condições desfavoráveis, como a baixa fertilidade química, impedimentos físicos, problemas com salinização, incidência de pragas e doenças entre outros.

O termo substrato se aplica a todo material sólido, natural ou sintético, residual, mineral ou orgânico, distinto do solo, que é introduzido em um recipiente, em forma pura ou em mistura, para permitir o desenvolvimento do sistema radicular e, assim, exercer o papel de suporte para as plantas (ABAD; NOGUERA, 1998).

Um substrato, para ser 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 (EKLUND et al., 2001). Além disso, deve ser facilmente disponível, apresentar custo reduzido, ter baixa massa específica, 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 (MILNER, 2002).

Segundo Verdonck (1983), as propriedades físicas de um substrato que merecem maior atenção são: densidade, porosidade total, espaço de aeração e capacidade de retenção de água. Kämpf (2000) e Cordão Terceiro Neto (2004) concordam que as propriedades químicas que merecem maior destaque no cultivo em substratos são: o valor de pH, a capacidade de troca de cátions e a salinidade.

A escolha dos substratos deve ser baseada, entre outros fatores, nas características físicas, químicas e biológicas, pois, segundo Cordão Terceiro Neto (2004), estas características podem influenciar as respostas das plantas na fase de aclimatização. As características físicas do substrato são muito importantes para o adequado equilíbrio entre os seus constituintes, principalmente no que diz respeito à relação entre o espaço ocupado pela água e o espaço ocupado pelo ar (LOPES, 2004).

Koide et al. (1999) relatam que as características biológicas favoráveis podem estar presentes nos substratos orgânicos. Assim, alguns compostos e microorganismos antagônicos podem auxiliar na supressão de patógenos. Entretanto, alguns componentes da matéria orgânica, tidos como fitotoxinas, podem causar injúrias e, conseqüentemente, provocar a morte de plantas quando presentes em substratos. Nesse aspecto, deve-se ter cuidado ao usar certos tipos de substratos. Handreck e Black (1999) reportam que muitas cascas e serragens contêm fitotoxinas, variando de acordo com a espécie.

Para Torres et al. (1998), o substrato deve apresentar uma capacidade de retenção de água e não compactar-se excessivamente, de tal forma que possa comprometer a drenagem e, conseqüentemente, a aeração do sistema radicular.

Os substratos mais comumente empregados na aclimatização são: pó de fibra de coco, húmus, vermiculita, moinha de carvão, serragem, turfa, palha de arroz carbonizada, areia, vermicomposto entre outros. As proporções de cada componente são bastante variáveis e dependem da espécie utilizada (TORRES et al., 1998).

2.5.1 Tipos de substrato

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

Os próprios produtores têm formulado seus substratos a partir de várias matérias-primas, puras ou em misturas, disponíveis em suas regiões. 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.

2.5.1.1. Bagana da carnaúba

A carnaubeira [*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore] é uma palmeira que ocorre no Nordeste brasileiro, especialmente nos vales de alguns rios da região, principalmente do Parnaíba e seus afluentes, do Jaguaribe, do Acaraú, do Apodi e do médio São Francisco. Também pode ser encontrada nos estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Goiás (ALVES; COELHO, 2006). A bagana é um resíduo agroindustrial da carnaúba depois de seca ao sol por um período de 6 a 12 dias, para extração do pó.

O processo de preparação da palha é totalmente manual, já que a mesma, quando submetida ao triturador, fica inutilizada para o artesanato. Ela pode ser utilizada como forragem para o gado e como excelente fertilizante agrícola. Sendo empregada no preparo da terra para as culturas de subsistência (feijão e milho) e frutícolas (ALVES; COELHO 2006).

A bagana decompõe-se rapidamente, apresentando baixa relação entre carbono e nitrogênio (C/N), e assegurando maior umidade e redução da temperatura do terreno. Desta forma garante-se a produtividade e a fertilidade do solo (SNA, 1999).

No Nordeste, a abundância de bagana da carnaúba tem estimulado os produtores a procurar pesquisadores com o propósito de encontrar uma forma de utilização do produto. Na região do Nordeste são geradas em torno de nove milhões de toneladas de bagana de carnaúba (GOMES et al., 2007).

2.5.1.2 Casca de arroz carbonizada

Entre os diversos componentes de misturas para substratos, adquire importância a casca de arroz carbonizada, devido à grande disponibilidade da matéria-prima, aliada à necessidade de dar-lhe um destino economicamente e ecologicamente viável. A casca de arroz carbonizada vem sendo estudada em misturas de substratos para a produção de mudas e, segundo Minami (1995), possui forma floculada, é leve, de fácil manuseio, com grande capacidade de drenagem, pH levemente alcalino, baixa capacidade de retenção de umidade, rica em cálcio e potássio, livre de nematóides e patógenos devido ao processo de carbonização.

Segundo Puchalski e Kämpf (2000), a casca de arroz carbonizada possui espaço de aeração superior a 42% e porosidade total acima de 80%, características ideais para substratos utilizados em recipientes com pequeno volume. Klein et al. (2002), avaliando as alterações nas propriedades físico-hídricas de substratos comerciais, com a mistura de casca de arroz carbonizada em diferentes proporções, concluíram que ela pode ser utilizada para otimizar as propriedades físico-hídricas de substratos, melhorando a disponibilidade de água às plantas e a porosidade de aeração.

2.5.1.3 Pó-de-coco verde

O aumento do consumo de água-de-coco verde e a vocação natural para a sua industrialização vêm causando problema de disposição final do resíduo gerado, ou seja, das cascas dos frutos (ROSA et al., 2001). 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 as cascas são normalmente descartadas, representando um custo adicional às empresas de beneficiamento que se vêm obrigadas por lei a realizar a coleta deste resíduo (BOMFIM, 2006).

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.

A análise física desse material, quanto à densidade aparente e capacidade de retenção de água, mostrou que o pó-de-coco verde possui uma grande capacidade de retenção de umidade, já que foi capaz de reter água em valor equivalente a cerca de cinco vezes do seu peso seco. Com relação às propriedades químicas, a análise revelou uma concentração de sódio equivalente a uma condutividade elétrica de $4,74 \text{ dS.m}^{-1}$. Entretanto, a lavagem do material com água foi capaz de lixiviar o excesso de sal e, com isso, reduzir a condutividade elétrica para níveis inferiores a $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$. Quanto ao pH, o material apresentou valores compreendidos entre 4,8 e 5,2 (SILVA, 1999).

Lemle (2005) afirma que o pó-de-coco verde possui boas características físicas, como retenção de umidade, alta porosidade e massa específica, 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 do resíduo (casca).

2.5.1.4 Vermiculita

A vermiculita expandida é um importante mineral que pode ser usado como substrato no desenvolvimento inicial das plantas, dada a sua alta porosidade e capacidade de retenção de água. Consiste num mineral de argila do tipo 2:1, de estrutura variável, constituído por duas lâminas tetraédricas de sílica, envolvendo uma lâmina octaédrica de alumina, ferro e magnésio (DOUGLAS, 1987). Mudas de cafeeiro formadas a partir da mistura de 60% de material orgânico, 20% de vermiculita e 20% de terra argilosa de subsolo, apresentaram crescimento superior em relação às plantas produzidas com o substrato Plantmax[®] (MELO et al., 1999).

A vermiculita é um substrato tipicamente inerte, sendo necessário o fornecimento e o balanceamento de nutrientes essenciais, por meio de adubações periódicas, encarecendo o processo de produção de mudas e não resolvendo os problemas de sua agregação ao sistema radicular, não formando um bloco compacto, portanto não sendo aconselhável na maioria dos casos de produção de mudas de espécies florestais, a não ser de algumas de propagação vegetativa por meio do enraizamento de estacas (PAIVA; GOMES, 1995).

2.5.1.5 Húmus de minhoca

O húmus de minhoca é um complexo coloidal amorfo, de cor variando de marrom a preta. Ele possui natureza variada e é oriundo da decomposição de restos vegetais e animais depositados no solo (AQUINO, 2004). O húmus de minhoca, também conhecido como o 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 de ser rico em microrganismos benéficos às raízes, possuir pH neutro, apresentam alta capacidade de 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.

O húmus de minhoca usado como substrato possui inúmeras vantagens, como boa consistência dentro de recipientes, média a alta porosidade e drenagem, alta capacidade de retenção de água e nutrientes, elevada fertilidade, permite boa formação do sistema radicular e pH neutro (GONÇALVES; POGGIANI, 1996).

O húmus é capaz de exercer influência benéfica sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do meio. Quanto às propriedades físicas, o húmus melhora a agregação, que, por sua vez, favorece ao aumento da capacidade de armazenamento de água (3 a 4 vezes o seu peso), à redução dos riscos de compactação, erosão e lixiviação e à melhoria das condições de aeração, facilitando a germinação de sementes e o crescimento e funcionamento das raízes (AQUINO et al.1993; AQUINO, 2004).

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 certos 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.

2.5.1.6 Substrato comercial Plantmax®

Hoje em dia, muitos substratos comerciais são usados no cultivo de diferentes espécies vegetais, cujas formulações e propriedades são praticamente desconhecidas. E o desempenho como meio de cultivo ainda não está bem estabelecido. Um desses substratos comercializados regionalmente é o Plantmax®.

O substrato organo-mineral Plantmax®, elaborado à base de vermiculita expandida e material orgânico, possui macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento inicial das mudas, boas características físicas, boa capacidade de retenção de água e é livre de pragas e doenças (LOPES, 1996).

2.6 Cultivo em recipientes

A produção de mudas em recipientes é o sistema mais utilizado atualmente, principalmente, por proporcionar melhor qualidade das mudas, melhor controle da nutrição e 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 (GOMES et al., 2003).

De acordo com Sancho (1988), um dos grandes desafios na produção de mudas em recipientes é assegurar o crescimento e 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 desenvolvimento normal das plantas (MENEZES JÚNIOR et al., 2000).

A forma e o 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.

Whaite e Mastalerz (1966), citados por Milner (2001), definiram o conceito de capacidade de recipiente, na definição do volume de água retido após a irrigação. Assim, os autores definiram capacidade de recipiente, como 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).

Os volumes dos recipientes influenciam na disponibilidade de água e de 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 os trabalhos de Cardoso e Costa, 1999; Sindeaux, 2005; Bomfim, 2006; Rocha, 2007.

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, na forma, na facilidade de operação, na área ocupada no local de cultivo e nas características para a formação de mudas de boa qualidade (MACEDO, 1993; GONÇALVES, 1995).

2.7 Manejo da Irrigação

Um dos fatores mais importantes relacionado à exigência das plantas é sem dúvida a necessidade de água. Com a irrigação, consegue-se fornecer água para planta de acordo com a sua necessidade, na fase em que ela mais necessita, mas a questão é quando e quanto de água aplicar à planta, sob ambiente protegido, a fim de se obter uma maior produtividade e qualidade do produto (FOLEGATTI, 2001; REGO, 2004).

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 (fertilização), controle fitossanitário (quimigação), informações climatológicas e econômicas, manejos e estratégias de condução da cultura (MIRANDA; PIRES, 2001).

Bernardo et al. (2006) e Miranda e Pires (2001) acreditam que o conhecimento da evapotranspiração em uma determinada região reveste-se como um pressuposto básico para o planejamento e manejo da água na agricultura irrigada.

Para Vermeiren e Jobling (1997), a lâmina de água a ser aplicada pode ser calculada com base nas necessidades hídricas diárias das culturas (evapotranspiração). Ela pode ser estimada por métodos que utilizam medidas diretas ou estimadas por métodos empíricos, aerodinâmicos, balanço de energia, combinados ou correlação de turbilhões. Pereira et al. (1997), Gomes (1999) e Bernardo et al. (2006) destacam a lisimetria como o método de medida direta da evapotranspiração. Com relação às estimativas, os métodos mais comumente empregados são os de Penman-Montheith, tanque Classe “A”, Blaney-Criddle, Thornthwaite, Hargreaves e lisímetro de drenagem.

A lâmina de irrigação, conforme Doorenbos e 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 de 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.

Para Bernardo et al. (2006), também é necessário conhecer o comportamento da cultura em função das diferentes quantidades de água fornecida,

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) acredita 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.

Rego et al. (2004) utilizaram quatro lâminas de irrigação na cultura do crisântemo em ambiente protegido, com níveis de irrigação medidos a partir da evaporação do tanque Classe "A", verificaram que o aumento da lâmina de irrigação acarretou um acréscimo no comprimento das hastes até esse atingir um nível de irrigação em torno de 90% da ECA, e a partir dessa lâmina foi observada uma redução no tamanho das mesmas.

2.7.1 Evapotranspiração

O correto manejo da irrigação determina o fornecimento de água necessária para repor a quantidade de água absorvida pela planta e/ou perdida pelo processo de evapotranspiração (ET), a fim de evitar o estresse fisiológico das plantas em desenvolvimento e/ou produção. Portanto, uma boa estimativa da evapotranspiração diária, representa informação essencial para um programa de irrigação eficiente e efetivo (BRUNINI, 2002).

A evapotranspiração de espécies cultivadas em estufas plásticas pode ser estimada através da utilização de evaporímetros (tanque Classe "A" e tanques reduzidos) instalados no seu interior. Os tanques envolvem todo o complexo energético responsável pela evaporação proporcionando boa estimativa da perda de água das culturas (KLAR, 1988).

No entanto, Menezes Júnior et al. (1999) citam algumas restrições quanto à utilização de tanque Classe "A" no interior de ambientes protegidos, principalmente em relação à instalação, manutenção e ao espaço por ele ocupado. Ainda, segundo os mesmos autores, têm-se adotado tanques de evaporação com dimensões reduzidas como

alternativa para estimativa da evapotranspiração devido à constatação de alta eficiência, menor área ocupada, menor custo e maior facilidade no manejo pelos agricultores.

Segundo Sentelhas e Santos (1995), a evapotranspiração no interior de um ambiente protegido é menor do que àquela verificada externamente. Esse fato se deve basicamente à redução da radiação e da ação dos ventos, considerados os principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera (HANAN et al., 1978).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O presente trabalho foi conduzido em um ambiente protegido, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), no período de junho a agosto de 2009. 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.

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 verão.

Os valores médios mensais de temperatura e 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, encontram-se dispostos na Tabela 1.

TABELA 1 - Valores médios mensais de temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR), radiação solar global (Rg) e velocidade do vento a 2m de altura (v), Fortaleza, Ceará, 2009.

Mês	T (°C)	U R (%)	Rg (W m ⁻²)	v (m s ⁻¹)
Junho	26,4	79	1.132,9	2,8
Julho	26,0	77	1.180,6	3,2
Agosto	26,4	73	1.127,6	3,5

Fonte: Estação meteorológica automatizada da Universidade Federal do Ceará.

3.3 Estrutura experimental

O experimento foi conduzido em uma estufa de modelo 'teto em arco', com orientação leste-oeste, nas dimensões de 24 m de comprimento, 6,5 m de largura, 2,5 m de pé-direito e 4 m de altura central, constituindo uma área total de 156 m². Toda a estrutura foi coberta por duas telas, uma de sombreamento para reduzir em 70 % a luminosidade e outra de plástico transparente para proteção de intempéries climáticas, principalmente das precipitações pluviométricas (Figura 3).

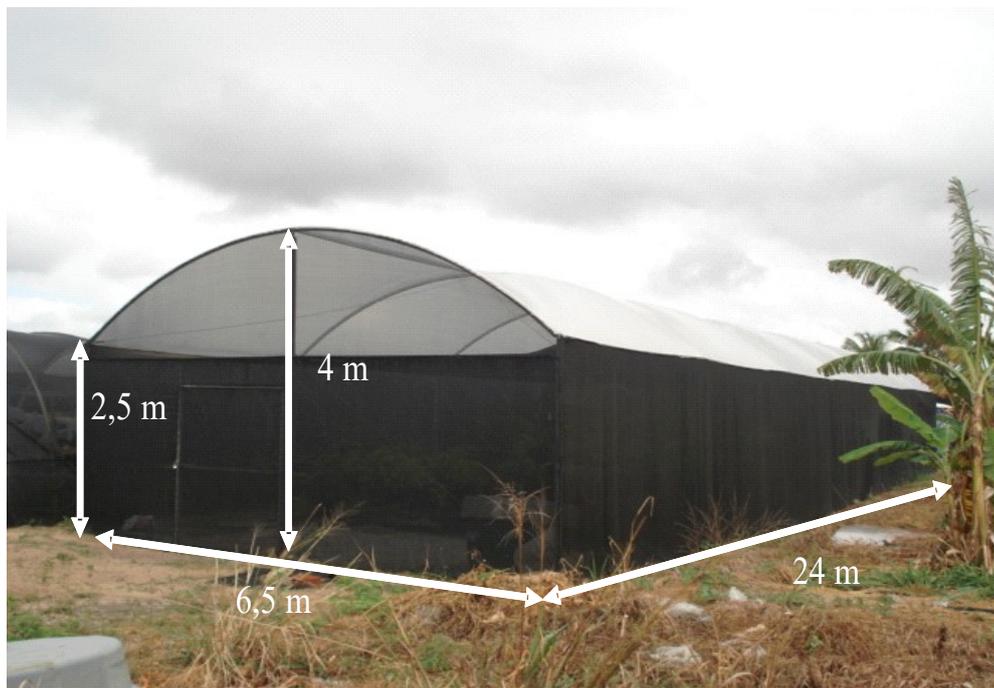


FIGURA 3 - Estufa modelo 'teto em arco', Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

No interior da estufa, foi instalado um túnel semicircular com altura de 1,80 m, 4,70 m de comprimento e 0,92 m de largura, revestido por uma tela transparente, para proteger as plantas contra a influência de intempéries climáticas, e principalmente, contra a entrada de pragas (Figura 4).



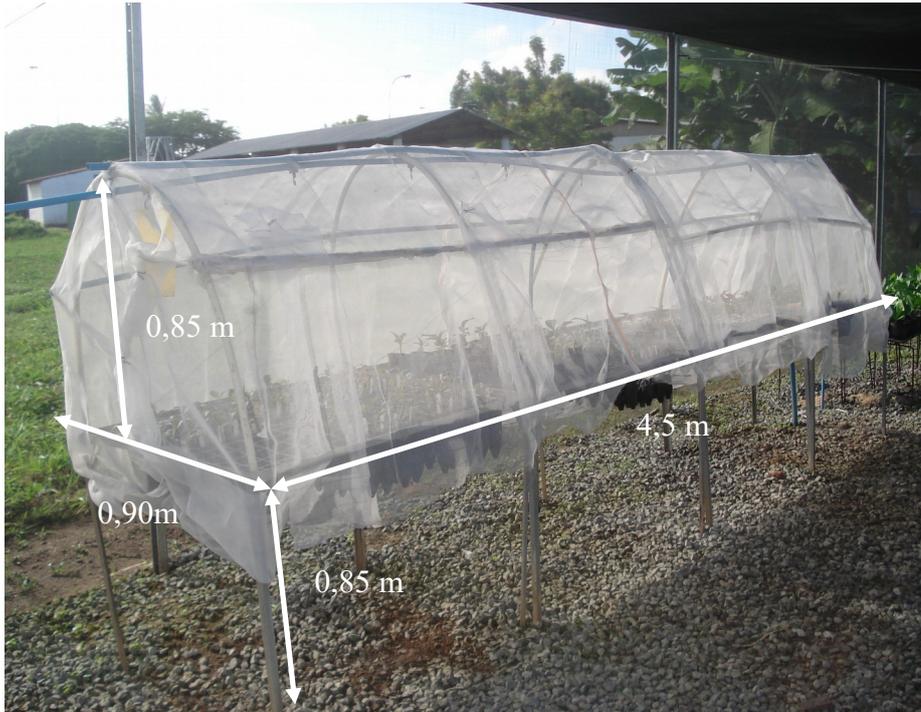


FIGURA 4 - Túnel revestido com tela transparente, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

3.4 Micropropagação das mudas

As mudas de bastão do imperador (*Etilingera elatior*). cv porcelana utilizadas neste experimento foram obtidas, através do processo de micropropagação, realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos e Genética Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical. Os explantes (microestacas) foram inoculados em frascos de vidros transparentes em câmara de fluxo laminar, sob condições assépticas, de capacidade de 250 mL, com 30 mL de meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), mantidos em sala de crescimento com intensidade luminosa de $30 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e temperatura de $24 \pm 2^\circ\text{C}$ (Figura 5).

3.5 Plantio das mudas

As mudas micropropagadas de bastão do imperador foram transplantadas no 45º dia após a micropropagação, sendo transferidas para os respectivos substratos no dia 15 de junho de 2009.

Na ocasião do transplântio, as mudas apresentavam-se completamente enraizadas e com altura variando de 4 a 6 cm.

As mudas 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 contendo papel toalha, as raízes das mudas foram podadas com o auxílio de uma tesoura, com os objetivos de uniformizar o material, facilitar o plantio e estimular o desenvolvimento de sistema radicular mais funcional (Figuras 6 e 7).



FIGURA 5 - Mudanças de bastão do imperador *in vitro*, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.



FIGURA 6 - Mudanças de bastão do imperador sendo lavadas para retirada do meio de cultura, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Em seguida foram acondicionadas em bandejas com papel toalha molhado, levadas até a estufa e, plantadas numa profundidade uniforme, de forma que as raízes ficassem enterradas até a parte do colo da planta (Figura 8).



FIGURA 7 - Mudanças de bastão do imperador lavadas sobre a bandeja, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Antes do transplântio, os recipientes contendo substratos foram irrigados com o objetivo de promover um ambiente favorável ao estabelecimento das mudas. Após o transplântio, além da irrigação, utilizou-se spray com água para aumentar a umidade relativa do ambiente.

Após a primeira semana, as mudas receberam uma suplementação mineral com fertilizante mineral foliar (Biofert®) de 5mL por litro de água, conforme recomendação do fabricante, com a finalidade de fornecer nutrientes às mudas, essa prática foi repetida a cada 15 dias.



FIGURA 8 – Mudas transplantadas nos tubetes no interior da estufa, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

3.6 Controle fitossanitário

Durante condução do experimento foram realizadas pulverizações com defensivos agrícolas como forma preventiva ao ataque de pragas e doenças, além disso, foram realizadas limpeza de plantas invasoras da área de entorno do experimento, para o controle de possíveis hospedeiros de insetos vetores de doenças.

3.7 Manejo da irrigação

A irrigação foi iniciada logo após o transplântio, sendo realizada até a evaporação de água medida no mini tanque atingir o valor maior ou igual 4 mm, esse valor foi atingido, em média, a cada dois dias. As irrigações foram efetuadas às 9 h.

Os dados relativos à evaporação de água, que serviram de base para a aplicação dos níveis de irrigação, foram obtidos em um mini tanque com 0,60 m de diâmetro, 0,25 m de profundidade (Figura 9), contendo um poço tranqüilizador com altura de 0,25 m e diâmetro de 0,10 m, que estava instalado sobre um estrado quadrado de madeira de 0,15 m de altura e 0,60 m de lado.

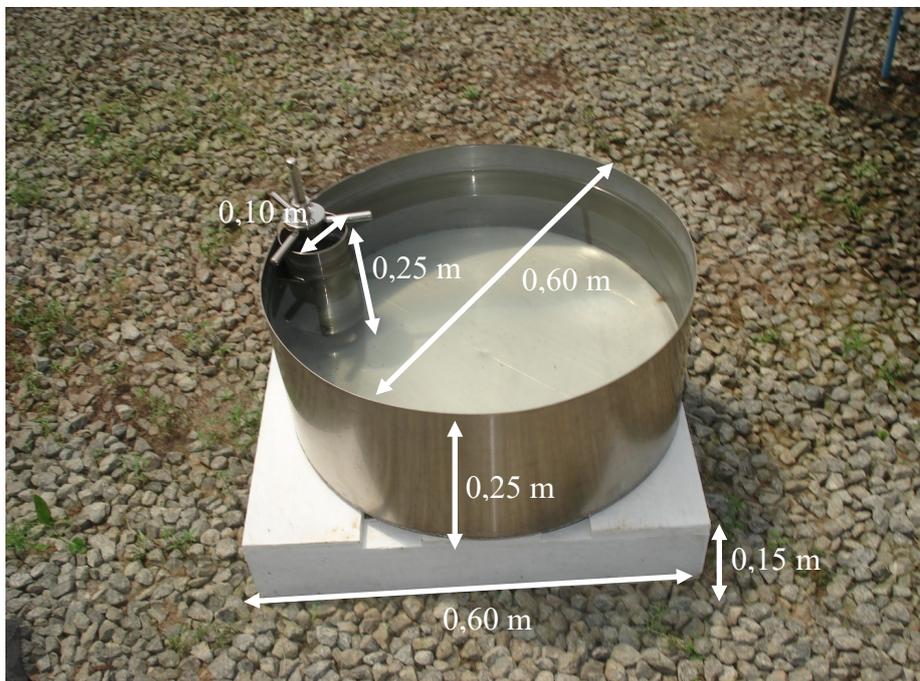


FIGURA 9 - Mini tanque instalado no interior da estufa, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

3.8 Caracterização dos experimentos

3.8.1 Experimento I: Lâminas de irrigação

No experimento I, testou-se o efeito de cinco lâminas de irrigação na aclimatização de mudas micripropagadas de bastão do imperador.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos e cinco repetições (Figura 10). As lâminas testadas foram equivalentes aos seguintes percentuais de evaporação de água no mini tanque (E_{MT}):

$L_{25\%}$ da E_{MT}

$L_{50\%}$ da E_{MT}

$L_{75\%}$ da E_{MT}

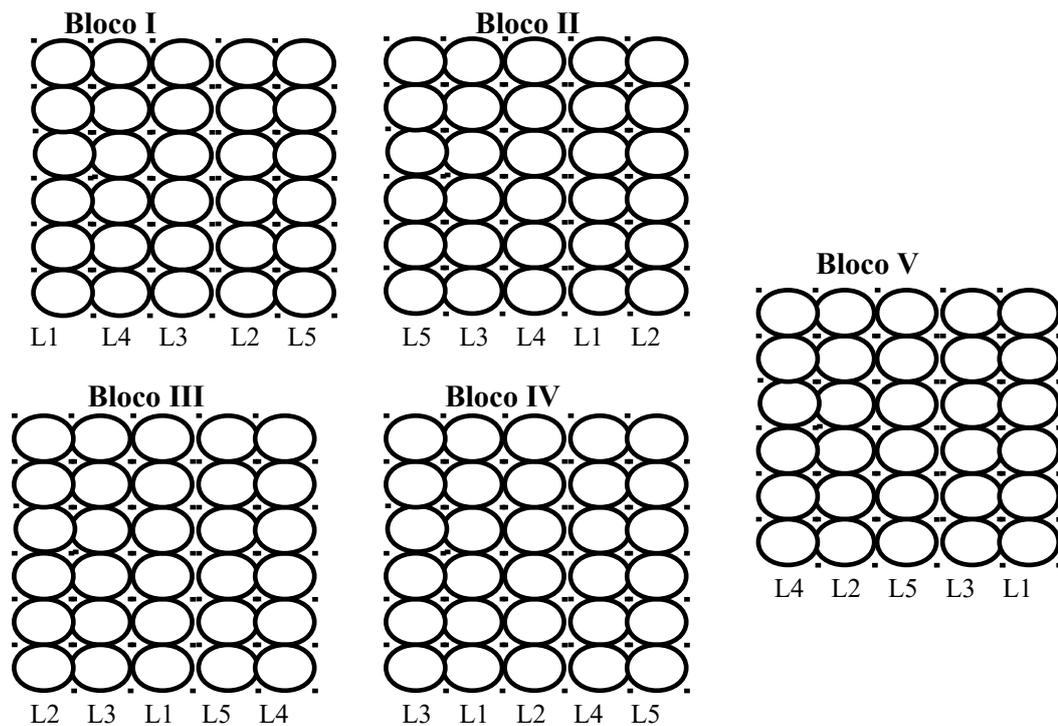
$L_{100\%}$ da E_{MT}

$L_{125\%}$ da E_{MT}

A partir do 31º DAT (dia após o transplantio) o manejo da irrigação foi diferenciado com base nos tratamentos 25, 50, 75, 100 e 125% da E_{MT} . A aplicação, das lâminas, diferenciadas foi realizada manualmente, utilizando-se um regador plástico com capacidade de 10 litros e uma proveta graduada.

Cada bloco foi constituído por cinco fileiras de seis mudas cada. Para cada tratamento, foram utilizadas 30 mudas consideradas úteis e 12 mudas de bordadura, promovendo um total de 150 mudas úteis no experimento.

As mudas foram dispostas na bancada em tubetes de capacidade volumétrica de 300 cm³, contendo o substrato Plantmax®.



- L1 - L25% da E_{MT}
- L2 - L50% da E_{MT}
- L3 - L75% da E_{MT}
- L4 - L100% da E_{MT}
- L5 - L125% da E_{MT}

FIGURA 10 - Disposição dos tratamentos no interior do túnel, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

3.8.2 Experimento II: Tipos de substratos

No experimento II, foram avaliados cinco tipos de combinações de substratos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, composto por cinco tratamentos e cinco repetições.

A bagana da carnaúba, o pó-de-cocó verde, a casca de arroz carbonizada e a vermiculita, foram misturados ao húmus de minhoca na proporção de 1:1, resultando na obtenção das quatro diferentes combinações de substratos, além do substrato comercial Plantmax[®]. Os tratamentos foram compostos pelas seguintes combinações:

- S₁ - Bagana da carnaúba + Húmus de minhoca (BC + H)
- S₂ - Pó-de-coco verde + Húmus de minhoca (PCV + H)

S₃ - Casca de arroz carbonizada + Húmus de minhoca (CAC + H)

S₄ - Vermiculita + Húmus de minhoca (V+H)

S₅ - Plantmax[®] (P[®])

Cada bloco foi constituído por cinco fileiras de seis mudas cada. Para cada tratamento, foram utilizadas 30 mudas consideradas úteis e 12 mudas de bordadura, promovendo um total de 150 mudas úteis no experimento.

Análise física e química dos substratos foram efetuadas no Laboratório de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical (Tabelas 2 e 3), a partir de amostras retiradas de cada substrato respectivamente.

TABELA 2 - Características físicas obtidas por gravimetria dos substratos bagana da carnaúba e húmus de minhoca (BC+H), pó-de-coco verde e húmus de minhoca (PCV+H), casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca (CAC+H), vermiculita e húmus de minhoca (V+H) e Plantmax[®] (P[®]), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Característica Físicas/ Frações granulares	Unidade	Resultados				
		BC+H	PCV+H	CAC+H	V+H	P [®]
> 16 mm	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8-16 mm	%	0,57	0,36	0,22	0,22	0,50
4-8 mm	%	3,58	4,25	2,88	2,45	3,03
2-4 mm	%	11,88	12,12	9,15	10,78	13,35
1-2 mm	%	24,61	18,48	14,76	31,96	19,42
0,5-1,0 mm	%	18,95	21,59	24,86	18,60	25,66
0,25-0,50mm	%	14,69	20,70	17,86	14,66	19,38
0,125-0,250	%	11,85	15,49	13,16	10,42	12,36
< 0,125 mm	%	13,87	7,01	17,11	10,92	6,30
Índice de grossura	%	40,64	35,21	27,01	45,41	36,31
Densidade seca	kg.m ⁻³	327,11	269,09	341,11	383,87	327,07
Densidade úmida	kg.m ⁻³	464,80	449,10	482,8	537,10	527,50
Umidade total	%	29,60	40,10	29,40	28,50	42,90
CRA-10	%	36,34	48,16	44,17	61,32	57,31

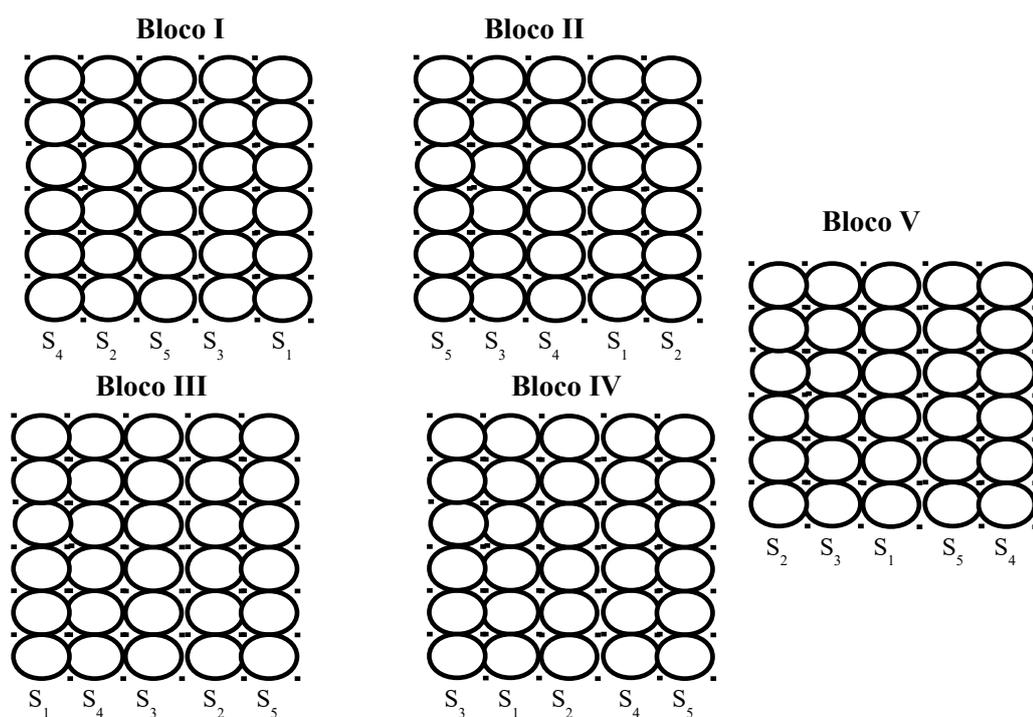
Fonte: Laboratório de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

TABELA 3 - Características químicas dos substratos bagana da carnaúba e húmus de minhoca (BC+H), pó-de-coco verde e húmus de minhoca (PCV+H), casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca (CAC+H), vermiculita e húmus de minhoca (V+H) e Plantmax[®] (P[®]), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Característica		Resultados				
química	Técnica analítica	BC+H	PCV+H	CAC+H	V+H	P [®]
Matéria orgânica	Gravimétrica	411,0	466,9	473,4	151,5	417,6
Teor de cinzas	Gravimétrica	589,0	533,1	526,6	772,8	582,8
Nitrogênio total	Destilação	41,5	38,4	36,5	22,8	13,5
C/N	Cálculo	9,9	12,2	13,0	6,6	31,0
pH	Eletrométrico	6,7	7,1	7,0	7,2	6,5
C.E.(dS m ⁻¹)	Condutimetria	2,4	1,9	2,0	2,4	1,5
Ca (mg L ⁻¹)	Absorção atômica	455,3	271,7	257,9	319,8	515,3
Mg (mg L ⁻¹)	Absorção atômica	402,1	269,3	313,7	498	408,9
K (mg L ⁻¹)	Fotometria de chama	1573,0	1281,5	1281,5	1468,5	293,0
Na (mg L ⁻¹)	Fotometria de chama	379,0	415,0	338,0	386,5	105,5
P (mg L ⁻¹)	Espectrofotometria	607,0	472,5	697,0	405,8	126,9
Cl/água (mg L ⁻¹)	Volumetria	1466,6	928,9	781,1	1886,1	497,5
NO ₃ (mg L ⁻¹)	Destilação	662,5	564,7	646,0	583,2	258,3
NH ₄ (mg L ⁻¹)	Destilação	50,1	9,1	4,8	10,7	6,9
S-SO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	Espectrofotometria	22,8	4,2	1,9	0,7	16,6
Br (mg L ⁻¹)	Espectrofotometria	NA	NA	NA	NA	NA
Cu (mg L ⁻¹)	Absorção atômica	NA	NA	NA	NA	NA
Fe (mg L ⁻¹)	Absorção atômica	NA	NA	NA	NA	NA
Mn (mg L ⁻¹)	Absorção atômica	NA	NA	NA	NA	NA
Zn (mg L ⁻¹)	Absorção atômica	NA	NA	NA	NA	NA
CTC	Volumetria	41,6	32,4	17,8	41,5	38,2

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

As mudas foram acomodadas em bancadas, no interior dos tubetes com capacidade volumétrica de 300 cm³ (Figura 11), e irrigadas quando a evaporação da água do mini tanque (E_{MT}), atingia valor acumulado de 4 mm, efetuando-se, em média, uma irrigação a cada dois dias, iniciando-se aproximadamente às 9 h.



S₁- Bagana da carnaúba + Húmus de minhoca (BC + H)

S₂- Pó-de-cocó verde + Húmus de minhoca (PCV + H)

S₃- Casca de arroz carbonizada + Húmus de minhoca (CAC + H)

S₄- Vermiculita + Húmus de minhoca (V+H)

S₅- Plantmax[®] (P[®])

FIGURA 11 - Disposição dos tratamentos no interior do túnel, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

3.8.3 Experimento III: Volumes e formas de recipientes

No experimento III, avaliou-se quatro tipos de recipientes, com volumes e formas diferentes (Figura, 12). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os recipientes testados foram:

V₁ - Copo pequeno - 50 cm³ (CP)

V₂ - Tubete pequeno - 150 cm³ (TP)

V₃ - Tubete grande - 300 cm³ (TG)

V₄ - Vaso pequeno - 450 cm³ (VP)

Cada bloco foi constituído por cinco fileiras de seis mudas cada. Para cada tratamento, foram utilizadas 30 mudas consideradas úteis e 12 mudas de bordadura, promovendo um total de 120 mudas úteis no experimento.

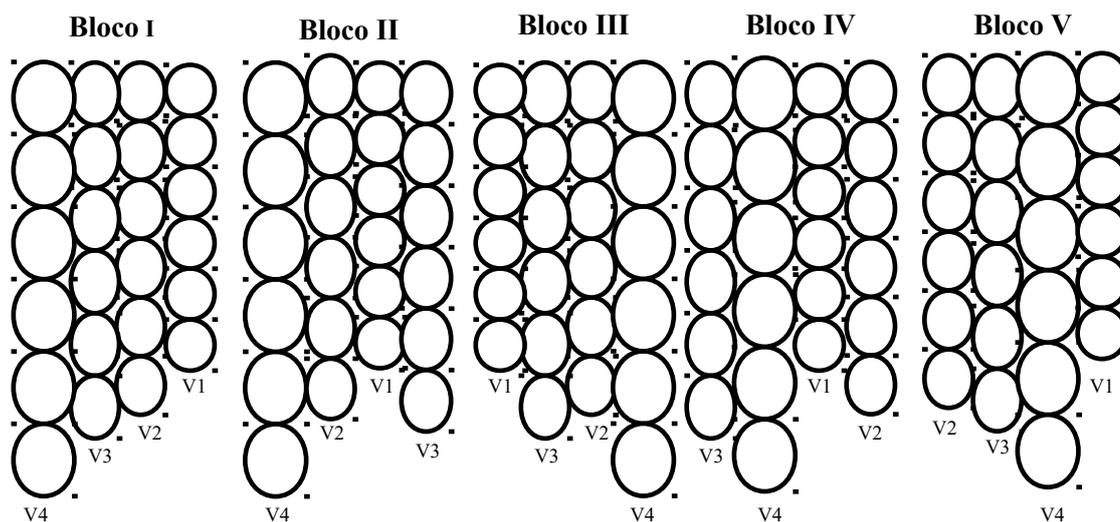


FIGURA 12 - Copo pequeno (CP), tubete pequeno (TP), tubete grande (TG) e vaso pequeno (VP), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Os dois tipos de tubetes eram 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 eram: 300 cm³ para o tubete grande e 150 cm³ para o tubete pequeno. O copo pequeno, de plástico descartável, de coloração branca, com duas perfurações para facilitar a drenagem, com volume de 50 cm³. O vaso pequeno, formado por material polietileno rígido de coloração preta, com cinco orifícios para facilitar a drenagem, e volume de 450 cm³.

Os recipientes foram colocados em quatro bancadas com 1,10m de comprimento e 0,92m de largura, com grades de suporte das próprias bancadas, ficando a uma altura de 0,90m da superfície do solo.

Os recipientes foram preenchidos com substrato comercial Plantmax[®]. As mudas foram irrigadas quando a evaporação de água do mini tanque atingia valor acumulado de 4 mm, efetuando-se, em média, uma irrigação a cada dois dias, iniciando-se aproximadamente às 9 h.



V1 - Copo pequeno- 50 cm³

V2 - Tubete pequeno- 150 cm³

V3 - Tubete grande- 300 cm³

V4 - Vaso pequeno- 450 cm³

FIGURA 13 - Disposição dos tratamentos no interior do túnel, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

3.9 Variáveis analisadas

No dia 15 de junho, quando foi realizado o transplântio, realizou-se a primeira coleta de dados, sendo considerado como ponto inicial dos experimentos, durante a condução dos experimentos, foram coletados dados correspondentes ao número de folhas (NF), altura da muda (AM) e diâmetro do pseudocaule (DP).

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 muda foi medida, com auxílio de um paquímetro digital, a partir da base até a inserção da última folha. O diâmetro do pseudocaule também foi mensurado com um paquímetro digital, considerando a base da muda como local de medida.

Os dados referentes às variáveis: número de folhas (NF), altura da muda (AM) e diâmetro do pseudocaule (DP) também foram coletados em outras duas ocasiões: nos dias 15 de julho, 31º dia após o transplântio (DAT) e 05 de agosto (50º DAT).

Após o término dos experimentos, as mudas foram levadas para o Laboratório de Cultura de Tecido e Genética Vegetal da Embrapa Agroindústria Tropical, onde foram lavadas para remoção do substrato aderido às raízes. Posteriormente, foram pesadas para se obter a massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa fresca do sistema radicular (MFSR), com a utilização de uma balança de precisão eletrônica, com graduação de 0,001g. Para separar a parte aérea do sistema radicular foi utilizado um bisturi. Depois, os materiais foram acondicionados dentro de sacos de

papel, devidamente identificados e levados para uma estufa de circulação de ar forçado, com temperatura de 70°C por 72 horas, até peso constante. Em seguida, os materiais foram novamente pesados para obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca do sistema radicular (MSSR).

3.10 Análises estatísticas

Primeiramente todos os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, conforme esquema apresentado na Tabela 4.

Os resultados obtidos com os experimentos em que os tratamentos eram de natureza qualitativa (tipos de substratos e volumes e formas de recipientes) foram submetidos ao teste de média através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados obtidos de natureza quantitativa (lâminas de irrigação) foram submetidos à análise de regressão. Os modelos de regressão testados foram: o linear, o exponencial e o polinomial quadrático. As equações que melhor se ajustaram aos dados foram eleitas com base na significância dos coeficientes de regressão e no valor mais elevado do coeficiente de determinação (R^2).

TABELA 4 - Esquema da análise de variância, realizada nos experimentos lâmina de irrigação, volumes de substrato e volumes e formas de recipientes.

FV	GL	QM
Tratamentos (T)	t-1	SQ_T / GL_T
Blocos (B)	r-1	SQ_B / GL_B
Resíduo (R)	(t-1)·(r-1)	SQ_R / GL_R
Total		

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

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos aplicativos Microsoft Office Excel (2007) e SAEG 9.0-UFV.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I: Lâminas de Irrigação

A evaporação total de água do mini tanque instalado no interior da estufa e do tanque Classe “A” instalado na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará, durante os 20 dias em que foram aplicados os tratamentos de lâminas de irrigação, foi 50,45 e 134,30 mm, respectivamente.

Os resultados da análise de variância, realizada sobre as variáveis estudadas, encontram-se registrados na Tabela 5. De acordo com os resultados, as lâminas de irrigação influenciaram significativamente todas as variáveis avaliadas, ao nível 5% de probabilidade, conforme o teste F.

Tabela 5 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de bastão do imperador em função das lâminas de irrigação, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		AM (cm)	NF	DP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (g)	MSSR (g)
Tratamento	4	13,00 *	0,72 *	0,03 *	2,34 *	1,63 *	0,02 *	0,0050 *
Bloco	4	0,37 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Resíduo	16	0,39	0,07	0,005	0,17	0,14	0,0008	0,0005

CV (%)	9,97	7,79	16,01	19,25	27,08	16,13	25,60
--------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo($p > 0,05$)

No período de diferenciação dos tratamentos do 31° ao 50° DAT, as lâminas de irrigação correspondentes aos tratamentos L25% da E_{MT} , L50% da E_{MT} , L75% da E_{MT} , L100% da E_{MT} e L125% da E_{MT} foram de 12,61; 25,23; 37,84; 50,45 e 63,06 mm, respectivamente.

A partir da análise de regressão, verificou-se que o modelo polinomial de 2ª ordem, com $R^2=0,73$, foi o que melhor relacionou a altura das mudas com as lâminas de irrigação. De acordo com a equação obtida (Figura 14), a lâmina de irrigação que proporcionou a maior (AM) altura da muda (7,25 cm) foi correspondente a 93,5% da E_{MT} . Nota-se que as lâminas inferiores a que proporcionou a maior altura da muda não forneceram suprimento hídrico adequado às mudas e as lâminas superiores, possivelmente em função do excesso de água, provocando uma menor aeração, afetando o desenvolvimento das mesmas.

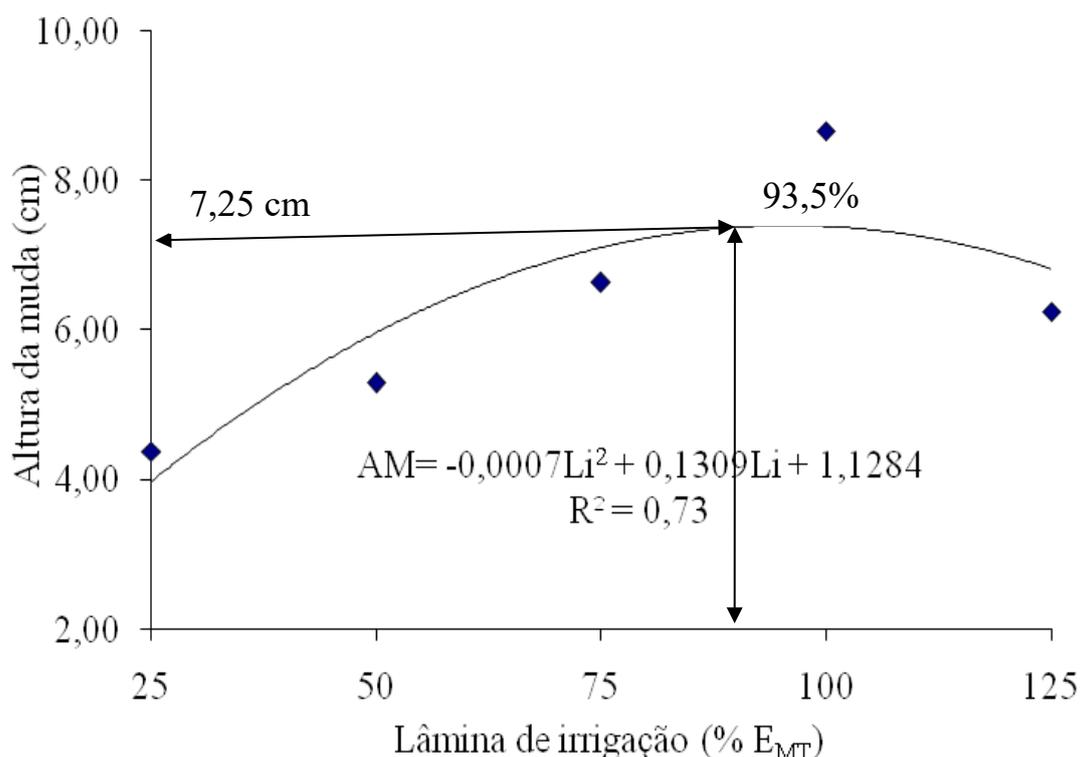


FIGURA 14 - Altura da muda (AM) de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li), Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, Ceará, 2009.

Dobashi et al. (1998), avaliaram o efeito de diferentes níveis de deficiência hídrica (40, 60, 80 e 100 % da água consumida) sobre a cultura da boca de leão (*Antirrhinum majus*). Concluindo que a maior lâmina aplicada, que correspondia à reposição integral da água (100%), proporcionou as maiores e melhores inflorescências.

A partir da análise de regressão do número de folhas em função da lâmina de irrigação, verificou-se que o modelo que melhor se ajustou aos dados obtidos foi o polinomial de 2ª ordem apresentando um coeficiente de determinação (R^2) de 0,87. De acordo com a equação de regressão obtida (Figura 15), a lâmina que proporcionou o maior número de folhas (3,67) foi correspondente a 109,42% da E_{MT} . De acordo com o gráfico, os valores inferiores e superiores a lâmina que proporcionou melhor desenvolvimento causou redução no número de folhas, possivelmente, devido tanto ao déficit quanto ao excesso hídrico, respectivamente.

De acordo com Raven et al. (2001), citados por Rocha (2007), o excesso de água compromete os processos de fotossíntese e respiração, afetando de forma negativa o desenvolvimento das plantas, justificando a diminuição do crescimento a medida que se aumenta o volume de água aplicado a partir da lâmina de irrigação ótima, que proporciona a altura máxima da muda.

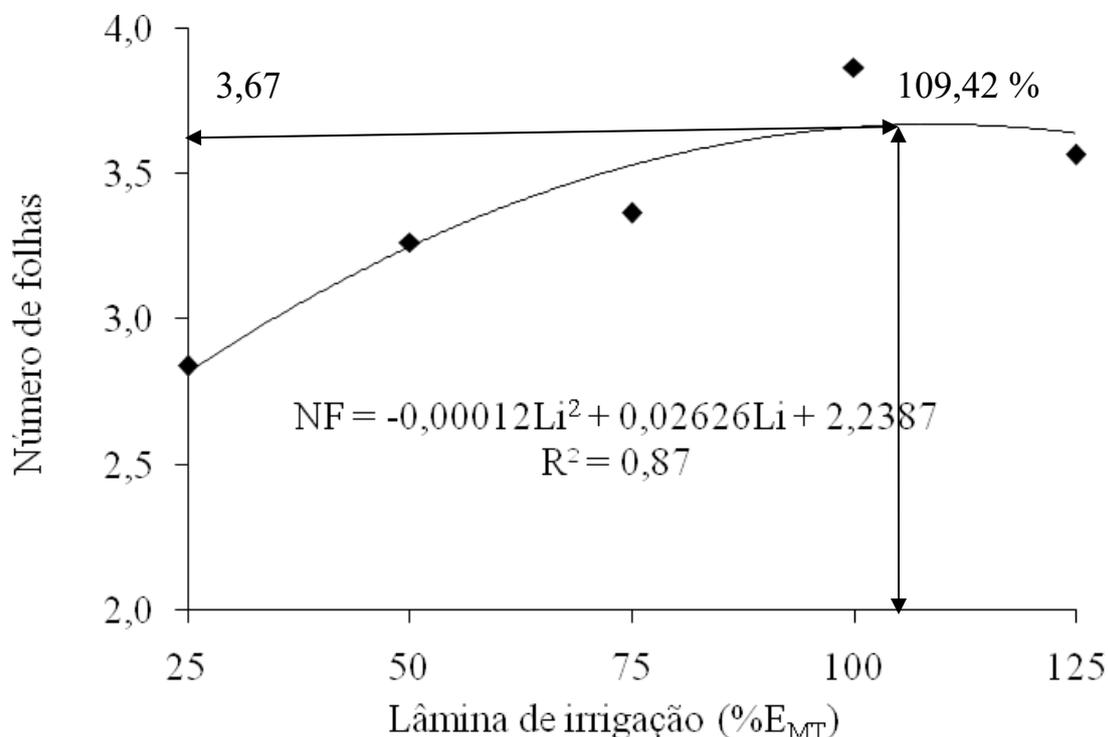


FIGURA 15 - Número de folhas (NF) das mudas de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li), Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, Ceará, 2009.

Sendo a água um fator limitante para o desenvolvimento do vegetal, tanto o excesso quanto a escassez podem afetar o crescimento, sanidade e a produção. De acordo com Miranda e Pires 2001, a maneira correta de manter adequado o estado hídrico das plantas é através do manejo da irrigação correto.

Entre os modelos testados para o diâmetro do pseudocaule (DP) em função da lâmina de irrigação (Figura 16), o que melhor se ajustou aos dados foi o polinomial de 2ª ordem ($R^2=0,53$).

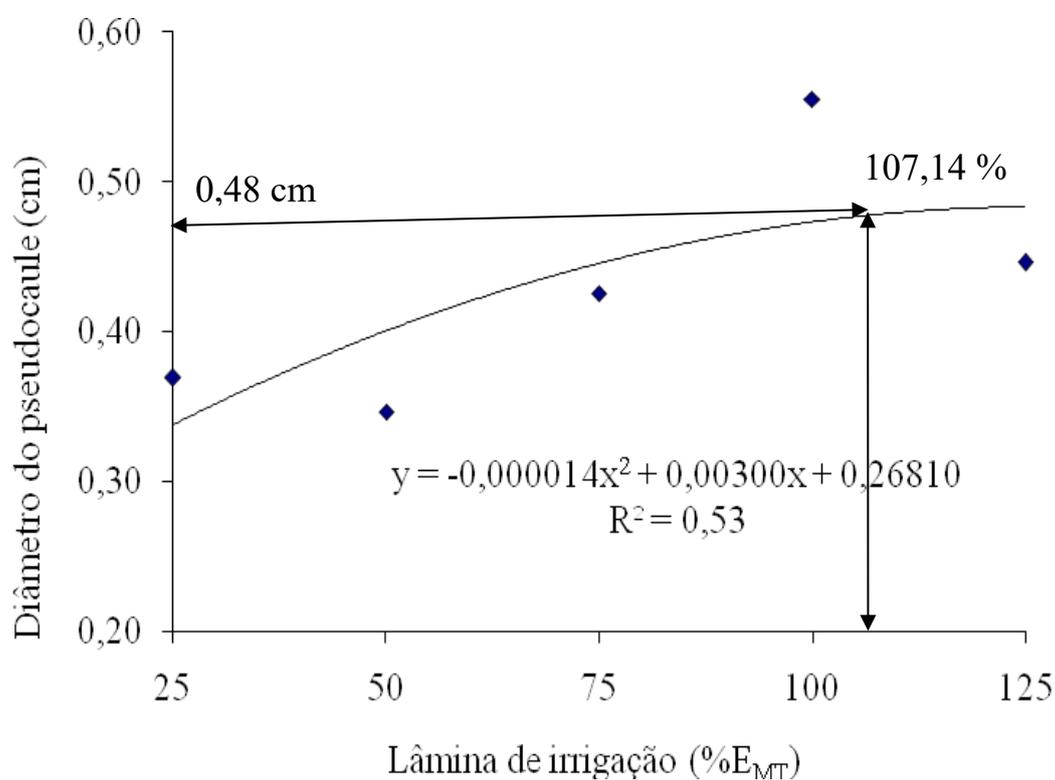


FIGURA 16 - Diâmetro do pseudocaule (DP) das mudas de bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li), Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, Ceará, 2009.

A partir da equação obtida, a lâmina de 107,14% da E_{MT} que proporcionou o diâmetro máximo do pseudocaule, foi de 0,48 cm. Lâminas menores e maiores que 107,14% da E_{MT} , ocasionaram diminuição do DP, fato esse

causado por déficit ou excesso hídrico, os quais prejudicaram o desenvolvimento da muda.

A partir das análises de regressão para MFPA e MFSR, verificou-se que o modelo polinomial de 2ª ordem, foi o que melhor se ajustou aos dados, com R^2 de 0,81 e 0,89 respectivamente (Figuras 17 e 18).

De acordo com a equação de regressão obtida, à lâmina correspondente a 96,82% da E_{MT} , foi a que proporcionou o melhor resultado para a MFPA (2,83g). Já em relação à variável MFSR, de acordo com a equação obtida, a lâmina correspondente 103,47% da E_{MT} foi a que proporcionou melhor resultado (1,95g).

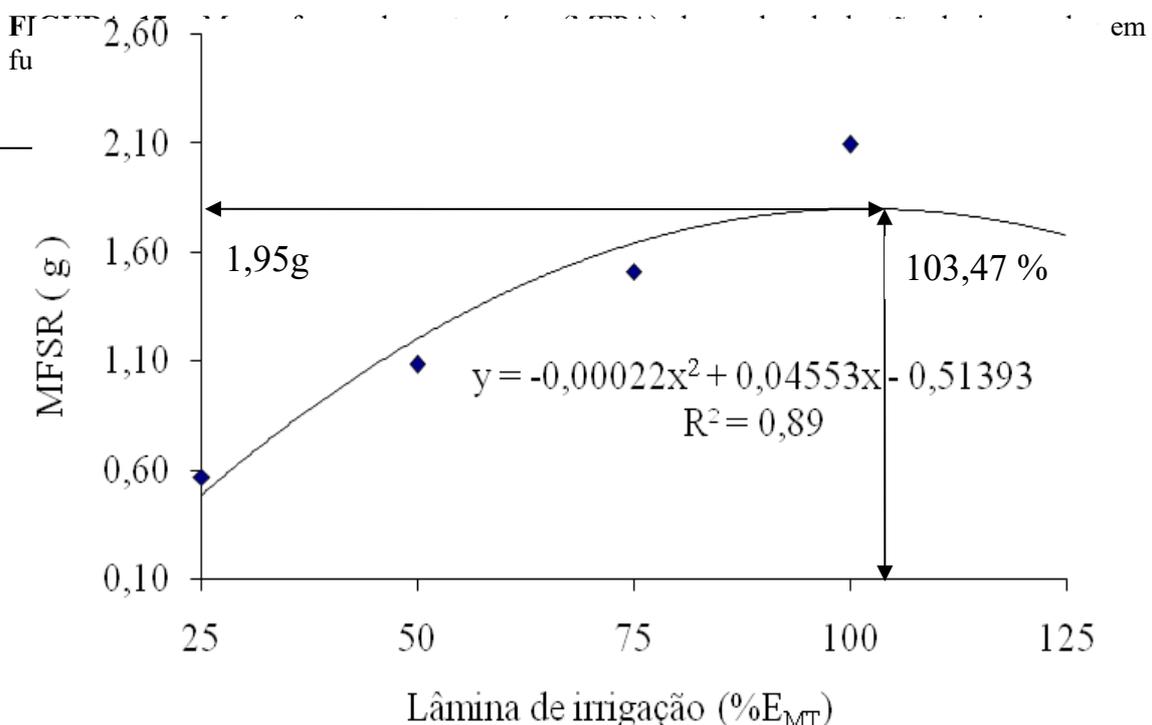
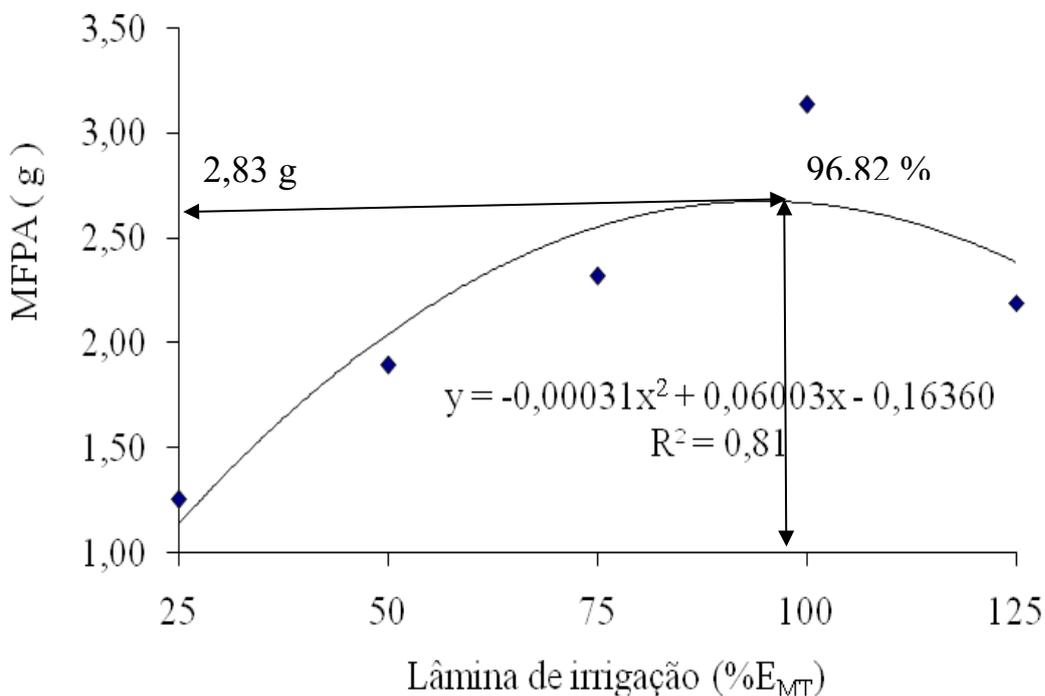


FIGURA 18 - Massa fresca do sistema radicular (MFSR) das mudas do bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li), Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, Ceará, 2009.

Os valores mais elevados de massa fresca da parte aérea (MFPA) e do sistema radicular (MFSR), alcançados com o aumento da lâmina de irrigação, ocorreu, possivelmente, pela maior disponibilidade hídrica às folhas e raízes das plantas. De acordo com Felipe (1979), o estado de umidade do meio determina a variação do conteúdo de água nos tecidos das plantas. Deste modo, em condição de maior disponibilidade de água, há um aumento do teor de água em seus tecidos e, com isso, acumula mais matéria fresca. Na outra extremidade, observa-se que as menores lâminas proporcionaram reduzidos valores de massa fresca da parte aérea e do sistema radicular. Esse fato pode ser explicado tanto pelo menor teor de água nos tecidos, como pelo pequeno desenvolvimento aéreo a das raízes.

A ocorrência de menor massa foliar e raízes, assim como nas outras variáveis analisadas, nos tratamentos com menor lâmina aplicada se justificam por meio da análise das relações hídricas na planta. De acordo com Paiva et al., (2005), o decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos, bloqueando o fluxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados. Por outro lado, a planta responde positivamente às condições mais favoráveis de água no solo, mantendo taxas fotossintéticas elevadas, proporcionando uma maior produção de fotoassimilados, implicando em maiores produções de matéria fresca.

Observa-se nas Figuras 19 e 20, os resultados da análise de regressão em função da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca do sistema radicular (MSSR). O modelo polinomial de 2ª ordem foi o que melhor se ajustou aos dados, com R² de 0,76 e 0,93 respectivamente.

De acordo com a equação de regressão obtida, à lâmina correspondente a 91,67% da E_{MT} , foi a que proporcionou o maior valor de MSPA (0,21g). Já para a MSSR, de acordo com a equação obtida, a lâmina correspondente a 87,50 % da E_{MT} , foi a que proporcionou melhor resultado (0,12g).

Azevedo et al. (2008) avaliando o efeito de diferentes lâminas de irrigação quando a aclimatizou mudas micropropagadas de abacaxi ornamental, verificou que houve uma resposta linear crescente da massa seca da parte radicular com o aumento da lâmina de água, ou seja, quanto maior a quantidade de água aplicada, maior o acúmulo de massa seca nas raízes da cultura. Comportamento idêntico foi observado por Sindeaux et al. (2009), ao aclimatizar mudas micropropagadas de bananeira Pacovan (*Musa* spp.) na região litorânea do Estado do Ceará, testando níveis de irrigação idênticos aos avaliados no presente experimento, e verificou um crescimento mais acentuado, tanto da massa seca da parte aérea quanto do sistema radicular com o aumento da lâmina de irrigação.

Galbiatti et al. (2005), avaliando o efeito de três lâminas de irrigação (50, 100 e 150 % da evaporação do Tanque Classe A) no crescimento inicial de mudas de citros (*Citrus limonia* e *Citrus volkameriana*), cultivadas em casa de vegetação e nas condições climáticas de Jaboticabal-SP, também observaram que a espécie *Citrus limonia* apresentou o maior acúmulo de massa seca radicular e da parte aérea, quando irrigada com a maior lâmina d'água.

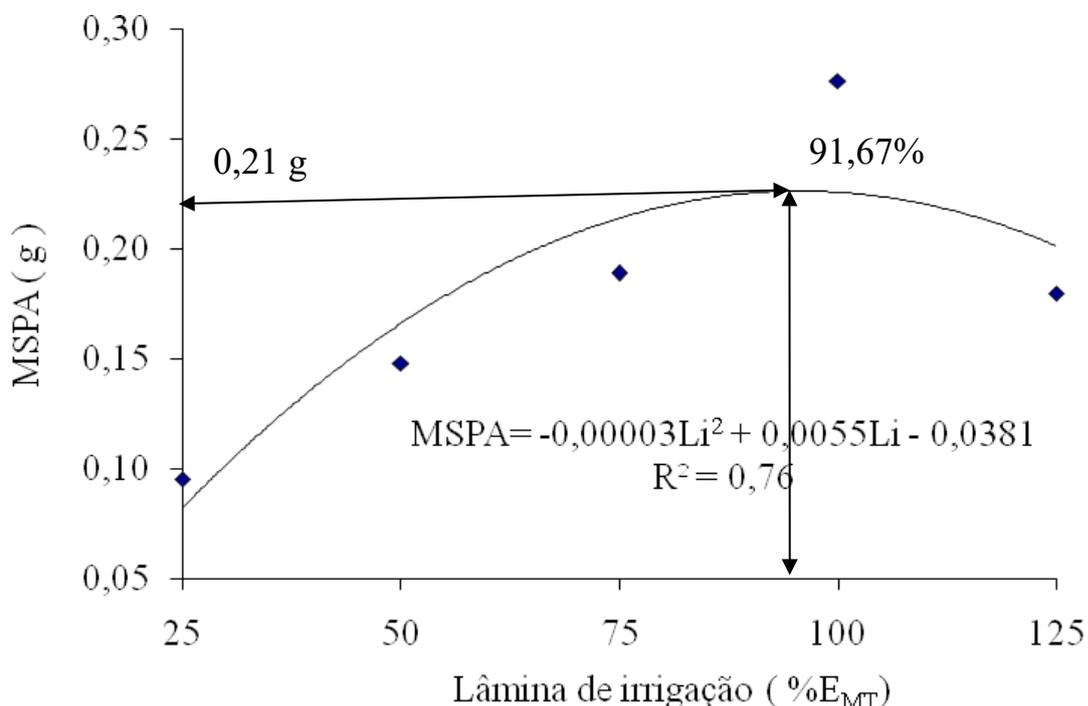


FIGURA 19 - Massa seca da parte aérea (MSPA) das mudas do bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

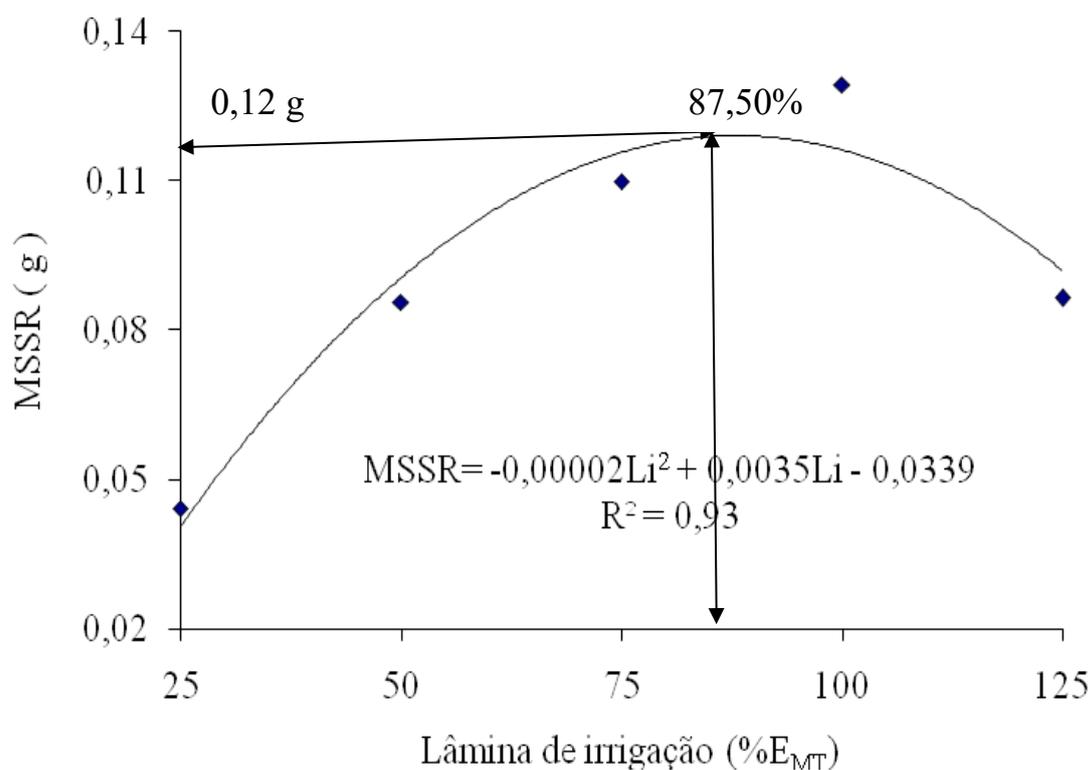


FIGURA 20 - Massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas do bastão do imperador em função da lâmina de irrigação (Li), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

4.2 Experimento II: Tipos de Substratos

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados da análise de variância, realizada sobre as variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaule (DP), aos 31 DAT. Observa-se que os diferentes tipos de substrato

influenciaram significativamente todas as variáveis analisadas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaulo (DP) das mudas do bastão do imperador em função dos tipos de substratos, aos 31 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		AM (cm)	NF	DP (cm)
Tratamento	4	6,33*	2,36*	0,03*
Bloco	4	0,99 ^{ns}	0,05*	0,003 ^{ns}
Resíduo	16	0,34	0,10	0,002
CV (%)		13,32	13,30	13,32

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo($p > 0,05$)

Na Tabela 7 estão dispostos os valores médios das variáveis estudadas em função dos substratos testados: bagana da carnaúba + húmus (BC+H), pó-de-coco verde + húmus (PCV+H), casca de arroz carbonizada + húmus (CAC+H), vermiculita + húmus (V+H) e Plantmax[®] (P[®]).

Observa-se que aos 31 DAT, o P[®] apresentou os melhores resultados em todas as características avaliadas, AM (6,15), NF (3,37), DP (0,46), e a CAC+H, apresentou os piores resultados, dentre os demais tratamentos.

Tabela 7 - Valores médios das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaulo (DP) das mudas de bastão do imperador em função dos tipos de substratos, aos 31 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Tratamentos	AM (cm)	NF	DP (cm)
BC + H	3,85 BC	2,48 B	0,37 A
PCV + H	4,44 B	2,30 B	0,39 A

CAC + H	3,09 C	1,43C	0,26 B
V + H	4,38 B	2,47 B	0,39 A
P [®]	6,15 A	3,37 A	0,46 A
Média	4,38	2,40	0,37

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Estes resultados concordam com os de Moreira (2001), que obteve melhores resultados com o Plantmax[®] para mudas micropropagadas de abacaxizeiro cv. Pérola e com os de Fráguas (2003) ao estudar a Figueira cv. Roxo de Valinhos. Devido às boas características químicas e físicas dos substratos as plantas se desenvolveram adequadamente, resultando em maior massa fresca e seca da parte aérea. Segundo Hoffmann (1999), o Plantmax[®] apresenta características que favorecem o crescimento das mudas após emissão das raízes adventícias devido às: propriedades físicas (porosidade, textura, drenagem e baixa compactação) e químicas (presença de nutrientes e pH adequado ao desenvolvimento da muda).

O efeito positivo do uso do substrato Plantmax[®] foi observado no crescimento da parte aérea de mudas de amoreira-preta cv. Cherokee, durante a fase de aclimação (VILLA et al. 2006). Chaves et al. (2006) também destacam como melhores substratos para aclimação de plantas de physalis o Plantmax[®] e a combinação de Plantmax[®] + vermiculita.

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados da análise de variância realizada sobre as variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) aos 50 DAT. Observa-se que os diferentes substratos influenciaram significativamente todas as variáveis analisadas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 8 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) de mudas do bastão do imperador em função de tipos de substratos, aos 50 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		AM (cm)	NF	DP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (g)	MSSR (g)
Tratamento	4	30,66 *	3,19 *	0,04 *	15,44 *	6,67 *	0,018 *	0,01 *
Bloco	4	1,70 *	0,16 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,20 *	0,007 ^{ns}	0,0009 ^{ns}

Resíduo	16	0,55	0,32	0,04	0,28	0,05	0,003	0,0008
CV (%)		9,19	15,65	11,67	13,05	16,22	20,62	31,22

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo (p > 0,05)

Na Tabela 9 estão dispostos os valores médios das variáveis estudadas em função dos substratos avaliados. Observa-se que os diferentes tipos de substratos influenciaram todas as características avaliadas, havendo diferença significativa entre os tratamentos ao nível de significância a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para as variáveis: altura da muda (AM), número (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) se observam que os melhores resultados foram obtidos com o uso do substrato comercial Plantmax[®]. Já o substrato PCV+H, foi o que proporcionou pior resultado, este fato pode ser devido ao alto valor de tanino contido neste substrato, que pode influenciar negativamente no desenvolvimento da muda. O fato do Plantmax[®] ter apresentado os melhores resultados, pode estar relacionado a uma maior disponibilidade de nutrientes nos substratos comerciais, pois estes são enriquecidos com nutrientes na sua formulação.

Tabela 9 - Valores médios das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) de bastão do imperador em função de tipos de substratos, aos 50 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Tratamentos	AM (cm)	NF	DP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (g)	MSSR (g)
BC+H	8,00 B	4,00 AB	0,49 A	4,11 BC	1,01 BC	0,31 B	0,06 B
PCV+H	4,60 C	2,60 C	0,35 B	1,37 D	0,66 C	0,11 C	0,05 B
CAC+H	8,20 B	3,08 BC	0,37 B	3,76 C	1,13 B	0,28 B	0,07B
V+H	8,22 B	3,85 AB	0,48 A	5,06 AB	0,88 BC	0,30 B	0,08 B
P [®]	11,60 A	4,63 A	0,57 A	6,07 A	3,47 A	0,47 A	0,18 A
Média	8,12	3,63	0,45	4,07	1,43	0,29	0,09

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Analisando o diâmetro do pseudocaule (DP), observa-se que o melhor resultado foi obtido utilizando os substratos P[®], V+H e BC+H, os quais não diferiram entre si, e os piores resultados foram proporcionados pelos substratos PCV+H e CAC+H.

Observa-se que a presença do húmus de minhoca nos substratos com bagana da carnaúba e na vermiculita causou um melhor desenvolvimento do DP, os quais não diferiram estatisticamente do Plantmax[®].

Em termos absolutos o P[®] proporcionou maior NF e DP, mas estatisticamente o BC+H, V+H e P[®] foram iguais.

A combinação da vermiculita com húmus também proporcionou bons resultados, segundo Gonçalves e Benedetti (2000), a vermiculita é um componente mineral que proporciona excelentes condições de aeração e drenagem, e o húmus de minhoca é um componente orgânico que melhora as condições físicas do substrato, sendo rico em nutrientes. A bagana da carnaúba e o húmus de minhoca de acordo com Correia (2001) apresentam boa capacidade de agregação obtida com a combinação e a adequada retenção de umidade dos seus componentes o que pode ter propiciado os bons resultados obtidos.

Os principais efeitos dos substratos manifestam-se sobre as raízes, acarretando influências sobre o crescimento da parte aérea (HARTMANN et al., 1990). Essa afirmação pode ser entendida observando-se os resultados obtidos por Pio et al. (2005), com a utilização do Plantmax[®], que promoveu maior massa seca das raízes e conseqüentemente maior massa seca da parte aérea, em mudas de jabuticaba.

Bezerra et al (2006), usando vários materiais como substratos na produção de mudas de *Tagetes erecta*, obtiveram os menores valores para as variáveis testadas com os substratos com maior teor de pó-de-coco verde, material também usado nesse trabalho.

4.3 Experimento III: Volumes e formas de recipientes

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados da análise de variância para as variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) diâmetro do pseudocaule (DP), aos 31 DAT. Observa-se que o emprego de diferentes volumes e formas de recipientes influenciaram significativamente as características altura da muda e diâmetro do pseudocaule, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Havendo diferença significativa para número de folhas.

TABELA 10 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaule (DP) das mudas de bastão do imperador em função do volume e forma dos recipientes, aos 31 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		AM (cm)	NF	DP (cm)
Tratamento	4	7,25*	0,19 ^{ns}	0,002*
Bloco	4	0,53 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,002*
Resíduo	16	0,19	0,60	0,0006
CV (%)		9,87	9,32	6,72

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo (p > 0,05)

Os valores médios das variáveis obtidas de acordo com os diferentes volumes e formas dos recipientes: copo pequeno (CP, 50 cm³), tubete pequeno (TP, 150 cm³), tubete grande (TG, 300 cm³) e vaso pequeno (VP, 450 cm³), podem ser visualizados na Tabela 11. De acordo com os resultados verifica-se que o maior valor observado em relação à altura da planta (AM), foi de 5,23 cm, proporcionado pelo vaso pequeno. O tubete grande proporcionou resultado próximo, (5,19 cm), não diferindo estatisticamente do VP. Já o menor valor (2,66 cm), foi observado com o copo pequeno.

Os diferentes volumes de recipientes não influenciaram no número de folhas (NF), que apresentou um valor médio de 2,63.

Em relação ao diâmetro do pseudocaule (DP), verificou-se que os melhores resultados foram obtidos com o tubete grande, vaso pequeno e tubete pequeno, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Os melhores resultados foram proporcionados pelo TG, (0,41 cm), VP (0,39 cm) e TP (0,39 cm), já o pior resultado foi obtido pelo CP, (0,35 cm). Os resultados das análises aos 31 DAT, demonstram que o desenvolvimento da planta foi pior quando foi utilizado o recipiente de menor capacidade volumétrica.

TABELA 11 - Valores médios das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF) e diâmetro do pseudocaule (DP) das mudas de bastão do imperador em função do volume e forma dos recipientes, aos 31 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Tratamentos	AM (cm)	NF	DP (cm)
CP	2,66 C	2,53 A	0,35 B
TP	4,39 B	2,40 A	0,39 AB
TG	5,19 AB	2,80 A	0,41 A
VP	5,23 A	2,80 A	0,39 AB
Média	4,37	2,63	0,39

As medias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Kampf (2000), em comparação com o cultivo a campo, onde as plantas dispõem de volume ilimitado para o crescimento de suas raízes, no cultivo em

recipientes o volume é reduzido, o que diminui a drenagem e a superfície de contato com a atmosfera, essencial para as trocas gasosas (CO₂ e O₂). A saturação dos poros com água e conseqüente déficit de oxigênio prejudica o bom desenvolvimento do sistema radicular. Ainda de acordo com este autor, a forma e o tamanho do recipiente influenciam na dinâmica da movimentação da água naquele restrito volume, devendo-se observar que, quanto menor a altura recipiente, mais fácil será a drenagem. Portanto, em recipientes mais baixos o substrato deve ser menos denso e mais poroso.

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados da análise de variância, realizada sobre as variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) aos 50 DAT em função do volume e da forma dos recipientes. Observa-se que o emprego de diferentes volumes e formas de recipiente influenciaram significativamente em quase todas as variáveis analisadas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. A exceção ocorreu com a variável MSSR, que não apresentou diferença significativa.

TABELA 12 - Análise de variância com níveis de significância das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas de bastão do imperador em função do volume e forma dos recipientes, aos 50 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Fonte de		Quadrado Médio						
variação	GL	AM (cm)	N F	DP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (g)	MSSR (g)
Tratamento	3	22,45 *	3,14 *	0,01 *	34,61 *	6,53 *	0,15 *	0,002 ^{ns}
Bloco	4	1,12 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Resíduo	12	0,35	0,22	0,001	0,18	0,12	0,002	0,0007
CV (%)		8,84	14,08	8,40	12,76	18,05	21,38	26,90

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo (p > 0,05)

Os valores médios das variáveis estudadas, em função dos diferentes volumes e formas de recipientes aos 50 DAT, estão dispostos na Tabela 13. Observa-se que os maiores valores de AM, NF, DP, MFPA, MFSR e MSPA, foram obtidos com o uso do recipiente de maior capacidade volumétrica VP (450 cm³). Os menores valores foram obtidos com o tratamento CP (50 cm³).

De acordo com os resultados observados, verificou-se que quanto maior o volume do recipiente utilizado, maior o desenvolvimento da muda, isso devido ao maior

volume de substrato, maior quantidade de água e nutrientes, maior espaço para a expansão do sistema radicular e conseqüentemente aumento na absorção de nutrientes.

TABELA 13 - Valores médios das variáveis: altura da muda (AM), número de folhas (NF), diâmetro do pseudocaule (DP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) das mudas de bastão do imperador em função do volume e forma dos recipientes, aos 50 DAT, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 2009.

Tratamentos	AM (cm)	NF	DP (cm)	MFPA (g)	MFSR (g)	MSPA (g)	MSSR (g)
CP	4,29C	2,41C	0,36 C	1,17 C	0,19 B	0,08 C	0,08 A
TP	6,44 B	3,23 BC	0,46 B	2,33 B	0,19 B	0,19 B	0,09 A
TG	6,50 B	3,47 AB	0,50 B	2,56 B	0,20 B	0,20 B	0,09 A
VP	9,45 A	4,33 A	0,61 A	7,14 A	0,49 A	0,49 A	0,13 A
Média	6,67	3,36	0,48	3,30	0,21	0,24	0,10

*As medias seguidas de mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

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 da muda, peso da massa seca da parte aérea e, também, maior área foliar das plântulas.

Os resultados obtidos estão de acordo com vários autores como: Barros et al., (1978); Reis et al., (1989); Santos et al., (2000); Almeida et al., (2002); Samôr et al., (2002); Malavasi & Malavasi, (2003); Paulino et al., (2003); Freitas et al., (2005); Bomfim, (2006); Rocha, (2007). Em todos estes trabalhos, os autores verificaram que recipientes de menor volume são responsáveis pela diminuição no desenvolvimento das mudas em viveiro e de plantas no campo, devido, principalmente, à restrição no desenvolvimento radicular causada pelo volume reduzido do recipiente.

Segundo Gonzáles (1988), existe certa contradição quanto à utilização de recipientes grandes e pequenos. Os recipientes grandes, apesar de proporcionarem um melhor desenvolvimento das mudas, acabam gerando, devido às suas 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, no entanto, deve-se objetivar o plantio de acordo com o mercado e com as condições do produtor, portanto a utilização do recipiente maior só é vantajosa quando o custo não for um fator limitante.

5 Conclusões

5.1 Experimento I: Lâminas de irrigação

A aclimatização de mudas de bastão do imperador cv. Porcelana em ambiente protegido, nas condições do estudo, deve ser realizada com a lâmina de irrigação correspondente a 100% da evaporação de água do mini tanque instalado no interior do ambiente protegido.

5.2 Experimento II: Tipos de Substratos

O melhor desenvolvimento das mudas de bastão do imperador foi proporcionado quando se utilizou o substrato comercial Plantmax[®]. Dessa forma, é possível estudar outros substratos ou combinações com a finalidade de não ocorrer dependência comercial pelo produtor, e que possam proporcionar desenvolvimento similar das mudas.

5.3 Experimento III: Volume e forma de recipiente

As mudas de bastão do imperador tiveram melhor desenvolvimento quando se utilizou o recipiente de maior capacidade volumétrica, (450 cm³).

REFERÊNCIAS

ABAD, M.; NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: CADAHIA, C. (Ed.) **Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p. 287-342.

ALMEIDA, E.A.V.B.; MUTTON, M.A.; OLIVEIRA, J.C. Formação inicial de lavoura cafeeira proveniente de mudas produzidas em tubetes e saquinhos plásticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 28., 2002, Caxambú, MG. **Anais...** Rio de Janeiro: MAPA/PROCAFÉ, 2002. p. 421-423.

ALVES, M. O.; COELHO, J. D. Tecnologia e relações sociais de produção no extrativismo da carnaúba no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006. 9 p. 1 CD-ROM.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de plantas em ambiente protegido. In: BARBOSA, J. G.; MARTINEZ, H. E. P.; PEDROSA, M. W.; SEDIYAMA, M. A. N. (Ed.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p. 4-36.

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1999. 142 p.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I; UCHOA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: UFC, 1993. 248 p.

AQUINO, B. F. **Conceitos fundamentais em fertilidade do solo**. Fortaleza: UFC, 2004. 182 p. Apostila.

ARAÚJO, J. A. C. **Recentes avanços da pesquisa agronômica na plasticultura brasileira**. In: ARAUJO, J.A.C.; CASTELLANE, P.D. (Eds.) **Plasticultura**. Jaboticabal. FUNEP, 1991. p. 41-52.

ASSIS, S. M. P., MARINHO R. R. L., GONDIM Jr., M. G. C., MENEZES, M. & ROSA, R. C. T. **Doenças e pragas de helicônias**. Diseases and pests of heliconias. Recife: UFRPE. 2002. 98 p.

AZEVEDO, B. M.; BOMFIM, G. V.; CARVALHO, A. C. P. P.; GODIM, R. S.; VIANA, T. V. A. Aclimatização *ex vitro* de abacaxizeiro ornamental com diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 3, p. 289-309, 2005.

BARROS, N. F.; BRANDI, R. M.; COUTO, L.; REZENDE, G. C. Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, no viveiro e no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 141-151, 1978.

BARROS, S. B. M.; **Avaliação de recipientes na produção de mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e pepino (*Cucumis melo* L.)**. 1997, 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo (ESALQ), Piracicaba, 1997.

BATALHA, M. O; BUAINAIN, A. M. **Cadeias produtivas de flores e mel**. Brasília: IICA: MAPA/SPA, 2007.

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

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

BEZERRA, F. C.; SILVA, T C.; FERREIRA, F. V. M.; ARAÚJO, D. B. Produção hidropônica de mudas de tomate em substratos à base de resíduos orgânicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2009. Vitória/ ES. **Anais...** Vitória/ ES: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 15-18.

BEZERRA, F. C.; LIMA, A.V. R.; Araújo, D. B.; CAVALCANTI JÚNIOR, A.T. **Produção de mudas de *Tagetes erecta* em substratos à base de casca de coco verde**. In: V Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas, 2006, Ilhéus, BA, v. 1, p. 130.

BEZERRA, F. C.; LOGES, V. Zingiberaceae. In: TERAPO, D.; CARVALHO, A. C. P. P.; BARROSO, T. C da S. F.(eds). **Flores tropicais**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. 225 p.

BRUNINI, O. Evapotranspiração de comunidades vegetais. Instituto Agrônomo de

Campinas. **Boletim Técnico**, 2002.

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

BONGA, J. M.; DURZAN, D. J. (Eds). **Tissue culture in forestry**. 2.ed. Dordrecht : Martinus Nijhoff Publischers, 1985. p. 231-55.

BRAINER, M. S. C.; OLIVEIRA, A. A. P. Perfil da floricultura no Nordeste brasileiro. In: XLIV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA RURAL - SOBER, 2006. Fortaleza/CE. **Anais...**Fortaleza/ CE: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2009. p. 65-68.

BRAINERD, K. E.; FUCHIGAMI, L. H. Acclimatization of aseptically cultured plants to low relatively humidity. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 4, p. 515-518, 1981.

CALDAS, L. S.; HARIDASAN, P.; FERREIRA, E. M. Meios nutritivos. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF; Embrapa-SPI: Embrapa-CNPH, 1998. p. 87-132.

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

CASTILLO, F. C. Seminário sobre plásticos em agricultura: acolchados, tuneles y invernaderos. In: CURSO INTERNACIONAL DE HORTICULTURA INTENSIVA (COMESTIBLE Y ORNAMENTAL) EM CLIMAS ARIDOS, 1985, Murcia, **Anais...** Murcia: Ministério de Agricultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias (INIA). v.2. 1985.

CASTRO, E. E. F. **Heliconia para exportação: Aspectos Técnicos da Produção**. Brasília, 1995. MAARA-DAS-FRUPEX/ISPI. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 16).

CASTRO, C. E. F. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 4, n. 1/2, p. 1-46, 1998.

CHAVES, A. C.; ERIG, A. C.; SILVA, L. C. DA; SCHUCH, M. W. **Aclimação de plântulas de *Physalis peruviana* L.** Toda Fruta, 2006.

CHAN, E. W. C.; LIM, Y. Y.; LING, S. K.; TAN, S. P.; LIM, K. K.; KHOO, M. G. H. Caffeoylquinic acids from leaves of *Etilingera* species (Zingiberaceae). **Food Science and Technology**. 2009, v. 42, p. 1026-1030.

CORDÃO TERCEIRO NETO, C. P. **Efeito da concentração da solução nutritiva e do substrato na aclimatização de plantas micropropagadas de violeta**. 2004. 51 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CORREIA, D.; BORGES, N. S. S.; LIMA, R. N. Multiplicação e enraizamento *in vitro* de brotos de abacaxi ornamental (*Ananas porteanus* Hort Veitch ex. C. Koch). In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE BIOTECNOLOGIA VEGETAL, 4., 2001. Goiânia. **Resumos...** Goiânia: REDBIO, 2001. p. 4.

COSTA, P. C. **Produção do tomateiro em diferentes substratos**. 2003. 119 p. Tese (Doutorado em Solos) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, São Paulo, 2003.

DOBASHI, A. M.; CARVALHO, J. de A.; PEREIRA, G. M.; RODRIGUES, L. dos S. Avaliação do crescimento da boca de leão (*Antirrhinum majus*) submetida a diferentes níveis de deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.1, p. 100-102.

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

DOUGLAS, J. S. **Hidroponia: cultura sem terra**. São Paulo: Nobel, 1987. 141 p. ESALQ/USP, CEA - ESALQ/USP, SBM. 1996. 1 CD.

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. 2009.

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

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R., QUAGGIO, J. A. & MINAMI, K. (Coords.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p. 29-37.

FERMINO, M. H.; BELLÉ, S. Substratos hortícolas. In: _____. **Plantas Ornamentais: Aspectos da produção**. Passo Fundo: EDIUBE, 2000. p. 29-40.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FLORES TROPICAIS. **Exportações dos produtos da floricultura brasileira**. Disponível em: <<http://www.florestropicais.net/2009/07/08/exportacoes-da-floricultura-acesa-a-luz-vermelha>>. Acesso em: 28 de Set. 2009.

FOLEGATTI, M.V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F. Greenhouse irrigation water depths in relation to rose stem and bud qualities. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 465-468, 2001.

FONTENO, W. C.; CASSEL, D. R.; LARSON, R. A. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 6, p. 736-741, 1981.

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, 1996. p. 93-122.

FRÁGUAS, C.B. **Micropropagação e aspectos da anatomia foliar da figueira ‘Roxo-de-Valinhos’ em diferentes ambientes**. 2003. 95 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

FRANÇA, C.A.M.; MAIA, M. B. R.; **Panorama do agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil**. In: XLVI CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, Rio Branco /Acre, 2008. **Anais...** Rio Branco /Acre. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.

FREITAS NETO, F. R.A. **Floricultura no ceará: Serviço de apoio às micro e pequenas empresas do estado do ceará**. Biblioteca SEBRAE. Fortaleza, 2006.

FREITAS, A. S. de; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. de A.; PENCHEL, R. M.; LAMÔNICA, K. R.; FERREIRA, D. de A. Desempenho radicular de mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 853-861, 2005.

FURLAN, R. A. **Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em Cultivo protegido**. Fortaleza: Secretaria da Agricultura Irrigada, 2002. 38 p. (Agricultura Irrigada do Ceará, v. 3, n. 5).

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

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

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

GOMES, J. A. F; CAVALCANTE, A. C. R; LEITE, E. R; BOMFIM, M. A. D; FONTENELES; FURTADO, A. O; PEREIRA, M. S. C. **Avaliação da Bagana de Carnaúba na Terminação de Ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2007. 4 p. (Embrapa Caprinos. Comunicado Técnico, 77).

GONÇALVES, A. L. Recipientes, embalagens e acondicionamentos de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. (Ed.). **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. 135 p.

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

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000.

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

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: ABCTP/EMBRAPA-CNPH, 1990. p. 99-170.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF; Embrapa-SPI: Embrapa-CNPH, 1998. p. 183-260.

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

HANDRECK, K.; BLACK, N. **Growing media for ornamental plants and turf**. Sydney: University of New South Wales Press, 1999. 448 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T. **Plant propagation: principles and practices**. 5. ed. New York: Prentice Hall, 1990. 647p.

HOFFMANN, A. **Enraizamento e aclimatização de mudas micropropagadas da porta-enxertos de macieira Marubakaido e M-26**. 1999. 240 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

IMENES, S. D. L., ALEXANDRE, M. A. V. **Pragas e doenças em plantas ornamentais**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Instituto Biológico, 2001. CD-ROM.

JÚNIOR, J. A. H. C. **Efeitos de níveis de irrigação na cultura da roseira variedade "iracema" cultivada em ambiente protegido**. 2007. 59 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

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

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

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

KLAR, A. E. A. **Água no sistema solo-água-planta-atmosfera**. 2ed. São Paulo: Nobel, 1988. 408 p.

KLEIN, V. A.; CAMARA, R. K.; SIMON, M. A.; DIAS, S. T. Casca de arroz carbonizada como condicionador de substrato. In: FURLANI, A. M. C. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p. 95. (Documentos IAC, 70).

KOIDE, R. T.; LANDHERR, L. L.; BESMER, Y. L.; DETWEILER, J. M.; HOLCOMB, E. J. Strategies for mycorrhizal inoculation of six annual bedding plant species. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 7, p. 1217-1220, 1999.

LAMAS, A. M. **Curso: Agente de desenvolvimento rural**. Tecnologia de produção pós-colheita. Maceió-Alagoas, 2005, 76 p.

LAMAS, A. M. **Floricultura Tropical: Técnicas de cultivo**. Recife. SEBRAE/PE, 2002, 88 p.

LEMLE, M. **Fibra de coco verde substitui o xaxim ameaçado de extinção**. Boletim FAPERJ, Rio de Janeiro, 2005.

LINS S. R. O.; COELHO R. S. B. Ocorrência de doenças em plantas ornamentais tropicais no Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 332-335, 2004.

LOGES, V.; TEIXEIRA, M. do C. F.; CASTRO, A. C. R. de; COSTA, A. S. da. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 699-702, 2005.

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

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais do Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. Nova Odessa: Plantarum, 1995. 720 p.

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

LOPES, S. C.; LAMEIRA, O. A.; FORTES, G. R. L.; NOGUEIRA, P. C.; PINTO, J. E. B. P. Enraizamento *in vitro* de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Cerne**, Lavras, v. 1, p. 124-128, 2001.

LOPES, P. S. N.; RAMOS, J. D.; CARVALHO, J. G. de.; MORAIS, A. R. de. Efeito da adubação nitrogenada e substratos no crescimento de mudas de maracujazeiro azedo em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1996, Curitiba-PR. **Resumos ...** p. 342.

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

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Efeito do tubete no crescimento inicial de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab ex steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 211-218, 2003.

MATEO-SAGASTA, L. A. Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. Madrid: **Ediciones Mundi- Prensa**, p. 89-94, 1990.

MELO, B.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Tipos de fertilizações e diferentes substratos na produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS. 25., 1999. Franca, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro IBG/GERCA, 1999. p. 178-179.

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.

MENEZES JUNIOR, F. O. G.; MARTINS, S. R.; DUARTE, G. B.; FORTES, D. F. Estimativa de evapotranspiração em ambiente protegido mediante a utilização de diferentes evaporímetros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA. 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis/ SC: SBA, 1999. p. 2130-2136.

MILNER, L. Manejo de irrigação em substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, Campinas. IAC, 2002. p. 45-51. **Anais...** Campinas: IAC, 2002.

MILNER, L. Water and fertilizers management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings...** Ribeirão Preto: ISCN, p. 108-111, 2001.

MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf, 1995. 128 p.

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

MOREIRA, M. A. **Produção e aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro *Ananas comosus* (L.) Merrill cv. Pérola**. 2001. 92 p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays if tobacco tissue cultures. **Physiology Plantarum**, Copenhagen. v. 25, n. 3, p. 473-97, 1962.

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

NOWEG, T.; ABDULLAH, A. R.; NIDANG, D. Forest plants as vegetables for communities bordering the Crocker Range National Park. ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation. **ARBEC**. 2003, p.1-18.

OLIVEIRA, A. A. P.; BRAINER, M. S.C. **Floricultura: Caracterização e mercado**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, v. 16, 180 p. 2007.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, p. 161-169, 2005.

PAIVA, H. N. de; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: UFV, 1995. 40 p. (UFV. Boletim, 322).

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, 2000. 56 p.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. de. **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras: UFLA, 2006. 104 p.

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

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

PASQUAL, M.; SILVA, C. R. de R. e. **Fruticultura comercial: Propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319 p.

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

PAULINO, A. F.; MEDINA, C. de C.; NEVES, C. S. V. J.; AZEVEDO, M. C. B. de; HIGA, A. R.; SIMON, A. Distribuição do sistema radicular de árvores de acácia negra oriundas de mudas produzidas em diferentes recipiente. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 605-610, 2003.

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

PIERIK, R. L. M. Handicaps for the large scale commercial application of micropropagation. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 230, p. 63-61, 1988.

PIO, R.; RAMOS, J. D.; GONTIJO, T. C. A.; CARRIJO, E. P.; MENDONÇA, V. PLANTAS ORNAMENTAIS, 1., 1992. Maringá. **Anais...** Maringá: SBFPO, 1992. p. 36

POLYSACK, **Transmissão e dispersão da radiação solar através de malhas tecidas de fios refletores e pretos**. Disponível em:< <http://www.polysack.com/files/.pdf>.> Acesso em: 11 out de 2009.

POULSEN, O. D. **Etiligera of Borneo**. Borneo: Natural History, 2006. 263 p.
PUCHALSKI, L. E. A.; KÄMPF, A. N. Efeito da altura do recipiente sobre a produção de mudas de *hibiscus rosa sinensis* L. em plugs. In: KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. (Eds.). **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 209-215.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906 p. RÊGO, J. L. **Efeitos de níveis de irrigação na cultura do crisântemo**. 2004. 55 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

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

REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.

ROCHA, E. L. J. **Aclimatização de mudas micropropagadas de helicônia sob diferentes lâminas de irrigação, tipos e volumes de substrato**. 2007. 72 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

RODRIGUES, P. H. V.; LIMA, A. M. L. P.; AMBROSANO, G. M. B.; DUTRA, M. F. B. Acclimatization of micropropagated *Heliconia bihai* (Heliconiaceae) plants. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 288-290, 2005.

ROSA, M. de F.; ABREU, F. A. P. de FURTADO, A. A. L.; BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V. **Processo Agroindustrial**: obtenção de pó de casca de coco verde. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 4 p. (Comunicado Técnico, 61).

SAEG - **Sistema para análise estatística, versão 8.0**. Viçosa-MG: Fundação Artur Bernardes, 2000.

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

SINDEAUX, J. H. F. AZEVEDO, B. M.; VIANA, T. V. A.; CARVALHO, A. C. P. P.; FURLAN, R. A. Desenvolvimento de mudas micropropagadas submetidas a diferentes lâminas e frequências de irrigação em ambiente protegido. **Irriga**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 180-189, 2009.

SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 2, p. 209-215, 2002.

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

SANTOS, C. B. dos; LONGHI, S. J.; HOPPE, J. M.; MOSCOVICH, F. A. Efeito 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-SEREJO, J. A.; SOUZA, A. S.; SOUZA, F. V. D.; JUNGHANS, T. G.; LINO, L. S. M.; SOARES, T. L.; SOUZA, E. H. Micropropagação da bananeira. In: JUNGHANS, T. G.; SOUZA, T. G. (Ed). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. Cruz das almas, BA; Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 240-251.

SCHIE, W. Standardization of substrate. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 1, n. 481, p. 71-77, 1999.

SEEMANN, J. Greenhouse climate. In: Seemann, J. et al. **Agrometeorology**. New York: Springer-Verlag, 1979. p. 165-178.

SEGOVIA, J. F. O; ANDRIOLO, J. L.; BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa L.*) no interior e no exterior de uma estufa polietileno em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 37-41, 1997.

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo Protegido: aspectos microclimáticos **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 1, n. 1, p. 108-115, 1995.

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

SNA (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA). **Cobertura morta melhora qualidade das frutas**. Artigos Técnicos, ano 102, n. 629, Jun. 1999. Disponível em: <<http://www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-frutas06.htm>. Acesso em: 20 jan. de 2010.

SOUZA, P.V. D. de; CARNIEL, E.; FOCESATO, M. L. Efeito da composição do substrato no enraizamento de estacas de maracujazeiro-azedo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 276-279, 2006.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. BUSO, J. A. (Ed.). Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília, DF; Embrapa-SPI: Embrapa-CNPq, 1998. p. 87-132. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa/CNPq, v. 1, 1998.

VERDONCK, O. Reviewing and evaluation of new materials used as substrates. **Acta Horticulturae**, Wageningen. 1993. p. 467-473.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G. A. **Irrigação localizada**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 184 p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem, 36).

VILLA, F.; PASQUAL, M.; ARAÚJO, A. G. de.; PIO, L. A. S. Micropropagação da amoreira-preta (*Rubus* spp.) e efeito de substratos na aclimatização de plântulas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 47-53, 2006

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

WILLADINO, L.; CAMARA, T. **Cultura de tecidos vegetais**: cultivo *in vitro* de vegetais. UFRPE, Departamento de Química, Laboratório de Pesquisa Cultura de Tecidos Vegetais. 2005.

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