



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

CRESCIMENTO DE HELICÔNIAS SOB
ESTRESSE SALINO

HELDER MORAIS MENDES BARROS

Biblioteca UFCG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg. 10282/12

Campina Grande
Paraíba

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



DISSERTAÇÃO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

CRESCIMENTO DE HELICÔNIAS SOB ESTRESSE SALINO

Dis
631(043.3)
B277c
ex. 01

HELDER MORAIS MENDES BARROS



CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

Agosto – 2008

UFCG - BIBLIOTECA

HELDER MORAIS MENDES BARROS

Engenheiro Agrícola

CRESCIMENTO DE HELICÔNIAS SOB ESTRESSE SALINO

Orientador: Prof. Dr. **HANS RAJ GHEYI**

Orientadora: Prof^ª.Dr^ª. **VIVIAN LOGES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre (M.Sc.) em Irrigação e Drenagem.

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

Agosto – 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

B277c

2008 Barros, Helder Morais Mendes.

Crescimento de helicônias sob estresse salino / Helder Morais Mendes Barros. — Campina Grande, 2008.

69 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores: Prof. Dr. Hans Raj Gheyi,
Profª. Drª. Vivian Loges.

1. Helicônia. 2. Salinidade. 3. Perfilhamento. 4. Crescimento Inicial. I. Título.

CDU – 631.67:635.92(043)

HELDER MORAIS MENDES BARROS

CRESCIMENTO DE HELICÔNIAS SOB ESTRESSE SALINO

Aprovada em 30 / 08 / 2008

BANCA EXAMINADORA

PARECER



Prof. Dr. HANS RAJ GHEYI – Orientador
UAEAq/CTRN/UFCG

Aprovado



Prof.^a. Dr.^a. VIVIAN LOGES – Orientadora
DEPA/UFRPE

APROVADA



Dr. FREDERICO ANTÔNIO LOUREIRO SOARES – Examinador
Bolsista Prodoc / UAEAq

APROVADA



Dr. SALOMÃO DE SOUSA MEDEIROS – Examinador
CODEVASF – 2º SR / BA

APROVADA

*À Karinne, aos meus pais, irmãos
e parentes a quem almejo
caminhos menos espinhosos.*

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, todo poderoso, por toda força que me dispôs, para a conclusão deste trabalho.

À Karinne Lopes, que sempre esteve a meu lado nos momentos de dificuldade e por proporcionar os melhores dias de felicidade da minha vida.

Aos meus pais, Vandinho e Nilda, pelos esforços despendidos na minha formação moral e intelectual, e irmãos, Herbert e Hemmelly.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pela oportunidade concedida à realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo. Ao CNPQ pelo apoio financeiro para execução do experimento.

Aos orientadores Dr. Hans Raj Gheyi e Dr^a. Vivian Loges, pelos ensinamentos durante o curso e na redação desta Dissertação, assim como, pela compreensão, consideração, respeito e amizade.

À coordenação; aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, pelos conhecimentos técnico-científicos repassados; e aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), em especial, a Chico e a Doutor, pela colaboração nas análises de solo.

As Sras. Rivanilda e Aparecida pela atenção e ajuda dadas sempre que necessitei durante todo o curso.

Aos colegas de curso que junto a mim por várias dificuldades, mas a cada dia supera mais um obstáculo a caminho do sucesso, e, em particular, a Michele da Silva Santos, Jeannne Ferreira Geronimo, Leandro de Oliveira Andrade e André Luis Verona (Gaucho), pelas valiosas ajudas e incentivos constantes.

Finalmente, gostaria de agradecer a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o sucesso deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Qualidade de água para irrigação	03
2.2 Efeitos da salinidade sobre as plantas	06
2.2.1 Efeito osmótico	07
2.2.2 Efeito tóxico	08
2.2.3 Efeito de natureza nutricional	09
2.3 Tolerância das plantas à salinidade	11
2.4 Floricultura	15
2.4.1 Helicônias	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Localização do experimento	21
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	21
3.3 Genótipos de helicônias estudadas	23
3.4 Preparo das águas	23
3.5 Material do solo	24
3.6 Recipientes e substrato	26
3.7 Plantio, irrigação e lixiviação	26
3.8 Adubação foliar e tratos culturais após o plantio	27
3.9 Condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), Fator de concentração (FC) e Fração de lixiviação (FL)	27
3.10 Variáveis de crescimento analisadas	28
3.10.1 Índice de velocidade de emergência (IVE).	28
3.10.2 Número de perfilhos (NP)	28
3.10.3 Porcentagem de viabilidade dos rizomas (PVR)	28
3.10.4 Altura de planta (AP)	28
3.10.5 Número de folhas (NF)	29
3.10.6 Fitomassa	29
3.11 Análise do solo	29
3.12 Análises estatísticas	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1 Porcentagem de viabilidade dos rizomas (PVR) e Índice de velocidade de emergência (IVE).	31
4.2 Número de perfilhos (NP) e Número de folhas (NF)	35
4.3 Altura de planta (AP)	38
4.4 Teor de água na planta (TAP)	41
4.5 Fitomassa seca da planta	43
4.6 Condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), Fator de concentração (FC) e Fração de lixiviação (FL)	46
4.7 Salinidade do solo no final do experimento	49
5 CONCLUSÕES	51
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
7 APÊNDICES	66

LISTA DE FIGURAS

1. Croqui do experimento	22
2. Os Genótipos de Helicônias estudadas: (A.) <i>H. psittacorum</i> x <i>H. spathocircinata</i> cv. Golden Torch, (B.) <i>H. rostrata</i> , (C.) <i>H. psittacorum</i> cv. Suriname Sassy, (D.) <i>H. latispatha</i> cv. Red-Yellow Gyro (Laranja), (E.) <i>H. psittacorum</i> cv. Red Opal e (F.) <i>H. nickeriensis</i>	23
3. Recipiente utilizado no experimento	26
4. Vista geral do experimento e detalhe do sistema para coleta de água de drenagem	27
5. Porcentagem de viabilidade dos rizomas sob diferentes níveis de salinidade (A) e espécies de helicônias (B) em função de dias após plantio (DAP)	33
6. Índice de velocidade de emergência (IVE) sob diferentes níveis de salinidade de água aos 80 dias após plantio (DAP)	34
7. Numero de perfilhos de Helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP	35
8. Numero de perfilhos (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP	36
9. Numero de folhas de Helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP	37
10. Numero de folhas (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP	38
11. A altura do colo da planta até a base da folha mais jovem do ápice (AP1) das helicônias (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP	39
12. A altura do colo da planta até a base da folha mais jovem do ápice (AP1) das helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP	40
13. A altura do colo da planta até o ápice da folha mais jovem expandida (AP2) das helicônias (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP	40
14. A altura do colo da planta até o ápice da folha mais jovem expandida (AP2) das helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP	41
15. O teor de água na planta (TAP) das helicônias (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP	42
16. O teor de água na planta (TAP) das helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP	43
17. A fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (A), a fitomassa seca das raízes (FSR) (B) e a fitomassa seca total (FST) (C) das helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP	46
18 Condutividade elétrica da água drenada – CEad (A), fator de concentração – FC (CEad/CEa) (B) e fração de lixiviação – FL (C) em função da salinidade de água de irrigação (CEa) nos intervalos de 0-50, 51-100 e 101-170 DAP	48
19. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) em função da salinidade da água de irrigação no final do experimento.	50
20. Relação de adsorção de sódio (RAS) em função da salinidade da água de irrigação no final do experimento.	50

LISATA DE TABELAS

01. Variáveis utilizadas para estudos da qualidade da água de irrigação.	05
02. Classificação das plantas quanto aos sais em função da salinidade limiar, do solo e da água	13
03. Classificação das plantas quanto à salinidade do solo (dS/m).	14
04. Características do material do solo utilizado no experimento	25
05. Resumo de ANAVA e médias para percentagem de viabilidade de rizomas (PVR) e índice de velocidade de emergência (IVE) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 80 DAP.	32
06. Resumo de ANAVA e médias para números de perfilhos (NP) e número de folhas (NF) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 170 DAP.	36
07. Resumo de ANAVA e médias para a altura do colo da planta até a base da folha mais jovem do ápice (AP1) e a altura do colo da planta até o ápice da última folha totalmente expandida (AP2) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 170 DAP.	39
08. Resumo de ANAVA e médias para teor de água na planta (TAP) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 170 DAP.	42
09. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa seca da parte aérea (FSPA), de raiz (FSR) e total (FST) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 170 DAP.	45
10. Volume de água aplicado (VA) e drenado (VD) por vaso, condutividade elétrica média ponderada (CEad) e fator de concentração (FL) de água de drenagem e fração de lixiviação (FL) no intervalo de 21-50, 51-100 e 100-170 DAP.	47
11. Resultados de análise do extrato de saturação do solo no final do experimento. Cada valor representa a média das análises.	50

RESUMO

Enquanto para várias culturas encontram-se na literatura informações sobre o grau de tolerância ao estresse salino, para flores tropicais não existem quaisquer indicativos relacionados à salinidade da água ou do solo. Diante da falta de resultados de pesquisas envolvendo a tolerância de flores tropicais a salinidade da água de irrigação, este trabalho teve por objetivos avaliar a tolerância das espécies *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch; *H. rostrata*; *H. psittacorum* cv. Surinaame Sassy; *H. latispatha* cv. Red-Yellow Gyro (Laranja); *H. psittacorum* cv. Red Opal e *H. x nickeriensis* a diferentes níveis de salinidade da água (CEa) de irrigação (0,3, 0,8, 1,3, 1,8, 2,3 e 2,8 dS m⁻¹) na fase inicial de crescimento. O experimento foi conduzido por 170 dias na casa de vegetação da Universidade Federal de Campina Grande, PB. Os tratamentos foram resultantes da combinação fatorial entre os seis níveis de salinidade e as seis espécies de helicônias, resultando no esquema fatorial 6 x 6 com delineamento experimental inteiramente casualizado. As águas de irrigação foram preparadas pela adição de NaCl, para CEa do respectivo nível salino. De acordo com os resultados obtidos, constatou-se que a salinidade de água de irrigação interferiu de forma não contundente na viabilidade dos rizomas e no número de perfilhos emitidos; Todavia a altura das plantas foi influenciada significativamente pela salinidade da água de irrigação e pelo fator helicônias. Entre os genótipos de helicônias, o teor de água na planta (TAP) variou entre 72,70 e 57,37 %. Conforme os estudos de regressão, a influência da salinidade sobre o teor de água na planta (TAP) foi linear decrescente. Com o aumento da CEa da água ocorre decréscimo linear das variáveis analisadas da fitomassa. O consumo médio de água, decresceu com o aumento da CEa de irrigação. A irrigação com água de salinidade superior a 0,8 dS m⁻¹, afetou negativamente a emissão de folhas, o número de perfilhos e o crescimento em altura, sendo maior redução na helicônia H₆ (Nickeriensis). Os níveis de salinidade da água de irrigação acima de 0,8 dS m⁻¹ foram críticos para o crescimento dos genótipos de *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch e *H. x nickeriensis*, pois a partir deste nível começaram a ser afetados e os níveis acima de 1,3 dS m⁻¹ foram críticos para o crescimento dos demais genótipos de helicônias. A *H. x nickeriensis* apresentou os menores índices em relação as variáveis analisadas em comparação as demais helicônias avaliadas, sendo o genótipo mais susceptível a salinidade da água de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: heliconia, salinidade, flores tropicais.

RHIZOMES VIABILITY AND GROWTH OF *HELICONIA* SUBMITTED TO SALINE STRESS

ABSTRACT

While for several cultures exist literature information on the degree of tolerance to the saline stress, for tropical flowers don't exist indicative related to the salinity of the water or of the soil. Because the lack of results of researches involving salinity with relationship to the cultivation of tropical flowers, mainly heliconias, this work objectives is study the tolerance of the species *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch; *H. rostrata*; *H. psittacorum* cv. Suriname Sassy; *H. latispatha* Benth Red-Yellow Gyro (Orange); *H. psittacorum* cv. Red Opal and *H. x nickeriensis* at different irrigation water salinity levels (0,3, 0,8, 1,3, 1,8, 2,3 and 2,8 dS m⁻¹) in the rhizomes viability and growth, determining the critical levels for each one. The experiment was led at the greenhouse of the Federal University of Campina Grande, PB. The treatments were resulting of the factorial combination between the six salinity levels and the six heliconia species, resulting in the factorial outline 6 x 6 with with randomized blocks experimental design. The irrigation waters were prepared for the addition of NaCl. The amount of NaCl used in the preparation of the irrigation waters was determined in way obtaining the electric conductivity of the respective saline level. Considering the results, it was verified that the salinity of irrigation water didn't interfere in the rhizomes viability and shoot emission of heliconia species. The plant heights were influenced significantly by the irrigation water salinity and for the factor heliconia. Among the heliconia genotypes, TAP varied between 8,49 and 7,32 g. According to the regression studies, the influence of the salinity on TAP demonstrated a linear decreasing. With the increase of the water occurs CEa linear decrease of the biomass variables. The average consumption of water, decreased with increasing CEa irrigation. Irrigation with water of salinity above 0.8 dS m⁻¹, negatively affected the issue of leaves, the number of tillers and growth in height, with greater reduction in heliconia H6 (Nickeriensis). The levels of salinity of irrigation water up to 0.8 dS m⁻¹ were critical for the growth of genotypes of *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch and *H. x nickeriensis*, because from this level began to be affected and the levels above 1.3 dS m⁻¹ were critical for the growth of other genotypes of heliconias. The *H. x nickeriensis* presented the lowest values for the variables in comparison to other heliconias evaluated, the genotype is more susceptible to salinity of irrigation water.

KEY WORDS: heliconia, salinity, tropical flowers

1. INTRODUÇÃO

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais tem movimentado 75 bilhões de euros anuais, sendo que, deste total, 60 bilhões de euros advêm do setor de flores e plantas, 14 bilhões do mercado de mudas e o restante da produção e circulação de bulbos (Junqueira & Peetz, 2006). O cultivo de flores no Brasil, porém com um mercado que movimenta cerca de 1 bilhão de dólares por ano até pouco tempo era uma atividade restrita aos estados do Sudeste (IBRAFLOR, 2006). No ano de 2005, o mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil movimentaram US\$ 25 milhões, superando em 9,58% os resultados do ano anterior, confirmando todos os prognósticos favoráveis à boa performance no País no segmento (Junqueira & Peetz, 2006).

A floricultura no Brasil vem ampliando suas fronteiras, alavancando a economia de várias regiões, dentre estas de alguns estados do Nordeste. Esta região propicia condições favoráveis para o cultivo de uma grande diversidade de espécies tropicais, como por exemplo, as helicônias (Loges et al., 2005).

Para atender a demanda crescente do consumo de flores tropicais, principalmente quanto às exportações, os produtores, associações, cooperativas e consórcios necessitam de informações quanto às técnicas adequadas de cultivo, irrigação, adubação, controle de pragas e doenças, técnicas de colheita e pós-colheita, a fim de minimizar as perdas e manter a qualidade do produto (Loges et al., 2005).

A consolidação e a expansão da floricultura dependem, em grande parte, da busca de soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável. Nos últimos 12 anos, a EMBRAPA - Agroindústria Tropical, Recursos Genéticos e Biotecnologia e a Universidade Federal Rural de Pernambuco vem realizando pesquisas relacionadas a melhoramento genético, irrigação, adubação e pós-colheita de flores (Marques et al., 2004), sem ter ainda iniciado quaisquer estudo envolvendo aspectos de salinidade do solo e da água de irrigação no cultivo de flores.

No Nordeste brasileiro, a qualidade das águas que podem ser utilizadas em irrigação é muito variável, tanto em termos geográficos como ao longo do ano, principalmente em pequenos açudes. Com a utilização de águas com níveis altos de salinidade aliada as condições climáticas (altas temperaturas, baixa pluviosidade e intensa evaporação), comumente encontrados no final do período de estiagem, há sérios riscos de salinização dos solos a serem irrigados, com prejuízos, também, para as culturas (Costa & Gheyi, 1984; Gondim et al., 2004, Laraque 1989; Audry & Suassuna 1990).

Enquanto para várias culturas encontram-se na literatura informações sobre o grau de tolerância ao estresse salino (Maas, 1990; Maas & Grattan, 1999; Ayers & Westcot, 1999), para flores tropicais não existem quaisquer indicativos relacionados à salinidade da água ou do solo. Vale ser ressaltado que, em geral, a produção de flores tropicais, no Nordeste, entre estas helicônias, é conduzida por pequenos produtores, em áreas médias de até cinco hectares (Ferreira et al., 2002). Outro fator que pode contribuir para a salinização dos solos é o uso excessivo de fertilizantes e/ou fertirrigação, fatores associados no cultivo intensivo de flores. A utilização da agricultura irrigada na região Nordeste viabiliza o desenvolvimento do agronegócio de flores na região Nordeste, com reflexos positivos sobre geração de emprego e renda, uma vez que tal ramo da agricultura emprega 15 a 20 trabalhadores por hectare.

Diante da falta de pesquisas em relação ao estresse salino e o cultivo de flores tropicais, este trabalho teve por objetivos estudar os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na viabilidade e no crescimento de plantas de seis genótipos de helicônias (*H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch; *H. rostrata*; *H. psittacorum* cv. Suriname Sassy; *H. latispatha* cv. Red-Yellow Gyro (Laranja); *H. psittacorum* cv. Red Opal e *H. x nickeriensis*).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Qualidade de água para irrigação

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade quanto da qualidade da água. No entanto, o aspecto da qualidade tem sido desprezado devido a que, no passado, as fontes de água, no geral, eram abundantes, de boa qualidade e de fácil utilização. Esta situação, todavia, está se alterando em muitos lugares. O uso intensivo de praticamente todas as águas de boa qualidade implica que, tanto para projetos novos como para os antigos que requerem águas adicionais, tem-se que se recorrer à água de qualidade inferior (Ayers & Westcot, 1999).

Quando se aplica água em uma cultura, mesmo de boa qualidade, são incorporadas quantidades apreciáveis de sais ao solo. Com relação às espécies vegetais, os efeitos da salinidade e/ou da sodicidade são diferentes, variando entre espécies e entre genótipos de uma mesma espécie. Esta diferença deve-se à melhor capacidade de adaptação osmótica de algumas espécies, sendo capazes de absorver nutrientes e utilizá-los na síntese de compostos orgânicos. É muito útil essa variabilidade genética entre as plantas, por permitir a seleção de espécies e cultivares mais tolerante e capaz de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, em condições de salinidade (Ayers & Westcot, 1999).

O principal efeito da salinidade é de natureza osmótica podendo afetar diretamente o rendimento das culturas. A sodicidade se refere ao acúmulo gradativo do sódio no solo proveniente da água de irrigação tendendo a elevar a porcentagem de sódio trocável (PST) no solo, provocando danos nas suas propriedades físico-químicas, dificultando o movimento de água no solo. A toxicidade diz respeito ao efeito específico de certos íons sobre as plantas, afetando o rendimento, independente do efeito osmótico. A excessiva salinidade reduz o desenvolvimento das plantas devido ao aumento de

energia que estas precisam desprender para absorver água do solo e ao ajustamento bioquímico necessário para sobreviver sob estresse salino (Rhoades *et al.*, 2000).

As características básicas para avaliação da qualidade da água para irrigação são: acidez (pH), condutividade elétrica (CEa), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), sódio (Na^+), potássio (K^+), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), carbonato (CO_3^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), boro (B), total de sólidos dissolvidos (TSD) e relação de adsorção de sódio (RAS) (Bernardo, 1995; Holanda & Amorim, 1997).

Existem diversos modelos para a classificação de qualidade de água, sendo o mais utilizado o proposto pela UCCC (University of California Committee of Consultants) apresentada por Ayers & Westcot (1999), que avalia a qualidade da água em função da CE (salinidade) e RAS (permeabilidade) entre outros parâmetros. Este modelo classifica a água em função das restrições que cada característica discutida possa exercer na condução adequada da agricultura irrigada.

As águas são divididas em quatro classes, segundo sua condutividade elétrica (CE), ou seja, em função de sua concentração total de sais solúveis.

✓ C1 - Água com salinidade baixa (CE entre 0 e 0,25 dS m^{-1} a 25°C)

Pode ser usada para irrigação da maioria das culturas e na maioria dos solos, com pouca probabilidade de ocasionar salinidade. Alguma lixiviação é necessária, mas isso ocorre nas práticas normais de irrigação, à exceção dos solos com permeabilidade extremidade baixa.

✓ C2 - Água com salinidade média (CE entre 0,25 e 0,75 dS m^{-1} a 25°C)

Pode ser usada sempre que houver um grau moderado de lixiviação. Plantas com moderada tolerância aos sais podem ser cultivadas, na maioria dos casos, sem práticas especiais de controle da salinidade.

✓ C3 - Água com salinidade alta. (CE entre 0,75 e 2,25 dS m^{-1} a 25°C)

Não pode ser usada em solos com deficiência de drenagem. Mesmo nos solos com drenagem adequada, pode-se necessitar de prática especiais para o controle da salinidade. Pode ser usada somente para irrigação de plantas com boa tolerância aos sais.

✓ C4 - Água com salinidade muito alta. (CE entre 2,25 e 5,00 dS m^{-1} a 25°C)

Não é apropriada para irrigações sob condições normais, mas pode ser usada, ocasionalmente, em circunstâncias muito especiais. Os solos deverão ser muito permeáveis e com drenagem adequada, devendo ser aplicado excesso de água nas

irrigações para ter boa lixiviação. A água somente deve ser usada em culturas tolerantes aos sais.

Os perigos da água alcalinizar o solo são estudados pela relação de adsorção de sódio (RAS) associada aos efeitos depressivos dos sais sobre a capacidade de infiltração de água no solo como apresentado no Tabela 1.

Tabela 01. Variáveis utilizadas para estudos da qualidade da água para irrigação.

Variável	Restrição da água		
	Nenhuma	Ligeira - moderada	Severa
Salinidade			
CEa (dS m ⁻¹)	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
STD (mg L ⁻¹)	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltração de água do solo:			
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}		CEa dS m ⁻¹	
0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
3 - 6	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
6 – 12	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
12 -20	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
20 -40	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
Toxidez específica:			
Sódio:			
a) Irrigação por superfície	< 3	3 - 9	> 9
b) Irrigação por aspersão	< 3	> 3	
Cloreto:			
a) Irrigação por superfície	< 4	4 – 10	> 10
b) Irrigação por aspersão	< 3	> 3	
Bicarbonato			
	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5
Boro			
	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Nitrogênio			
	< 5,0	5,0 – 30,0	> 30,0
pH			
	Faixa normal 6,5 – 8,4		

Fonte: Ayers & Westcot (1999); STD – Sólidos totais dissolvidos; CEa = condutividade elétrica da água de irrigação

Para uma correta interpretação da qualidade da água para irrigação, as características analisadas devem estar relacionadas com seus efeitos na cultura, no solo e com o manejo de irrigação, características necessárias para se controlar ou compensar os problemas relacionados com a salinidade (Bernardo, 1995).

Na verificação da adequabilidade da água para fins de irrigação deve ser considerada, fatores relacionados ao teor e tipo de sais, às características do solo, tolerância da cultura, condições climáticas, manejo da irrigação e condições de drenagem (Rhoades, 1972; Kovda *et al.*, 1973; Christiansen *et al.*, 1977). Desta forma, uma mesma água pode ser considerada adequada para certo tipo de solo ou cultura, e inadequada para outros (Hoom, 1971).

2.2 Efeitos da salinidade sobre as plantas

No semi-árido nordestino, um problema freqüente dos solos é a presença de sais solúveis e/ou sódio trocável em excesso, principalmente nos solos aluviais, devido à ocorrência de adsorção do sódio no complexo e adensamento do solo na profundidade da zona radicular das plantas. A salinidade do solo pode afetar o desenvolvimento e a produção das plantas por meio de efeitos osmótico e tóxico e, indiretamente, por alterações nas características físicas e químicas do solo. Todavia, nem todas as plantas respondem de maneira semelhante, pois algumas produzem satisfatoriamente em níveis elevados de salinidade do solo, enquanto outras nem conseguem germinar (Rhoades & Loveday, 1990).

A diferença se deve à maior capacidade de adaptação osmótica de algumas espécies, as quais absorvem água em um nível compatível com o nível celular, mesmo em condições de alta salinidade. Essa capacidade de adaptação permite a seleção de genótipos mais tolerantes e capazes de produzir rendimentos economicamente aceitáveis, mesmo quando não se consegue manter a salinidade do solo abaixo do nível de tolerância da maioria das plantas.

Segundo Bernardo (1995), os efeitos da salinidade são manifestados na redução da percentagem de germinação e taxas de crescimento, redução do rendimento, e, em certos casos severos, podem causar a morte generalizada das plantas.

Plantas desenvolvidas em meio salino tendem a apresentar redução e desuniformidade no crescimento, folhas de coloração verde-escura, manchas com crosta branca ou preto na superfície do solo, além de sintomas de toxicidade (queimaduras) nas

bordas das folhas. No entanto, essas características, muitas vezes, não são indicações apenas de salinidade, podendo ser confundidas com efeitos causados por baixa fertilidade do solo (Richards, 1954).

2.2.1 Efeito Osmótico

As plantas extraem a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às tensões de retenção da água, exercidas pelo solo. A medida em que a água é extraída do solo, as tensões que retêm a água restante tornam-se maiores e quando a água do solo é retida com tensão superior às forças de extração, inicia-se o estado de escassez de água na planta. A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as tensões de retenção por seu efeito osmótico, aumentando, como consequência, a magnitude do problema de escassez de água na planta. Em geral, pode-se dizer que, devido à afinidade dos sais com a água, as plantas têm que exercer mais tensão para extrair do solo uma unidade de água com sais, do que sem sais, requerendo, desta forma, energia adicional para absorver água de uma solução em solo salino (Ayers & Westcot, 1999).

Qualquer aumento no conteúdo de sais do solo provoca um decréscimo no potencial osmótico da solução. Assim sendo, níveis de salinidade elevados no solo reduzem o potencial osmótico de sua solução e, em consequência, o potencial hídrico e, por conseguinte, a disponibilidade de água para as plantas (Menguel & Kirkby, 1987; Rhoades & Loveday, 1990).

Segundo Epstein (1972) e Menguel & Kirkby (1987), as células do tecido radicular das plantas, sob condições salinas, são impedidas de absorver água do substrato ou o fazem numa velocidade muito lenta, devido à inibição osmótica imposta pela elevada concentração salina da solução do solo.

Algumas diferenças em relação ao crescimento das plantas, quando se compara um sal com outro, indicam que, além do efeito osmótico, ocorre efeito específico de íon, como reportado por Ryan et al. (1975), citados por Souza (1990), que, estudando o efeito de diferentes sais (NaCl, CaCl₂, MgCl₂, Na₂SO₄, CaSO₄ e MgSO₄) em várias concentrações (50, 100, 150 e 200 meq L⁻¹) na germinação de quatro espécies de gramínea, verificaram que a percentagem de germinação foi influenciada tanto pela concentração de sais como pela natureza dos íons da solução salina.

Tayer (1987) afirma baseado em resultados experimentais, que a teoria da disponibilidade de água (inibição osmótica) é inválida ou, pelo menos, muito simplista em relação ao que verdadeiramente ocorre. Relata ainda que, numa situação de campo, a absorção e acumulação de sais fornecem uma melhor base para explicar os fenômenos de desenvolvimento negativo e positivo que ocorrem sob condições salinas. Também, Kramer (1983) reporta que as injúrias visíveis nos órgãos vegetais, a redução no desenvolvimento e as mudanças internas estão diretamente relacionadas ao aumento da concentração iônica (sais) interna na planta e à sua composição iônica. Assim, as plantas sensíveis à salinidade tendem em geral, a excluir os sais na absorção da solução do solo, mas não são capazes de realizar o ajuste osmótico e sofrem com decréscimo de turgor, levando ao estresse hídrico por osmose.

Quando se reduz muito a extração de água pelas raízes, as plantas diminuem o seu crescimento, chegando até a apresentar sintomas semelhantes aos provocados por estiagem, como por exemplo, murchamento, coloração verde-azulada escura e folhas com maior espessura (Ayers & Westcot, 1999).

A indicação de salinidade em função da condutividade elétrica e não da quantidade ou porcentagem de sais no solo traz a vantagem de que a primeira pode ser relacionada diretamente com a tolerância das plantas, enquanto o efeito desta última vai depender do tipo de solo, além de seu teor de umidade, pois, para determinada quantidade de sal, a concentração efetiva de sais na solução do solo seria tanto menor, quanto a capacidade de retenção de água do solo.

2.2.2 Efeito Tóxico

De acordo com Smedema & Rycroft (1988), enquanto os problemas osmóticos são causados pela alta concentração de sais na solução do solo, a causa dos problemas de toxicidade, deve-se a uma concentração elevada de um cátion ou ânion específico ou a uma composição salina desfavorável na solução do solo.

Segundo Ayers & Westcot (1999), os problemas de toxicidade normalmente surgem quando certos íons, constituintes do solo ou da água, são absorvidos pelas plantas e acumulados em seus tecidos, em concentrações suficientemente altas (tóxicas) para provocar danos e reduzir seus rendimentos. A toxicidade é um problema que ocorre internamente na planta e não é provocada pela falta de água. Para Strogonov (1964), Meiri & Shalhevet (1973), Bernstein (1975),

Shannon (1979) e Menguel & Kirkby (1987), condições específicas reinantes em solos salinos e ou sódicos podem afetar, notadamente, diferentes processos metabólicos das plantas, como assimilação de CO₂, fotossíntese, síntese de proteínas, respiração, relações hídricas, reações enzimáticas e conversão de fitos hormônios. A concentração de um determinado íon que provoca a toxicidade pode variar de espécie para espécie ou ainda com a variedade e a idade da planta (Maas, 1984).

Conforme Strogonov (1964), o efeito prejudicial da toxicidade de sais no desenvolvimento das culturas é variável, dependendo do tipo e da concentração de íons envolvidos, bem como, da espécie ou variedade vegetal. Em geral, os danos em culturas sensíveis ocorrem em concentrações iônicas relativamente baixas e se manifestam como queimaduras nas bordas e clorose na área internerval das folhas e, se a acumulação de íons chegarem a ser suficientemente elevada, produz redução significativa nos rendimentos. A toxicidade mais freqüente é a provocada pelo cloreto contido na água de irrigação, seguido pelo sódio e boro (Ayers & Westcot, 1999).

Segundo Allison (1964), Bernstein (1974), Bresler et al. (1982), Bohn et al. (1985) e Rhoades & Loveday (1990), íons como sulfato, bicarbonato, carbonato, cálcio, magnésio, potássio, nitrato e lítio, quando em concentrações suficientemente elevadas, são igualmente tóxicos. Dentre os íons que exercem toxidez específica, os de maior ocorrência nos solos salinos do Nordeste são o Na e o Cl (Lima, 1997).

Cruciani (1987) afirma que a toxidez não envolve, necessariamente, a ação direta do sal ou íon sobre o vegetal, podendo ser causada, em parte, pelos efeitos contrários no processo de absorção de nutrientes essenciais ao metabolismo da planta.

Os sintomas de toxicidade também podem ocorrer quando as folhas, ao serem molhadas durante a aplicação de água por aspersão, absorvem íons tóxicos, sendo o sódio e o cloreto os principais íons absorvidos via foliar, e a toxicidade resultante da acumulação desses íons, em conjunto ou separadamente, pode causar problemas para as culturas sensíveis (Ayers & Westcot, 1999).

2.2.3 Efeito de Natureza Nutricional

Os efeitos de acumulação dos íons não envolvem, necessariamente, a ação direta do sal ou íon no tecido vegetal. Alguns se fazem sentir pelo desequilíbrio que provocam na absorção de nutrientes essenciais ao metabolismo normal da planta (Cruciani, 1997).

Para Epstein & Rains (1987), Szabolcs (1989) e Yahya (1998), os efeitos sobre a nutrição mineral são decorrentes, principalmente, da toxicidade de íons, por causa da absorção excessiva de Na e Cl, e do desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção ou distribuição dos nutrientes. Segundo Läuchli & Epstein (1990), as concentrações desses íons, em relação a outros, podem ser bastante altas, induzindo deficiências de alguns nutrientes que estejam presentes em baixas concentrações.

Alta concentração de sulfato geralmente diminui a absorção de cálcio e aumenta a de sódio. Com o aumento da absorção do íon sódio, o sulfato pode induzir a toxidez de sódio, em espécie suscetível (Brown et al., 1953).

Altas concentrações de sódio na solução do solo podem afetar o crescimento e desenvolvimento das plantas, indiretamente, através de seu efeito sobre as características físicas do solo ou na disponibilidade de outros elementos; por exemplo, quando no extrato de saturação do solo há teores apreciáveis de carbonato de sódio, o pH do solo poderá alcançar valores tão altos, como 10, (Gheyi et al., 1991), sendo que, nestas condições, a disponibilidade de vários micronutrientes essenciais às plantas (Cu, Fe, Mn, Zn) é reduzida (Brady & Buckman, 1983), influenciando o seu crescimento, não diretamente pelo carbonato de sódio, mas por seu efeito no pH do solo ou disponibilidade de Cu, Fe, Mn, Zn.

De acordo com Rains & Epstein (1967), em ambientes salinos, onde o sódio predomina em relação ao potássio, a exigência nutricional da planta em relação a este último pode ficar prejudicada. Estudos conduzidos por Ball et al. (1987), com *Avicennia marina*, mostram que, apesar desta espécie possuir um alto grau de seletividade e mecanismo de transporte de K, ainda assim, pode mostrar evidências de deficiência potássica induzida pela salinidade.

Segundo Fageria (1989), os teores de P e de K na parte aérea das cultivares de arroz, sob vários níveis de salinidade, diminuíram com o aumento dos níveis de salinidade, enquanto o teor de Na aumentou, com reflexos negativos sobre a produção. Estes resultados mostram que o desbalanço nutricional é uma das razões para diminuição da produção em solos salinos.

Bernstein & Hayward (1958) observaram que o feijão e algumas variedades de cenoura podem restringir a absorção de potássio quando as concentrações de cálcio são elevadas. Bernstein (1964) verificou que o milho requer um nível elevado de cálcio, sob condições salinas, para uma adequada nutrição desse elemento.

Ansari et al. (1978), em duas cultivares de trigo, verificaram aumento dos teores de fósforo e sódio na matéria seca, com aumento da concentração salina, enquanto diminuíam os teores de potássio e cálcio.

Estudos realizados por Epstein (1961) e por Läuchli & Epstein (1970) demonstraram que íons de sódio geralmente causam distúrbios na nutrição de cálcio; concentrações altas de sódio no meio, em relação a cálcio, tendem a ser danosas; desordens nutricionais que envolvem outros elementos podem estar relacionadas aos efeitos de salinidade sobre o transporte e metabolismo de cálcio; quando são altas as concentrações externas de cálcio, os efeitos da salinidade podem ser amenizados; concentrações inadequadas de cálcio podem afetar negativamente as funções da membrana e o crescimento da planta. Os efeitos variam com os genótipos.

O excesso de um íon pode provocar deficiência de outro, devido à precipitação ou inibição (por exemplo, excesso de sulfato, carbonato e bicarbonato podem precipitar o cálcio), afetando o crescimento da planta pela reduzida disponibilidade do elemento precipitado e não pelo excesso do íon considerado (Gheyi et al., 1991).

De acordo com Kafkafi (1984), existem evidências de competição na absorção entre nitrato e cloreto, de modo que um aumento na concentração de cloreto na zona radicular pode inibir absorção de nitrato pela planta. Por outro lado, o nitrogênio amoniacal reduz os teores de cálcio e magnésio na planta, diminuindo a permeabilidade seletiva da membrana radicular e proporcionando aumento na absorção de cloreto, quando o mesmo se encontra em concentração elevada no meio.

2.3 Tolerância das plantas à salinidade

A salinidade pode resultar em diferentes efeitos no desenvolvimento e produção da planta, dependendo da finalidade da cultura (órgãos vegetativos ou frutos e sementes), do tipo de crescimento (determinado ou indeterminado), da tolerância diferenciada à salinidade nos diferentes estágios de desenvolvimento e de outros fatores inter-relacionados (Bernstein & Hayward, 1958).

O grau de tolerância à salinidade varia entre espécies, cultivares e pode variar, inclusive, entre estádios fenológicos de um mesmo genótipo (Tester & Davanporte, 2003).

Nem todas as culturas respondem igualmente à salinidade; algumas produzem rendimentos aceitáveis em níveis altos de salinidade e outras são sensíveis a níveis relativamente baixos. Essa diferença deve-se a melhor capacidade de adaptação osmótica que algumas culturas têm o que lhes permite absorver, mesmo em condições de salinidade, maior quantidade de água. Tal capacidade de adaptação é muito útil e permite a seleção de culturas mais tolerantes e capazes de produzirem rendimentos economicamente aceitáveis, quando não se pode manter a salinidade do solo abaixo do nível tolerado pelas plantas (Ayers & Westcot, 1999).

Segundo Maas (1990), a tolerância das culturas ao estresse salino pode ser definida, em nível de produção comercial, como a capacidade da planta de suportar os efeitos do excesso de sais presentes na solução do solo, sem haver perdas significativas de seus rendimentos, quando comparados aos rendimentos obtidos sob condições não salinas.

Cada espécie apresenta determinado nível de tolerância à salinidade, a partir do qual o rendimento começa a diminuir; este ponto de transição é denominado de salinidade limiar. Um modelo foi proposto por Mass & Hoffman (1977) com a finalidade de avaliar a tolerância relativa das culturas à salinidade, onde se obtém um patamar com produtividade de 100% em relação à baixa salinidade até a salinidade limiar.

Como a resposta da planta à salinidade não depende apenas da concentração de sais, um estudo rigoroso da tolerância das plantas à salinidade deverá considerar, além da quantidade de sais solúveis totais, outros fatores que, freqüentemente, interferem na produção, tais como planta, solo e clima (Pizarro, 1985; Maas, 1985; Fageria, 1989). No fator planta, a salinidade afeta a planta durante todo o seu ciclo fenológico. No fator solo, a tolerância das culturas varia com o nível de fertilidade do solo (Fageria, 1989) e o fator clima, o clima pode influenciar a resposta da planta à salinidade (Maas, 1986).

Segundo Richards (1954), a tolerância de uma espécie ou cultivar à salinidade pode ser avaliada de três maneiras: a) A tolerância pode ser considerada como a capacidade de sobrevivência da planta sob determinadas condições de salinidade. Uma espécie cultivada em solo com alta concentração de sais pode crescer pouco ou não crescer, embora permaneça viva. Assim, a capacidade de sobrevivência de uma planta, quando submetida a aumentos crescentes de sais, é uma medida de tolerância à salinidade; b) A tolerância à salinidade pode ser considerada do ponto de

vista da capacidade produtiva da planta, quando sujeita a um dado nível de salinidade. Por exemplo, algumas cultivares de uma mesma espécie podem ser testadas em um solo contendo certo nível de salinidade, sendo considerada como a mais tolerante a cultivar mais produtiva. Este critério é largamente utilizado pelos pesquisadores, pela sua importância agrônômica, para comparar o comportamento de cultivares de uma mesma espécie; e c) Compara-se o comportamento, em termos de produção relativa, de uma planta ou cultivar submetida a um certo nível de salinidade com o seu comportamento em solo não salino. Neste caso, a tolerância pode ser avaliada em relação ao baixo, médio e altos níveis de salinidade. Este é o método mais criterioso porque a comparação entre espécies é avaliada conforme potencial inerente de cada cultivar.

De acordo com Ayers & Westcot (1999), as plantas são classificadas como sensíveis, moderadamente sensíveis, moderadamente tolerantes e tolerantes (Tabela 02). Toda e qualquer planta, de acordo com o seu nível de sensibilidade ou tolerância aos efeitos adversos dos sais, possui uma tolerância limiar.

Tabela 02. Classificação das plantas quanto aos sais em função da salinidade limiar, do solo e da água.

Nível de Tolerância	Solo	Água
	<i>dS.m⁻¹</i>	
Sensíveis	< 1,3	< 0,87
Moderadamente sensíveis	1,3 - 3,0	0,87 - 2,0
Moderadamente tolerantes	3,0 - 6,0	2,0 - 4,0
Tolerantes	6,0 - 10,0	4,0 - 6,7

Fonte: Ayers & Westcot (1999)

Outros autores como Amacher et al. (2008) no Estado de Utah nos Estados Unidos, adotam outra classificação (Tabela 03), considerando apenas a salinidade do solo assim como procedeu também Maas (1984).

Tabela 03. Classificação das plantas quanto à salinidade do solo.

<i>Resposta da Cultura</i>	<i>Salinidade (dS.m⁻¹)</i>
Sensíveis	0 a 2
O crescimento de plantas sensíveis é restrito	2 a 4
O crescimento de muitas plantas é restrito	4 a 8
Apenas plantas tolerantes crescem satisfatoriamente	8 a 16
Poucas plantas, muito tolerantes crescem satisfatoriamente	acima de 16

Fonte: Amacher et al. (1997)

Dada a grande variabilidade de comportamento existente entre as culturas, em relação aos limites de tolerância à salinidade, a adequabilidade da água é bastante influenciada, variando, desde as classes que se adequam para irrigação de culturas bastante tolerantes a sais, como o algodão, até aquelas que podem não se adequar para culturas muito sensíveis, como as hortaliças e espécies frutíferas, em geral. Dentro de uma mesma espécie, pode haver variações entre variedades, por adaptação ao meio onde se desenvolveram e, ainda, para uma mesma variedade, o nível de tolerância pode variar entre estádios de desenvolvimento (Maas & Hoffmann, 1977; Maas, 1986).

Segundo Ayers & Westcot (1999), a tolerância à salinidade de algumas culturas pode alcançar valores entre 8 e 10 vezes a tolerância de outras. A amplitude dessa tolerância relativa permite maior uso das águas de salinidade moderada e aumenta a faixa aceitável das águas salinas consideradas adequadas para irrigação.

Existem duas maneiras de se minimizar os problemas decorrentes da salinidade: a) adotar práticas adequadas de manejo de solo e água para evitar ou reduzir ao máximo o acúmulo de sais no perfil do solo, e com isso proteger as plantas, ou seja, melhorar o solo para a adaptação das plantas; e b) selecionar adequadamente as espécies e cultivares que possam produzir economicamente sob condições salinas, isto é, melhorar as plantas visando a sua adaptação ao solo (Bezerra, 2001).

Sob determinadas circunstâncias, em que a água disponível para irrigação é salina, a profundidade do lençol freático é rasa, a permeabilidade do solo é deficiente e a drenagem não pode ser melhorada o suficiente para se evitar a acumulação de sais no solo, torna-se difícil ou antieconômico manter um nível de salinidade aceitável para a cultura em exploração. Neste caso, a única alternativa viável para o manejo bem sucedido de solos afetados por sais é a seleção criteriosa de culturas

que sejam, ao mesmo tempo, mais tolerantes à salinidade, assim como, possam produzir economicamente (Richards, 1954; Bernstein, 1958; Carter, 1975; Follett et al., 1981; Fageria et al., 1981; Dahiya et al., 1983; Maas, 1984; Fageria, 1984, 1989; Ayers & Westcot, 1999).

2.4 Floricultura

A floricultura é uma atividade inserida no segmento da agricultura irrigada. Consiste no cultivo de flores de corte, flores em vaso, plantas ornamentais, plantas para jardinagem, entre outros. Apresenta vantagens como alta rentabilidade por unidade de área cultivada, retorno mais rápido dos investimentos aplicados e capacidade de geração de empregos diretos e indiretos (Bezerra, 1997). As chances de sucesso econômico dessa atividade são promissoras, desde que sejam utilizadas tecnologias específicas para cada tipo de flor e adaptabilidade da espécie cultivada ao clima. É uma atividade desenvolvida, em geral, em ambientes protegidos, estufas ou túneis plásticos, combinando alta produtividade com elevada qualidade, garantindo ao agricultor uma colheita satisfatória e reduzindo ao máximo as perdas e danos por variações climáticas adversas (Gomes et al., 2006).

A floricultura está presente no mundo todo, englobando desde as flores tropicais até as de clima temperado, movimentando simultaneamente grandes indústrias de insumos agrícolas, além de uma série de serviços paralelos. Até muito recentemente a floricultura comercial praticada no Brasil concentrava-se, quase que exclusivamente no Estado de São Paulo, particularmente nas regiões geográficas do entorno dos pólos municipais de Atibaia e Holambra. A partir dessas regiões organizaram-se, especialmente ao longo das duas últimas décadas, fluxos de abastecimento de curta, média e longa distância, que lograram fazer chegar às flores paulistas pelo menos até as capitais e principais pólos de consumo de todo o País (Junqueira & Peetz, 2006).

Esse fenômeno passou a sofrer uma redução de intensidade nos últimos anos, passando-se a assistir um notável crescimento e consolidação de importantes pólos florícolas no Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Distrito Federal e na maioria dos estados do Norte e do Nordeste (Junqueira & Peetz, 2006).

Segundo dados do IBRAFLOR (2006), o Brasil movimenta no negócio das flores movimenta, anualmente cerca de US\$ 1 bilhão, em uma área cultivada de

aproximadamente 5.250 ha e 200.000 postos de trabalho; e o Estado de São Paulo é responsável por 70 a 80% da produção nacional.

A floricultura há tempos sempre teve à margem da discussão como atividade econômica por puro preconceito. A flor que era considerada “supérflua”, atualmente é uma das melhores alternativas para quem busca investimento na agricultura. Isto porque demanda pouca área e o ciclo de produção, dependendo da espécie, é curto, o que permite rápido retorno do capital.

A produção e o mercado de flores são pouco organizados e estruturados no país, exceto São Paulo. Nesse sentido o potencial de crescimento e exploração do mercado interno é muito grande. No setor de flores e plantas ornamentais, coexistem pequenos produtores com uma grande variedade de espécies e grandes com poucas linhas de produção. A tecnologia não é homogênea, sendo melhor apropriada pelos grandes produtores. O capital inicial não é grande, o que facilita a entrada de novos produtores (Lamas, 2004a).

As tendências apontam para a especialização dentro do setor a fim de que se atinja uma dada escala de produção, e o principal indicador de gestão neste negócio é a produtividade das espécies, associada à qualidade como principal fator de competição, onde o binômio qualidade x preço, é que fará o setor expandir mais rapidamente (Lamas, 2004b).

No final da década de 90, o mercado mundial demonstrou uma crescente saturação na oferta de flores tradicionais, situação ímpar que beneficia a produção e a comercialização de flores e plantas tropicais provenientes de países da África, sudeste da Ásia e América Tropical (Central e do Sul) (Castro & Graziano, 1997)

O termo flores tropicais normalmente significa flores de espécies que originam em regiões tropicais. A produção de flores tropicais também chama atenção, uma vez que estas vêm despertando, a cada ano, mais interesse por parte dos consumidores. O interesse por essas flores decorre de suas cores e formato exuberantes, além de seu custo de produção ser até 50% inferior ao de outras flores e apresentar maior durabilidade pós-colheita (Castro, 1995).

As flores tropicais representam apenas 5% do mercado mundial de flores, o que evidencia um grande espaço para ser ocupado, já que os países importadores mostram grande receptividade e interesse pelas flores tropicais, em função da durabilidade e aparência (Lomachinsky, 2005).

A floricultura tropical é uma atividade que está em ascensão no Brasil e no mundo por destacar-se como um agronegócio gerador de renda, fixador de mão-de-obra no campo e adequado como cultura 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 exportam suas flores para outros estados brasileiros (Lamas, 2004a).

O potencial do agronegócio “Plantas e Flores Ornamentais Tropicais” encontra nas regiões Nordeste, Norte e Centro Oeste, ótimas condições para seu desenvolvimento, pois nesta área não existe risco climático de baixa temperatura, aliado a presença da água e tendo encontrado condições de solo com boa profundidade e matéria orgânica para completar seu ciclo (Lamas, 2004b).

Os países desenvolvidos apresentam elevado consumo *per capita*, porém, a maioria apresenta limitações para o cultivo de flores tropicais devido às condições climáticas desfavoráveis ou exigüidade do território. Estes fatos vêm incentivando cada vez mais a produção destas flores no Brasil, principalmente nas regiões Nordeste e Norte, pelo clima, disponibilidade de terra, água, energia e mão de obra. Esse conjunto de fatores incide, diretamente, na qualidade do produto e possibilita custos de produção mais baixos e preços competitivos nos mercados externos (Loges et al., 2005).

O desenvolvimento da floricultura tropical no Nordeste foi significativo nos últimos anos, sendo hoje considerada a região que mais investiu no setor, não apenas em produção, mas em pesquisas e exportação. As espécies de flores tropicais cultivadas na região Nordeste pertencem principalmente às famílias *Musaceae*, *Heliconiaceae*, *Araceae*, *Costaceae*, *Zingiberaceae* e *Maranthaceae*. Essa produção de flores tropicais é conduzida por pequenos produtores, em áreas com média de cinco hectares (Ferreira et al., 2002).

2.4.1 Helicônias

As helicônias apresentam características favoráveis à comercialização como beleza, exotismo, variedade de cores e formas, resistência ao transporte, durabilidade pós-colheita, além de grande aceitação no mercado externo (Loges et al., 2005).

A reação de quem vê uma heliconia pela primeira vez é a de tocá-la para ter certeza de que se trata de uma flor verdadeira, e não de madeira pintada ou de plástico. Esta flor, parente próxima das bananeiras, tem encantado o homem há séculos. A princípio, sua visualização era privilégio dos aventureiros e nativos que se embrenhavam pelas florestas tropicais úmidas da América Central e do Sul (Andersson, 1989). Hoje, já é possível encontrá-las à venda como flores de corte em floriculturas no mundo todo e o seu cultivo em jardins está se espalhando pelo mundo tropical.

Os principais países produtores são Costa Rica, Jamaica, Estados Unidos (Havaí e Florida), Porto Rico, Suriname e Venezuela. Existem também cultivos na Austrália, Brasil e, conforme Berry & Kress (1991), sob cultivo protegido, na Itália, Alemanha, Holanda e Dinamarca.

No Brasil são conhecidas por vários nomes, conforme a região: bananeira-de-jardim, bananeirinha-de-jardim, bico-de-guará, falsa-ave-do-paráiso, bico-de-papagaio e paquevira. As principais áreas de cultivo estão implantadas nos estados do Minas Gerais, Rio de Janeiro, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Bahia e Ceará Lomachinsky (2005).

O gênero *Heliconia* é constituído por plantas herbáceas, com rizoma subterrâneo, comumente usado para propagação e, conforme a espécie apresenta altura variando de 0,5 m até 10 m (Berry & Kress, 1991). O nome do gênero foi estabelecido por Lineu, em 1771, numa referência ao Monte Helicon, situado na região da Beócia, na Grécia, local onde, segundo a mitologia, residiam Apolo e suas Musas.

Castro & Gonçalves (2007) afirmam existirem 182 espécies de helicônias sendo que a maior ocorrência natural das espécies ocorrem na América do Sul e Central, principalmente Colômbia (94), Equador (60), Panamá (56), Costa Rica (47) e Brasil (37).

As espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae) são plantas de origem neotropical, nativas da América Tropical (Berry & Kress, 1991). O gênero *Heliconia*, naturalmente encontrado compondo conjuntos vegetais das florestas tropicais, vem a cada dia conquistando espaço nas áreas agrícolas, onde recebe manejos capazes de levar as produções muito superiores às ocorridas nas áreas naturais.

As inflorescências das helicônias têm um excepcional potencial de comercialização, pois além da exuberância de cores e formas, produzem flores continuamente, em quantidade, e tem uma durabilidade excepcional após o corte. Para obter-se boa durabilidade das inflorescências, as plantas devem estar muito bem

hidratadas antes da colheita, o que se recomenda é regar o cultivo na noite que antecederá o corte.

Conforme o tipo da inflorescência segundo Castro (1995), as helicônias estão divididas em quatro grupos principais. O primeiro grupo subdivide em dois Grupo 1 A e o Grupo 1 B., O Grupo 1 A são helicônias com inflorescências eretas e em um plano (leves) e o Grupo 1 B inflorescências eretas e em um plano (pesadas). O Grupo 2 são helicônias com inflorescências eretas e em mais de um plano, já Grupo 3 inflorescências pendentes e em um plano, e o último grupo, o Grupo 4 são helicônias com inflorescências pendentes e em mais de um plano;

A propagação de helicônias pode ser vegetativa, através de divisão de rizomas ou cultura de tecidos, ou por sementes. Na propagação por sementes o tempo de desenvolvimento da planta, desde a germinação até a formação das primeiras flores, demora de um a dois anos, enquanto que na divisão de rizomas algumas espécies iniciam a produção de flores em quatro a cinco meses após o plantio (Lamas, 2004a).

O método mais eficiente para a heliconia é a propagação vegetativa, através da divisão de rizomas (Hartmann et al., 1990). Apesar da propagação de heliconia por rizoma ser a forma mais utilizada, percebe-se a morte de rizomas quando plantados diretamente no campo (Costa et al., 2004). As plantas matrizes que irão fornecer os rizomas devem apresentar características tais como: produtividade, vigor e sanidade.

A oferta de mudas para implantação de áreas de cultivo no Brasil é reduzida, o que encarece o custo de implantação (Lamas, 2004a). Atualmente este fato tem mudado, apenas espécies recém introduzidas apresentam mudas caras. Por ser uma cultura relativamente nova no Brasil, poucos centros de pesquisa têm se dedicado ao seu estudo, principalmente no que diz respeito ao cultivo *in vitro*. O Estado do Rio Grande do Norte desenvolve estudos com micropropagação convencional e aclimatização de helicônias (Dias & Rodrigues, 2001; Rodrigues, 2005 ; Rodrigues et al., 2005), visando atender à crescente demanda por mudas sadias.

O espaçamento utilizado no plantio das Helicônias depende basicamente de dois fatores: hábito de crescimento e tipo de inflorescência. Dois hábitos de crescimento são reconhecidos: agrupado e aberto. O crescimento agrupado refere-se às espécies que se desenvolvem mais verticalmente, enquanto o aberto está relacionado às espécies que se desenvolvem mais rapidamente, com hastes formando touceiras com arquitetura mais dispersa (Ibiapaba et al., 2000).

A faixa de temperatura para as helicônias está relacionada com a altitude na qual cresce naturalmente cada espécie e situa-se entre 14 e 34 °C. O ideal é temperatura média que oscile na faixa dos 21 °C noturna e 26 °C diurna. A umidade relativa do ar deve estar entre 60 e 80% (Kress et al., 1999).

As hastes florais, dependendo da espécie e cultivar, devem ser colhidas quando apresentam de duas a cinco brácteas abertas. O comprimento das hastes varia de acordo com as espécies, sendo este: grandes e pendentes entre 0,90 e 1,20 m; helicônias medianas entre 0,50 e 0,90 m e helicônias pequenas de 0,40 a 0,60 m. As hastes são cortadas na base da planta, em corte diagonal, deixando pelo menos de 10 a 15 cm do pseudocaule da haste. Cortam-se as folhas e logo após a limpeza as hastes devem ser colocadas em recipientes com água limpa, ainda no campo (Kress et al., 1999).

As principais espécies e cultivares para o cultivo comercial, nas condições de norte/nordeste brasileiro são: *H. angusta*; *H. episcopalis*; *H. hirsuta*; *H. librata*; *H. psittacorum*; *H. psittacorum* X *H. spathocircinada*; *H. X nickeriensis*; *H. bihai*; *H. caribaea*; *H. stricta*; *H. orthotricha*; *H. velloziana*; *H. wagneriana*; *H. latispatha*; *H. lingulata*; *H. rostrata*; *H. chartacea*; *H. collinsiana*; *H. marginata*; *H. pendula*; *H. X rauliniana* (Lamas, 2004a).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento

O experimento foi conduzido na casa de vegetação no período de 04 de março a 24 de agosto de 2007, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), cidade de Campina Grande, PB (latitude Sul de 7°15'18" e longitude Oeste de 35°52'28" com altitude de 550 m). O clima predominante é o semi-árido com temperatura oscilando entre 19,5 e 28,6 °C com uma média de 22,9 °C e precipitação média anual em torno de 600 mm.

A casa de vegetação é do tipo capela, construída em estrutura de alvenaria e ferro, com orientação no sentido leste oeste, possuindo 9 m de comprimento, 8 m de largura e 4 m de altura do pé direito, totalizando uma área de 72 m². A cobertura é de telha transparente e translúcida, possuindo laterais com meia parede, na altura de 0,80 m, de alvenaria e 3,2 m coberto com tela de sombrite branca e chão de concreto liso.

3.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

Os tratamentos foram resultantes da combinação fatorial entre seis níveis de salinidade (N) de água de irrigação (CEa) de 0,3, 0,8, 1,3, 1,8, 2,3 e 2,8 dS m⁻¹, (N₁ a N₆ respectivamente), e seis genótipos de helicônias (H) (H₁ - *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch de porte pequeno, H₂ - *H. rostrata* de porte médio, H₃ - *H. psittacorum* cv. Suriname Sassy de porte pequeno, H₄ - *H. latispatha* cv. Red-Yellow Gyro (Laranja) de porte médio, H₅ - *H. psittacorum* cv. Red Opal de porte pequeno e H₆ - *H. x nickeriensis* de porte pequeno) (Figura 2), resultando em 36 tratamentos analisado no esquema fatorial 6 x 6 e delineado experimentalmente inteiramente casualizado, com três repetições, totalizando 108 parcelas, cada constituída por dois rizomas (Figura 1).

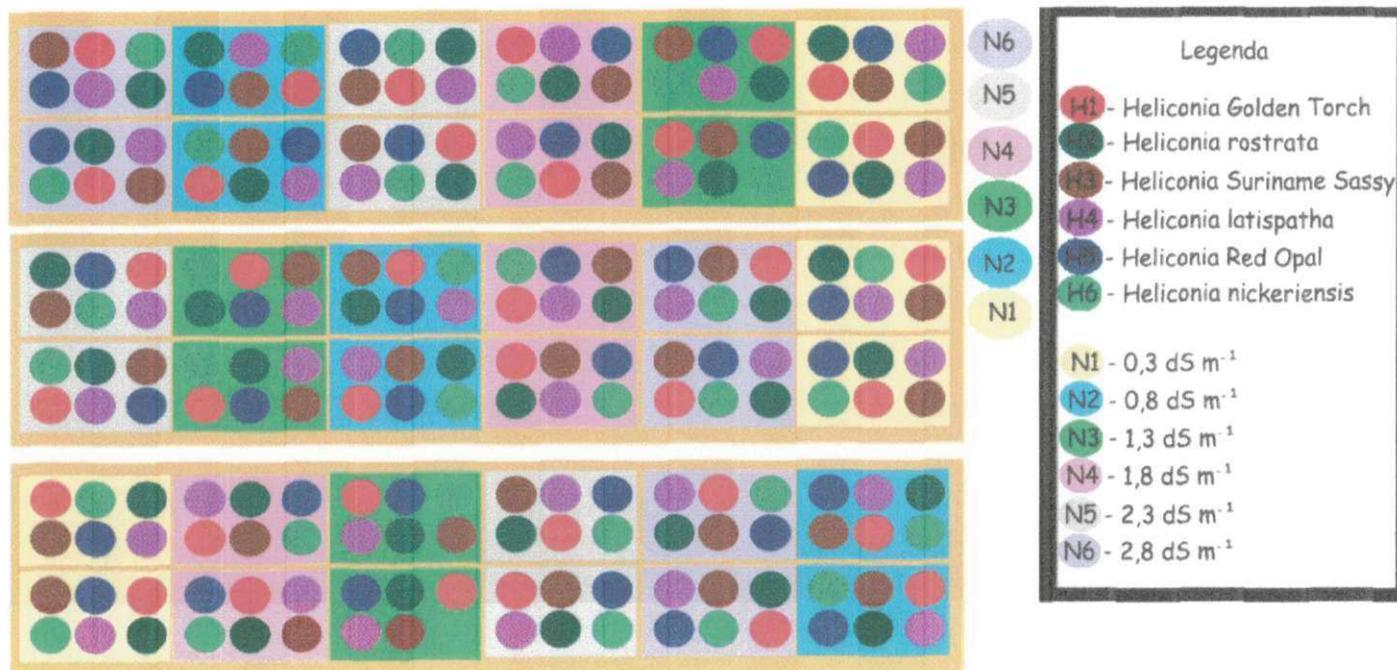


Figura 1. Croqui do experimento

3.3 Genótipos de Helicônias

Como material propagativo foram utilizados rizomas de seis genótipos de helicônias (Figura 2), obtidos da Coleção de Germoplasma de Helicônias da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), mantida na Fazenda Bem-Te-Vi no município de Camaragibe, localizada em Pernambuco.

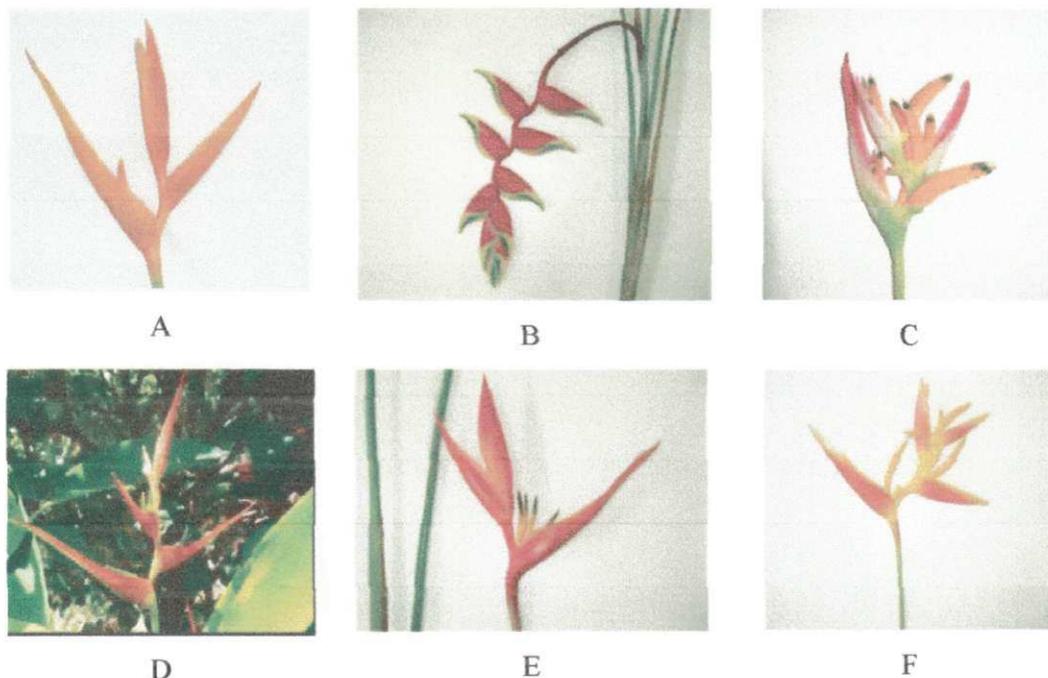


Figura 2. Os genótipos de Helicônias estudadas: (A.) *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch, (B.) *H. rostrata*, (C.) *H. psittacorum* cv. Suriname Sassy, (D.) *latispatha* cv. Red-Yellow Gyro (Laranja), (E.) *H. psittacorum* cv. Red Opal e (F.) *H. x nickeriensis*

3.4 Preparo das águas

As águas de irrigação foram preparadas pela adição de NaCl, tomando-se como base a água fornecida pelo sistema de abastecimento de Campina Grande-PB (CAGEPA), proveniente do açude público Eptácio Pessoa (Açude de Boqueirão) com média de 0,44 a 0,47 dS m⁻¹ de CEa. A quantidade do NaCl a ser utilizado no preparo das águas de irrigação foi determinada de forma a se obter a condutividade elétrica - CEa do respectivo nível salino.

Na preparação de águas utilizou-se a relação descrita por Rhoades et al.(2000), para se determinar a quantidade de sais a ser adicionada:

$\text{mg L}^{-1} = \text{CEa} \times 640$ na qual a CEa representa o valor desejado. No nível $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ que era menor que a CEa da água fornecida, foi necessário diluição com água destilada até obter o respectivo nível.

3.5 Material do solo

O solo utilizado para o preparo do substrato foi proveniente do distrito de São José da Mata, Campina Grande – PB, sendo, caracterizado como Neossolo, franco arenoso, não salino – não sódico, cujas características químicas e físico-hídricas constam na Tabela 04. As análises físico-química foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), de acordo com as metodologias propostas por Richards (1954) e pela EMBRAPA (1997).

Tabela 04. Características do material do solo utilizado no experimento.

Granulometria g kg ⁻¹	Areia	758,50
	Silte	80,60
	Argila	160,90
Classificação textural		Franco arenoso
Densidade aparente, kg dm ⁻³		1,52
Densidade real, kg dm ⁻³		2,63
Porosidade %		42,20
Umidade % (gravimétrica) à tensão (kPa)	Natural	0,61
	33,4290 kPa (capacidade de campo)	9,60
	15.195,0 kPa (ponto de murcha)	2,90
Água disponível (%)		5,99
Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹	Cálcio	1,49
	Magnésio	1,10
	Sódio	0,16
	Potássio	0,14
	Hidrogênio	0,00
	Alumínio	0,00
	Soma de bases (S)	2,89
Capacidade de troca de cátions (CTC)		2,89
Saturação de bases (V), %		100
Percentagem de sódio trocável (PST)		5,88
Carbonato de cálcio qualitativo		Ausente
Carbono orgânico, g kg ⁻¹		2,60
Matéria orgânica, g kg ⁻¹		4,50
Fósforo assimilável, mg kg ⁻¹		0,30
pH em água (1:2,5)		7,06
Condutividade elétrica da suspensão solo-água (1:2,5), dS m ⁻¹		0,19
pH do extrato de saturação		6,62
Condutividade elétrica do extrato de saturação, dS m ⁻¹		0,35
Extrato de saturação mmol _c L ⁻¹	Cloreto	1,95
	Carbonato	0,00
	Bicarbonato	2,08
	Sulfato	Ausente
	Cálcio	0,58
	Magnésio	1,27
	Potássio	0,24
Sódio	2,03	
Percentagem de saturação g kg ⁻¹		19,00
Relação de adsorção de sódio, (mmol L ⁻¹) ^{0,5}		1,18
Classificação em relação à salinidade		Não salino; não sódico

Físico - Hídrico

Química

3.6 Recipientes e Substrato

Os recipientes utilizados neste experimento foram vasos plásticos com 22 cm de diâmetro, 24 cm de altura com capacidade de 8 L (Figura 3). Para o enchimento dos vasos foi colocado 1 kg de brita de número zero no fundo do vaso, e depois completado com 8 kg de substrato, composto de material do solo e esterco de curral curtido na proporção de 2:1.



Figura 3. Recipiente utilizado no experimento

3.7 Plantio, Irrigação e Lixiviação

No ato da coleta, os rizomas foram lavados e tiveram suas raízes cortadas; em seguida, foram limpos e tratados com Pikzion 400PM (princípio ativo: Diazinon) e Derosal 500 SE (Princípio ativo: Carbendazim), nas proporções de 1 g L^{-1} e $0,6 \text{ mL L}^{-1}$, respectivamente, mediante a imersão, durante 30 min, e então secados ao ar.

No dia 04 de março de 2007, após o material do solo ser previamente irrigado com respectiva água de cada tratamento, realizou-se o plantio dos rizomas das helicônias.

Para a coleta da água de drenagem, os vasos com os mesmos níveis de salinidade de todas as helicônias foram agrupados e colocados em uma bandeja, que por sua vez tinha sua base conectado em um recipiente plástico com 2 L de capacidade. Os recipientes plásticos que foram conectados a base da bandeja foram da cor verde, para evitar a proliferação de algas no interior das mesmas (Figura 4).

Dois dias após o plantio (DAP), foi feita a primeira irrigação utilizando-se 300 mL da água correspondente a cada tratamento, sendo esta efetuada a cada dois dias até o final do experimento. Com 16 DAP, aplicou-se uma lâmina necessária para que houvesse uma mínima drenagem em todos os vasos. As lixiviações foram realizadas nos intervalos de 15 dias após 21 DAP.



Figura 4. Vista geral do experimento e detalhe do sistema para coleta de água de drenagem

3.8 Adubação foliar e tratos culturais após o plantio

As adubações foliares foram realizadas a partir dos 60 DAP, com intervalo de 60 dias. Foi aplicada a solução contendo 1 g L^{-1} do fertilizante Albatrós (NPK 21-21-21 + 0,01% de B, 0,002% de Cu, 0,05% de Fe, 0,01% de Mn, 0,001% de Mo e 0,002% de Zn) e com 90 DAP foi aplicado 5 g L^{-1} de superfosfato simples.

O controle de pragas e doenças foi realizado aos 90 e 105 DAP, utilizando solução de 20 mL de detergente líquido e 100 g de fumo para 10 L de água e Marshal 200 sc (princípio ativo: Carbosulfano). Onde foram realizadas pulverizações no final da tarde, promovendo a cobertura total das folhas, evitando-se o escoamento do excesso do produto. A proliferação de plantas daninhas foi controlada manualmente.

3.9 Condutividade Elétrica da água de drenagem (CEad), Fator de Concentração (FC) e Fração de Lixiviação (FL)

Durante todo o experimento, a água drenada foi coletada e medida, o volume e a condutividade elétrica (CEad) da mesma utilizando um medidor de condutividade elétrica.

Calculou-se o volume total consumido por cada tratamento, através da diferença entre o volume aplicado na irrigação e o volume drenado durante o período em estudo.

O fator de concentração de sais na água de drenagem (FC) foi calculado pela divisão entre a condutividade elétrica da água de drenagem e a condutividade

elétrica da água aplicada (CEad/CEa). A fração de lixiviação (FL) foi calculado dividindo o volume de água drenado pelo o volume aplicado na irrigação durante o período em estudo (VD/VA).

3.10 Variáveis de crescimento analisadas

3.10.1 Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

Diariamente, foi avaliado o número de perfilhos emitidos por rizoma, considerado como perfilhos, quando visíveis na superfície do solo. Estimou-se IVE, segundo Vieira & Carvalho (1994), através dos dados diários de número de perfilhos conforme Eq. 01, em cada espécie, onde \sum_i é o somatório de perfilhos emitidos nas primeiras, segunda e nas contagens subseqüentes até a última e ND é o número de dias de contagens.

$$IVE(\text{perfilhos.dia}^{-1}) = \frac{\sum_1}{ND_1} + \frac{\sum_2}{ND_2} + \dots + \frac{\sum_n}{ND_n} \quad (01)$$

3.10.2 Número de Perfilhos (NP)

Foi determinado o número de perfilhos emitidos em cada tratamento, até o final do experimento, avaliados diariamente mediante contagem.

3.10.3 Porcentagem de Viabilidade dos Rizomas (PVR)

Foi determinada pelo número de rizomas com perfilhos emitidos (NRPE) em relação ao número de rizomas plantados (NRP).

$$\%PVR = \frac{NRPE}{NRP} \times 100 \quad (02)$$

3.10.4 Altura de Planta (AP)

A altura de planta (AP) foi mensurada de duas formas, do colo da planta até a base da folha mais jovem (AP1); e do colo da planta até o ápice da última folha totalmente expandida (AP2). A taxa de crescimento diário foi obtida através da relação

entre a altura das plantas e o número de dias compreendidos entre início e final do período de observação.

3.10.5 Número de Folhas (NF)

O número de folhas por heliconia, considerando as que apresentavam comprimento mínimo de 3,0 cm, foi obtido no final do período do experimento, aos 170 DAP, através da contagem de folhas presentes nas plantas.

3.10.6 Fitomassa

No final do experimento as plantas foram coletadas para determinação da fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA). Para fitomassa seca das raízes (FSR), o sistema radicular da planta foi separado do solo mediante lavagem sobre uma peneira de malha de 2,0 mm. A fitomassa seca total (FST) foi determinada pelo somatório da FSPA e FSR. Depois de coletadas, tanto a parte aérea como as raízes foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificados, e levados à estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até peso constante (Fernandes, 2002). Em seguida o material vegetal foi pesado em balança eletrônica com precisão para 0,001g. O teor de água na planta (TAP) foi determinado utilizando seguinte equação:

$$\%TAP = \frac{FFPA - FSPA}{FFPA} \times 100 \quad (03)$$

Onde: FFPA - Fitomassa fresca da parte aérea, FSPA - Fitomassa seca da parte aérea.

3.11 Análise do Solo

Ao final do experimento, foi coletada amostra do solo de cada vaso para realização das análises de salinidade. As análises constituíram de pH da pasta de saturação, condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) a 25 °C, cátions solúveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+) e ânions solúveis (Cl^- , CO_3^{2-} e HCO_3^-) conforme metodologias propostas por Richards (1954) e Embrapa (1997).

3.12 Análises Estatísticas

Os efeitos dos fatores níveis de salinidade da água de irrigação (N) e genótipos de helicônias (H) foram avaliados por meio de análise de variância "Teste F" em nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade utilizando o programa SISVAR. Para a comparação das medias os dados relacionados ao fator H foram submetidos ao teste de Tukey; o fator de N foram objeto de análise de regressão polinomial ou regressão linear, por ser um fator quantitativo, visando-se explicar, através de modelos matemáticos, o efeito da salinidade em cada variável estudada (Ferreira, 2003). Antes das análises de variância, os dados de porcentagem de viabilidade dos rizomas (PVR) e o índice de velocidade de emergência (IVE) foram transformados em \sqrt{x} , os valores para números de perfilhos (NP) e de folhas (NF), alturas de plantas (AP1 e AP2), teor de água na planta (TAP), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), de raiz (FSR) e total (FST), em $\sqrt{x+1}$, conforme em Ferreira (2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Porcentagem de Viabilidade dos Rizomas (PVR) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

A porcentagem de viabilidade dos rizomas (PVR) e o índice de velocidade de emergência (IVE) em função de níveis de CEa de irrigação (N) e dos genótipos de helicônias (H) são apresentadas na Tabela 05. Através da análise de variância não se verificou efeito significativo dos níveis de salinidade em PVR e IVE, entretanto, houve efeito significativo a 1% de probabilidade dos genótipos de helicônia tanto em PVR como em IVE. Verificou-se que a H₆ (Nickeriensis), que apresentou menor PVR, em comparação aos demais genótipos.

A heliconia H₃ (Sassy) apresentou o melhor IVE (0,029 perfilhos.dia⁻¹), diferenciando-se apenas de H₂ (Rostrata) e H₆ (Nickeriensis), que apresentaram IVE de 0,021 e 0,018 perfilhos.dia⁻¹, respectivamente.

A interação N x H não foi significativa o que demonstra que os genótipos de helicônias tiveram comportamentos semelhantes dentro de níveis salinos, bem como os níveis salinos não diferiram dentro de cada genótipo de helicônia.

Tabela 05. Resumos de ANAVA e médias para percentagem de viabilidade de rizomas (PVR) e índice de velocidade de emergência (IVE) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 80 DAP.

Causa de Variância	Quadrados médios	
	PVR	IVE
	Teste F	
Níveis de Salinidade (N)	1,77 ^{ns}	1,58 ^{ns}
Helicônias (H)	13,77 ^{**}	5,34 ^{**}
N x H	0,59 ^{ns}	1,27 ^{ns}
QMResíduo	1,42	0,01
CV (%)	25,25	31,65
	Médias	
	PVR	perfilhos.dia ⁻¹
Helicônias		
H ₁ (Golden Torch)	86,11 a	0,026 abc
H ₂ (Rostrata)	88,89 a	0,021 bc
H ₃ (Sassy)	97,22 a	0,029 a
H ₄ (Latispatha)	100,00 a	0,028 ab
H ₅ (Red Opal)	83,33 a	0,026 abc
H ₆ (Nickeriensis)	38,89 b	0,018 c
dms	1,46	0,001

(**) a 1% de probabilidade; (ns) não significativo; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A evolução da percentagem de viabilidade de rizomas em função de níveis de salinidade e genótipos de helicônias estão apresentados na Figura 5A e B, onde se observa, que a H₅ (Red Opal) no N₂ (0,8 dS m⁻¹) iniciou emissão com 20 DAP e as demais helicônias tiveram a sua primeira emissão aos 30 DAP. Esses resultados foram semelhantes aos observados por Ibiapaba et al. (1997) para cultivar Sassy em condições de campo, onde os primeiros perfilhos também foram observadas cerca de 20 – 30 dias após o plantio para os genótipos de helicônias estudadas.

Observa-se na evolução percentagem de viabilidade de rizomas, que aos 80 DAP a melhor PVR (91,67%) foi obtido no nível N₂ (0,8 dS m⁻¹), seguido do N₅ (2,3 dS m⁻¹) com 88,89%, enquanto o N₆ (2,8 dS m⁻¹) acarretou o menor percentual (63,89%) aos 80 DAP. Este nível de salinidade além de acarretar PVR menor apresentou caráter tardio (Figura 5A).

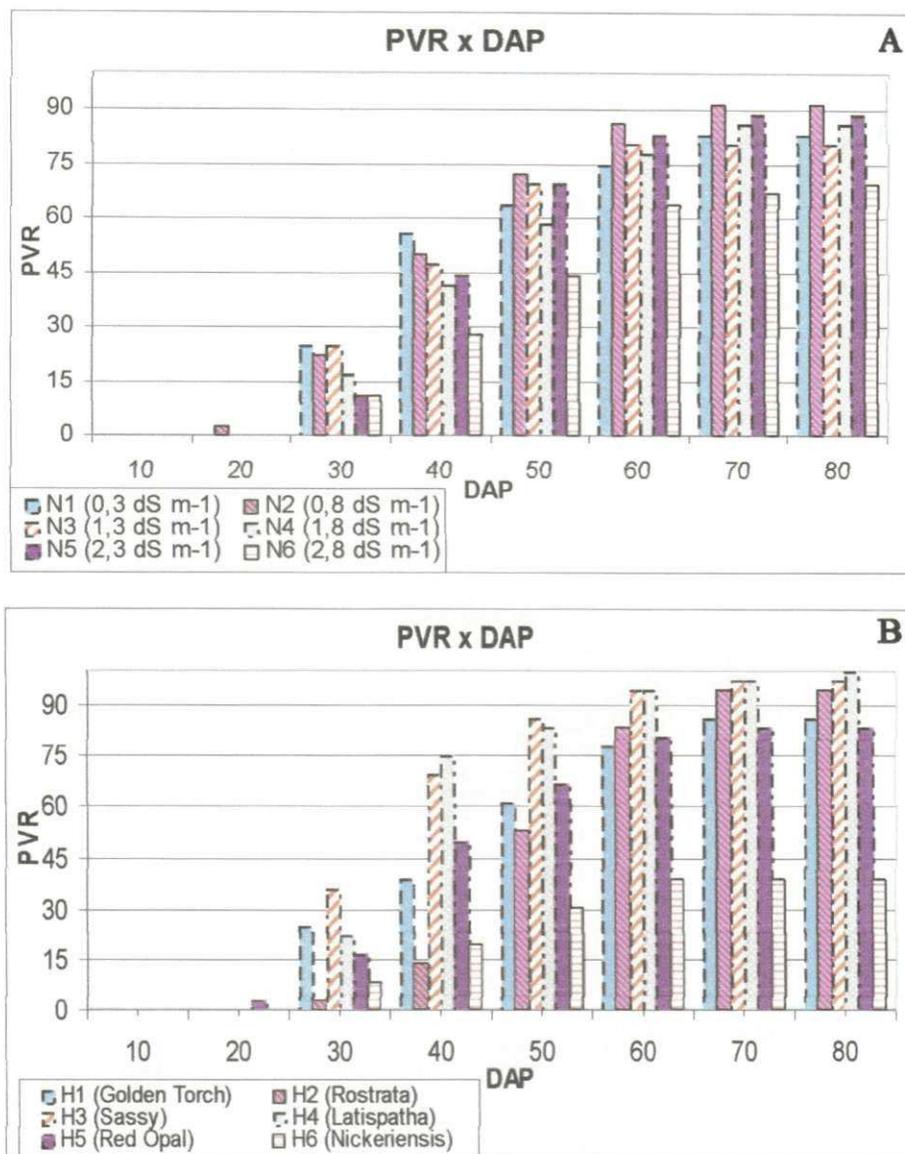


Figura 5. Porcentagem de viabilidade dos rizomas de genótipos de helicônias (B) sob diferentes níveis de salinidade (A) em função de dias após plantio (DAP)

No que diz respeito aos genótipos de helicônias, a H₄ (Latispatha) foi à única a alcançar 100% de emissão de perfilhos aos 80 DAP, seguida, em ordem decrescente por H₃(Sassy), H₂(Rostrata), H₁(Golden), H₅(Red Opal) e H₆(Nickeriensis) que alcançou apenas 38,89% aos 60 DAP. Isso demonstra que a salinidade de água de irrigação não interferiu de forma decisiva na emissão de perfilhos das helicônias, já que não ocorreu uma graduação crescente na relação aos níveis de salinidade e na porcentagem de rizomas que emitiram perfilhos.

Os resultados obtidos estão de um modo geral semelhantes aos de Costa et al. (2004), que estudando a sobrevivência de rizomas de espécies de helicônias

plantada em condições de campo verificaram que a *H. Latispatha* cv. *Red-Yellow Gyro* (Laranja), teve 100% de viabilidade e que *H. psittacorum* cv. *Red Opal* e a *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. *Golden Torch* obtiveram 75% de viabilidade e a *H. x nickeriensis* teve o menor índice de viabilidade com 37%.

Já Leite et al. (2007) que estudaram o peso e a viabilidade de rizomas de helicônias observaram que com 67 DAP a *H. Latispatha* cv. *Red-Yellow Gyro* (Laranja) teve 75% de viabilidade, no entanto, para os genótipos que até 67 DAP não atingiram 100% de viabilidade, seria recomendado o acompanhamento por um período maior, visto que a viabilidade em helicônias esta associada às características genéticas, bem como, as condições climáticas (Fernandes, 2000).

Embora o efeito da salinidade da água de irrigação não revelar efeito significativo no IVE, pode-se observar que o aumento da salinidade apresenta uma correlação negativa com o índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 06), apresentando de acordo com a equação, decréscimos de 4,13% por aumento de salinidade estudado, ou de 8,1% por aumento unitário da CEa.

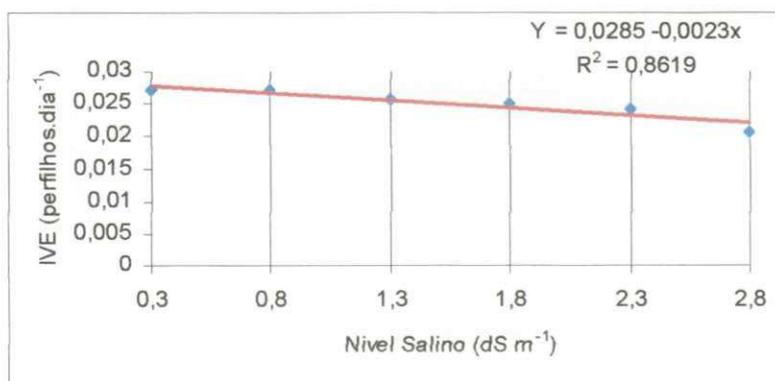


Figura 6. Índice de velocidade de emergência (IVE) de genótipos de helicônias em função dos níveis de salinidade de água aos 80 dias após plantio (DAP)

Vários autores têm constatado redução da velocidade de emergência, em outras espécies inclusive em bananeira (Santos et al., 1993 e Araújo Filho et al., 1995), devido à diminuição do potencial osmótico, que afeta a disponibilidade de água.

4.2 Números de Perfилhos (NP) e Número de Folhas (NF)

Para o número de perfилhos (NP), os fatores níveis salinos e helicônias foram significativos a 1% de probabilidade, sem haver efeito da interação dos fatores (N x H), significando que os genótipos tiveram comportamento semelhante sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. O efeito da salinidade sob o perfilhamento apresentou comportamento linear decrescente com coeficiente de determinação de 0,97 mostrando que, à medida que aumenta o nível de salinidade, o número de perfилhos diminui (Figura 7) em média 14,8 % por aumento unitário do nível de salinidade. A heliconia H₂ (Rostrata) apresentou o melhor comportamento, com o maior número de perfилhos em média 2,78 e a menor média foi da heliconia H₆ (Nickeriensis) (Figura 8).

Esses resultados indicam que a heliconia na fase de perfilhamento é sensível a salinidade de água de irrigação e entre as helicônias estudadas o H₆ (Nickeriensis) é a que apresenta maior susceptibilidade.

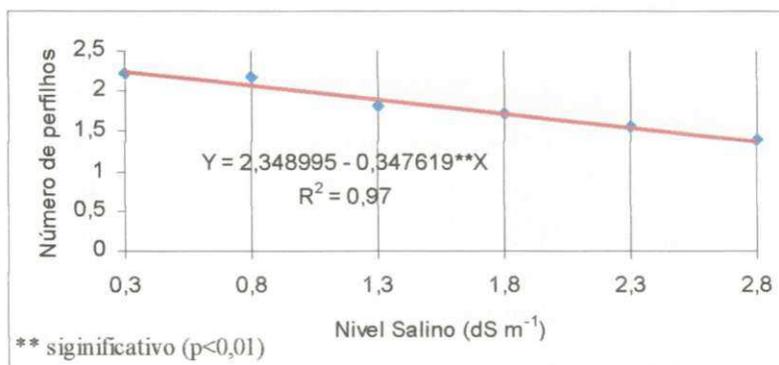


Figura 7. Numero médio de perfилhos (dados originais) de Helicônias em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP.

Tabela 06. Resumo de ANAVA e médias para números de perfilhos (NP) e número de folhas (NF) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 170 DAP.

Causa de Variância	Quadrados médios (§)	
	NP	NF
Níveis de Salinidade (N)	0,18**	0,48**
Reg. Pol. Linear	0,841**	1,97**
Reg. Pol. Quadr.	0,001 ^{ns}	0,32*
Reg. Pol. Cúbica	0,002 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Desvio Rebreessão	0,019 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Helicônias (H)	0,87**	0,52**
Interação N x H	0,05 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Bloco	0,004 ^{ns}	0,03 ^{ns}
QMRresíduo	0,04	0,07
CV (%)	11,94	13,6
Médias (§) (Dados Originais)		
Helicônias		
H ₁ (Golden Torch)	1,68bc (1,89)	2,04a (3,21)
H ₂ (Rostrata)	1,93a (2,78)	1,92a (2,74)
H ₃ (Sassy)	1,54c (1,39)	2,07a (3,42)
H ₄ (Latispatha)	1,79ab (2,22)	2,13a (3,57)
H ₅ (Red Opal)	1,67bc (1,86)	2,01a (3,07)
H ₆ (Nickeriensis)	1,29d (0,72)	1,65b (1,98)
dms	0,19	0,26

(**) a 1% de probabilidade; (ns) não significativo; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

(§) Dados transformados em $\sqrt{X+1}$.

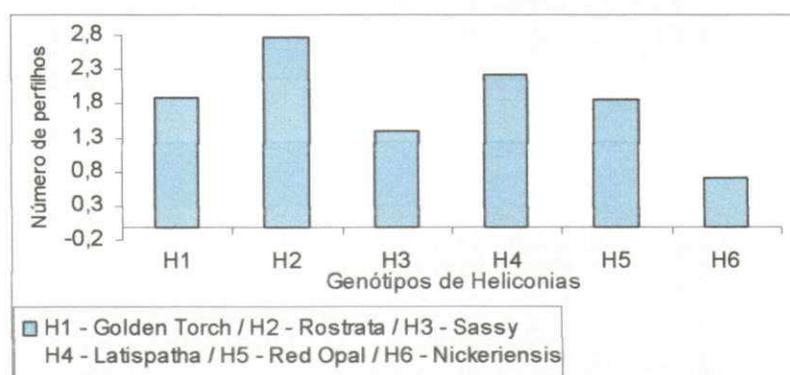


Figura 8. Numero de perfilhos (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP.

Para a cultura de arroz (Fageria et al., 1981, Fageria, 1991, Gore & Bhagwat, 1988, Saxena & Pandey, 1981) e da banana (Santos, 1990), também foi observado a redução na produção de perfilhos com o aumento da salinidade do solo.

Sobre o numero de folhas, os efeitos dos fatores níveis salinos e helicônias foram significativos a 1% de probabilidade, no entanto não foi constatada efeito significativo para interação entre os dois fatores (N x H).

Analisando-se o fator quantitativo níveis de salinidade (N) o número de folhas também seguiu comportamento linear decrescente com coeficiente de determinação de 0,83 (Figura 9), reduzindo em média 14,86 % o número de folhas por aumento unitário de salinidade de água, ou seja, os decréscimos foram aumentando, isso quer dizer que houve efeito acumulativo. Santos (1990), Carmo et al. (2003) e Alves et al. (2005) também constataram redução de número de folhas devido ao aumento de salinidade de irrigação na cultura de banana.

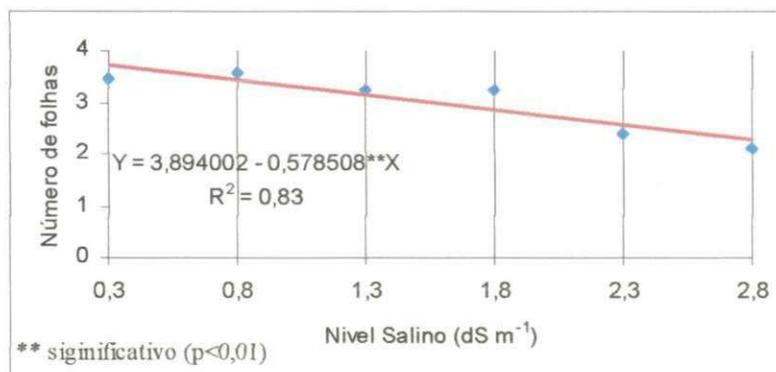


Figura 9. Número médio de folhas (dados originais) de *Helicônias* em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP.

Quanto ao número de folhas (NF) os genótipos de *Helicônias* H₁(Golden), H₂(Rostrata), H₃(Sassy), H₄ (Latispatha) e H₅(Red Opal) não diferiram entre si (Tabela 05). A H₆ (Nickeriensis) apresentou o menor número de folhas sendo significativamente inferior a todas outras, que entre si, não revelaram diferenças significativas. O fato da *Heliconia* H₄ (Latispatha) ter exibido o maior número de folhas quando comparados com os demais, pode ser indicativo da maior tolerância à salinidade (Figura 10).

Observa-se na Figura 9 que até a C_{Ea} = 0,8 dSm⁻¹ não houve qualquer relação em número de folhas, indicativo que a planta tolera esse nível de salinidade. A redução do número de folhas em condições de estresse salino é uma forma da planta reduzir a taxa de transpiração causada pela deficiência hídrica nas plantas devido ao efeito osmótico (Fageria, 1989).

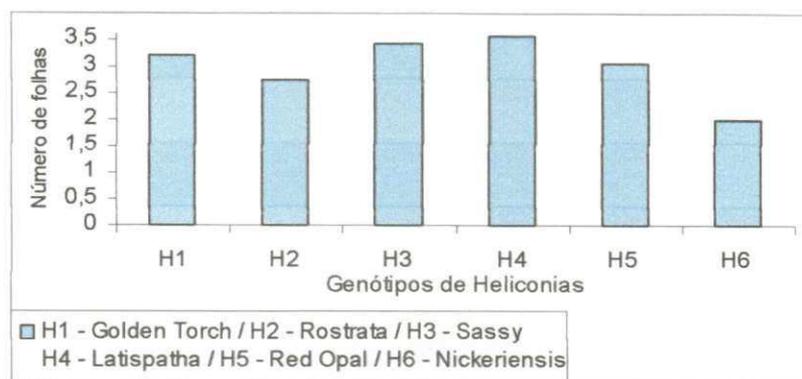


Figura 10. Número de folhas (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP.

Um fato importante a ressaltar que observou-se a ocorrência de cloroses (manchas de cor amarelada) nas folhas de helicônias, sendo mais pronunciadas nos tratamentos mais salinos. Santos et al. (1994) e Lahay & Turner (1983) também observaram cloroses em folhas de bananeiras por toxidez de Na e Cl, sendo os efeitos mais drásticos observados nos tratamentos salinos.

4.3 Altura de Planta

A altura do colo da planta até a base da folha mais jovem (AP1) foi influenciada significativamente tanto pela salinidade da água de irrigação como pelo fator helicônias, no entanto, não havendo efeito significativo da interação (N x H), indicando que as helicônias tiveram comportamentos semelhantes dentro de cada nível salino, bem como os níveis salinos não diferiram dentro de cada genótipo de heliconia. Conforme Kress et al (1999) as helicônias H₁, H₃, H₅ e H₆ pertencem ao porte pequeno (altura inferior a 1,5m) e H₂ e H₄ ao porte médio (altura entre 1,51 a 2,5m). Analisando os genótipos de helicônias, observa-se que, entre as helicônias de porte pequeno, a que obteve um crescimento melhor foi a heliconia H₅ (Red Opal) com 18,14 cm, já a de portes médios foi a H₄ (Latispatha) com 25,56 cm (Figura 11). A heliconia H₆ (Nickeriensis) apresentou altura significativamente inferior a todas helicônias estudadas.

Tabela 07. Resumos de ANOVA e médias para a altura do colo da planta até a base da folha mais jovem (AP1) e a altura do colo da planta até o ápice da última folha totalmente expandida (AP2) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 170 DAP.

Causa de Variância	Quadrados médios (§)	
	API	AP2
Níveis de Salinidade (N)	9,84**	23,18**
Reg. Pol. Linear	47,98**	113,09**
Reg. Pol. Quadr.	0,39 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Reg. Pol. Cúbica	0,02 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Desvio Regressão	0,41 ^{ns}	1,13 ^{ns}
Helicônias (H)	9,30**	16,34**
Interação N x H	1,02 ^{ns}	2,34 ^{ns}
Bloco	0,25 ^{ns}	0,49 ^{ns}
QMResíduo	0,86	1,76 ^{ns}
CV (%)	23,53	22,32
	Médias (cm) (§) (Dados Originais)	
Helicônias		
H ₁ (Golden Torch)	3,59bc (12,76)	5,90a (35,01)
H ₂ (Rostrata)	3,99b (15,73)	5,96a (35,90)
H ₃ (Sassy)	3,87b (15,51)	6,04a (38,68)
H ₄ (Latispatha)	5,02a (25,56)	6,56a (50,18)
H ₅ (Red Opal)	4,31a (18,14)	6,96a (43,08)
H ₆ (Nickeriensis)	2,87c (9,76)	4,18b(23,56)
dms	0,91	1,29

(**) a 1% de probabilidade; (ns) não significativo; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(§) Dados transformados em $\sqrt{X + 1}$.

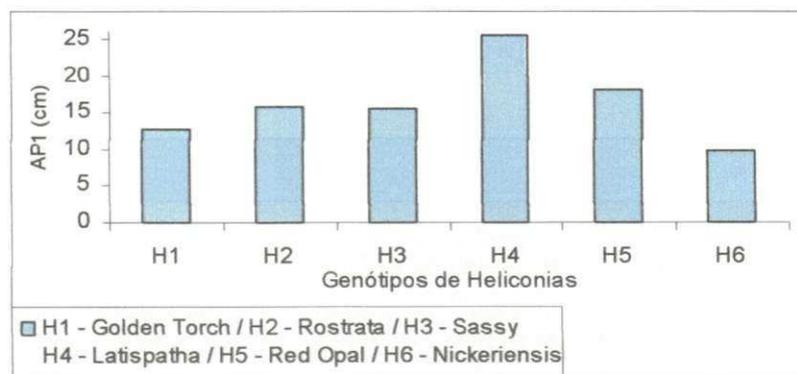


Figura 11. A altura do colo da planta até a base da folha mais jovem do ápice (AP1) das helicônias (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP.

Para o fator salinidade, observou-se comportamento linear decrescente, reduzindo em 24,06 % altura de planta (AP1) por incremento unitário em nível de salinidade. Pelo estudo de regressão e modelo matemático obtido verificou-se que o coeficiente de determinação foi de 0,95 (Figura 12).

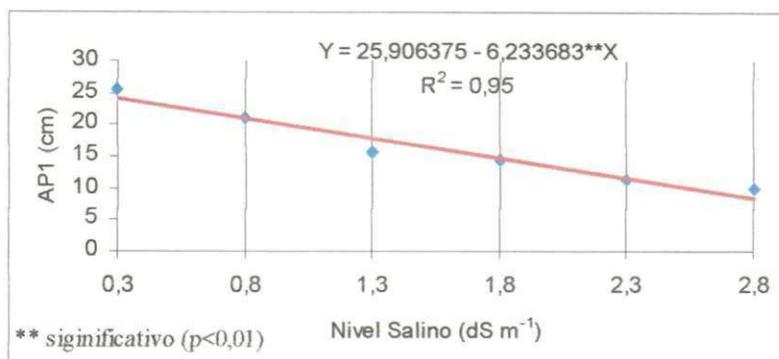


Figura 12. A altura do colo da planta até a base da folha mais jovem do ápice (AP1) das helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP.

Com relação à altura do colo da planta até o ápice da folha mais jovem expandida (AP2), o efeito dos fatores níveis salinos ou níveis de salinidade e genótipos de helicônias foi significativo a 1% de probabilidade, sem haver efeito da interação entre dois fatores (N x H), As helicônias analisadas com maior altura foram a H₅ (Red Opal) com 43,08 e a H₄ (Latispatha) com 50,18 (Figura 13). A heliconia H₆ (Nickeriensis) apresentou altura significativamente inferior a todas helicônias estudadas.

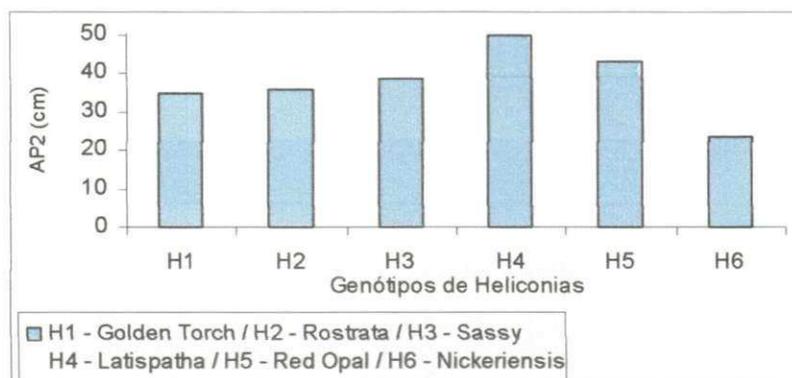


Figura 13. A altura do colo da planta até o ápice da folha mais jovem expandida (AP2) das helicônias (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP.

Na Figura 14 observa-se que o comportamento foi linear decrescente, reduzindo a altura em 23,66 % para cada incremento unitário da CEa e o coeficiente de determinação do modelo matemático foi de 0,96.

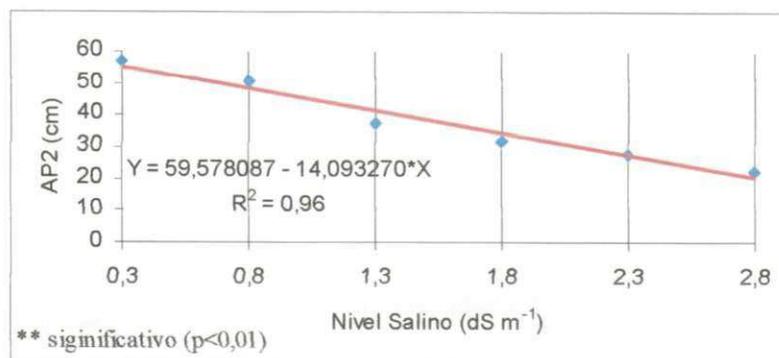


Figura 14. A altura do colo da planta até o ápice da folha mais jovem expandida (AP2) das helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP.

Santos & Gheyi (1993) observaram que, de maneira geral, plantas irrigadas com águas contendo concentrações salinas maiores tiveram alturas menores. Santos & Gheyi (1994), Araújo Filho et al. (1995) e Carmo et al. (2003) constataram também que o aumento dos níveis de salinidade acarretou decréscimo linear na altura das plantas de bananeiras e Carneiro (2001) constatou redução na altura das plantas de clones de cajueiro anão-precose.

Possivelmente, a altura da planta foi afetada pelo aumento de pressão osmótica, pois a dificuldade em absorver água e nutrientes, influenciou a divisão e o alongamento celular, resultando no menor crescimento (Taiz & Zeiger, 2004).

4.4 Teor de Água na Planta (TAP)

Observa-se ter havido efeito significativo da salinidade da água de irrigação (N) sobre o teor de água na planta - TAP (Tabela 08), ao nível de 1% de probabilidade. Não houve efeito significativo, quanto aos genótipos de helicônias e da interação N x H. Entre os genótipos de Helicônias, o TAP variou entre 72,70 e 57,37 % (Figura 15). Conforme os estudos de regressão, a influência da salinidade sobre o TAP foi linear decrescente, havendo uma diminuição de 10,95 % por aumento unitário na salinidade da água de irrigação, concordando com os relatos de Pizarro (1985) e Lima (1997), que a presença de sais em excesso na solução do solo diminui o potencial osmótico, podendo chegar a um ponto em que a força de sucção das raízes não consegue mais se contrapor, ao potencial osmótica e, em consequência, não conseguem absorver água. Em condições salinas ocorre redução na disponibilidade água, ou seja, com o acúmulo de sais no solo, o potencial total deste sofre uma redução, devido à contribuição

do potencial osmótico e, como a água tende a deslocar-se do ponto de maior para o de menor potencial, surgirá este ponto negativo à absorção de água.

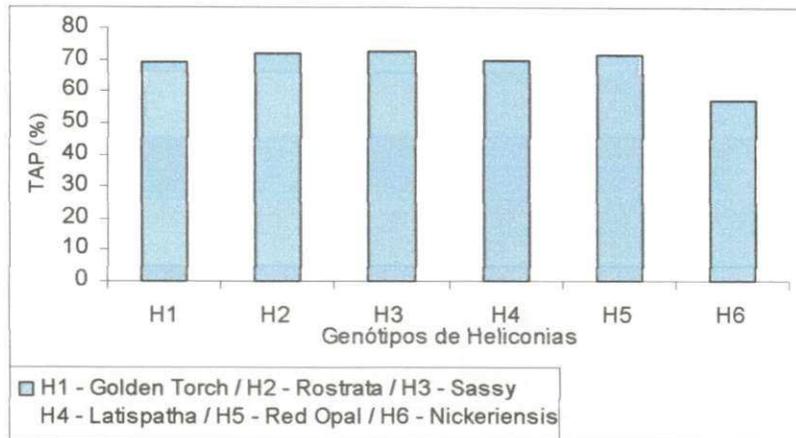


Figura 15. O teor de água na planta (TAP) das helicônias (dados originais) em função de genótipos de helicônias aos 170 DAP.

Tabela 08. Resumo de ANOVA e médias para teor de água da Planta (TAP) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 170 DAP.

Causa de Variância	Quadrados médios (§)
	TAP
Níveis de Salinidade (N)	7,68**
Reg. Pol. Linear	32,85**
Reg. Pol. Quadr.	1,46 ^{ns}
Reg. Pol. Cúbica	3,73 ^{ns}
Desvio Regressão	0,19 ^{ns}
Helicônias (H)	3,48 ^{ns}
Interação N x H	1,71 ^{ns}
Bloco	4,91 ^{ns}
QMResíduo	2,39
CV (%)	18,84
	Médias (%) (§) (Dados Originais)
Helicônias	
H ₁ (Golden Torch)	8,29a (69,13)
H ₂ (Rostrata)	8,33a (72,24)
H ₃ (Sassy)	8,49a (72,70)
H ₄ (Latispatha)	8,35a (69,69)
H ₅ (Red Opal)	8,43a (71,80)
H ₆ (Nickeriensis)	7,32a (57,38)
dms	1,51

(**) a 1% de probabilidade; (ns) não significativo; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(§) Dados transformados em $\sqrt{X + 1}$.

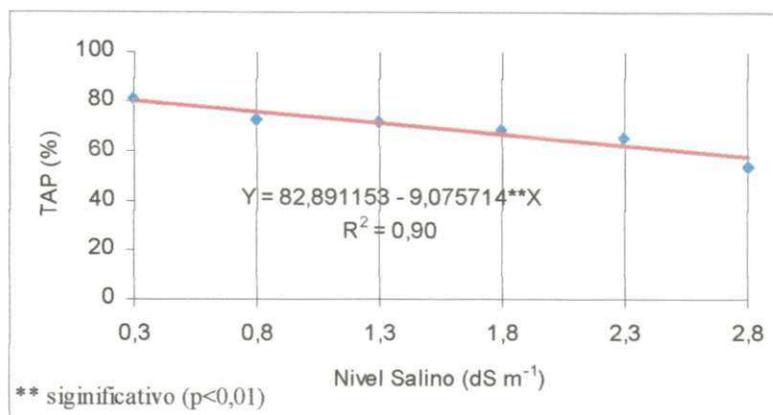


Figura 16. O teor de água na planta (TAP) das helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP.

4.5 Fitomassa Seca da Planta

A análise de crescimento é um meio acessível e preciso para se avaliar e inferir sobre a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o desempenho do vegetal. Essa análise se baseia no fato que, cerca de 90% da matéria seca acumulada pelas plantas durante o seu crescimento resulta da atividade fotossintética (Benincasa, 1988).

As análises de variância e as médias observadas para fitomassa seca da parte aérea (FSPA), de raízes (FSR) e total (FST), estão resumidas na Tabela 09. Verifica-se que a fitomassa seca da parte aérea (FSPA) só sofreu efeito da salinidade da água de irrigação (N) ao nível de 1% de probabilidade. Não havendo efeito significativo para o fator Helicônias e para a interação entre helicônias e tratamentos salinos.

De acordo com os estudos de regressão, o efeito dos tratamentos salinos sobre a FSPA foi linear e decrescente com uma diminuição de 35,98 % por aumento unitária da CEa (Figura 17A).

Observa-se que a heliconia H₁ (Golden Torch) desenvolveu menor FSPA (média de 6,44g ou 2,37g em termos dados transformados), em relação aos demais que não diferiram entre si. H₅ (Red Opal) produziu maior fitomassa da parte aérea (média de 15,46g ou 3,54 g em termos dados transformados), em termos de matéria seca.

Araújo Filho et al. (1995) estudando tolerância da bananeira a salinidade, observaram também que o aumento da salinidade no solo proporcionou uma redução no peso seco da parte aérea e no peso da raiz, independente de cultivares.

Conforme os dados de análise de variância (Tabela 09), a salinidade da água de irrigação também influenciou a produção de fitomassa seca de raiz (FSR). O efeito negativo (significativo a 1%) da salinidade sobre a FSR foi quadrática, com decréscimos de 4,02; 8,05; 12,07; 16,09 e 20,11% respectivamente para os níveis N₂, N₃, N₄, N₅ e N₆ quando comparado com N₁ (Figura 17B).

Houve efeito significativo de 1% de probabilidade entre os genótipos helicônias (H) para FSR (Tabela 09). Por não ser significativa a interação N x S, a FSR produzida pelas heliconais não dependeu dos níveis de salinidade, de maneira similar a FSPA. A heliconia H₂ (Rostrata), apesar de não diferir estatisticamente de H₄ (Latispatha) e H₅ (Red Opal), desenvolveu maior FSR (média de 41,81g). Entretanto, a heliconia H₆ (Nickeriensis), embora sem diferir estatisticamente de H₁ (Golden Torch) e H₃ (Sassy), produziu menor FSR (média de 10,81g) no período de observação.

Quanto à fitomassa seca total (FST), foi também influenciada pela salinidade da água de irrigação (N) e pelo fator helicônias (H), todos em nível de 1% de probabilidade. Como observada em outras variáveis, não foi constatada o efeito significativo da interação, sugerindo não haver diferenças de fitomassa seca total entre as helicônias estudadas dentro de níveis de salinidade e vice-versa.

Conforme os estudos de regressão, o efeito dos tratamentos salinos sobre a FST foi quadrática (Figura 17C) com decréscimos, em relação a N₁ de 8,89; 16,96; 24,23; 30,69 e 36,33 para N₂, N₃, N₄, N₅ e N₆, respectivamente.

Analisando-se a FST entre os genótipos helicônias (H) (Tabela 09), observa-se que a heliconia H₁ (Golden Torch), H₃ (Sassy) e H₆ (Nickeriensis) apresentaram menor FST (entre 18,99 e 24,32g). As helicônias H₂ (Rostrata), H₄ (Latispatha) H₅ (Red Opal) apresentaram maior FST (entre 43,82 a 50,76g).

Na literatura são encontradas referências, evidenciando que em condições de estresse hídrico e salino, diminui o transporte de citocininas da raiz para a parte aérea (Itai et al., 1965; 1968; 1971) e estas são importantes para a síntese de proteínas e para o crescimento das plantas, por estarem envolvidas na restauração da RuDP (rubisco), no processo fotossintético (Gordon & Letham, 1975; Skene, 1975; Bradford, 1982).

Tabela 09. Resumo de ANAVA e médias para fitomassa seca da parte aérea (FSPA), de raiz (FSR) e total (FST) de seis helicônias sob diferentes níveis de salinidade (CEa) aos 170 DAP.

Causa de variação	Quadrados médios (§)		
	FSPA	FSR	FST
Níveis salinos (N)	18,04**	19,54**	37,83**
Reg. Linear	75,95**	84,51**	171,06**
Reg. Quadrática	2,77 ^{ns}	10,65**	14,21**
Desvio Regressão	3,82 ^{ns}	0,85 ^{ns}	1,29 ^{ns}
Helicônias (H)	3,51 ^{ns}	31,08**	27,73**
Interação N x H	0,82 ^{ns}	2,05 ^{ns}	1,83 ^{ns}
Bloco	2,28 ^{ns}	2,72 ^{ns}	5,68 ^{ns}
Resíduo	1,64	1,18	2,36
CV (%)	25,38	22,72	27,67
	Médias (§) (Dados Originais)		
Helicônias			
H ₁ (Golden Torch)	2,37a (6,44)	3,46b (12,55)	4,09b (18,99)
H ₂ (Rostrata)	2,91a (8,95)	6,28a (41,81)	6,89a (50,76)
H ₃ (Sassy)	2,39a (5,53)	4,13b (18,79)	4,70b (24,32)
H ₄ (Latispatha)	2,80a (7,62)	5,97a (36,20)	6,53a (43,82)
H ₅ (Red Opal)	3,54a (15,46)	5,56a (32,77)	6,57a (48,23)
H ₆ (Nickeriensis)	3,08a (12,44)	3,29b (10,81)	4,52b (23,25)
Dms	1,25	1,06	1,50

(**) a 1% de probabilidade; (ns) não significativo; (dms) diferença mínima significativa; médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

(§) Dados transformados em $\sqrt{X+1}$.

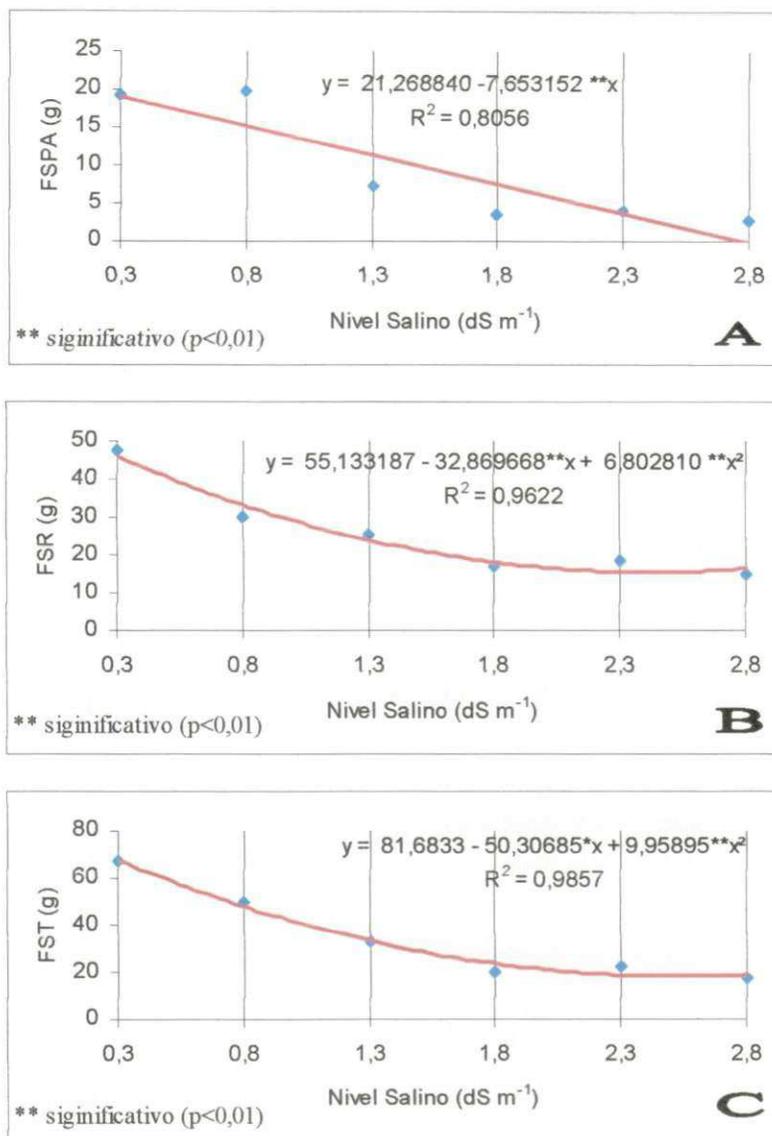


Figura 17. A fitomassa seca da parte aérea (FSPA) (A), a fitomassa seca das raízes (FSR) (B) e a fitomassa seca total (FST) (C) das helicônias (dados originais) em função da salinidade da água de irrigação aos 170 DAP.

4.6 Condutividade Elétrica da Água de Drenagem (CEad), Fator de Concentração (FC) e Fração de Lixiviação (FL)

Os resultados de volumes de água drenada e a condutividade elétrica de água de drenagem (CEad), encontram-se na Tabela 10. A condutividade elétrica (média ponderada) do efluente drenado (CEad) aumentou com o incremento da salinidade da água de irrigação. Observou-se também que no intervalo de 0-50 DAP a CEad foi em

média 1,18 vezes a CEa, no intervalo de 51-100 DAP em media foi de 1,24 vezes a CEa e no intervalo de 101-170 DAP em media foi de 1,26 vezes a CEa (Figura 18).

Tabela 10. Volume de água aplicado (VA) e drenado (VD) por 6 vasos, condutividade elétrica media ponderada (CEad) e fator de concentração (FC) de água de drenagem e fração de lixiviação (FL).

Fatores estudados	0-50 DAP (Três Leituras + 1º drenagem)				
	VA (L)*	VD (L)	CEad (dS m ⁻¹)	FC	FL
N ₁ (0,3 dS m ⁻¹)	60,00	8,35	5,93	19,77	0,14
N ₂ (0,8 dS m ⁻¹)	60,00	6,32	6,07	7,59	0,10
N ₃ (1,3 dS m ⁻¹)	60,00	7,88	7,22	5,55	0,13
N ₄ (1,8 dS m ⁻¹)	60,00	9,22	8,04	4,47	0,15
N ₅ (2,3 dS m ⁻¹)	60,00	12,24	10,09	4,39	0,20
N ₆ (2,8 dS m ⁻¹)	60,00	13,71	11,67	4,17	0,23
Fatores estudados	51-100 DAP (Três Leituras)				
	VA (L)	VD (L)	CEad (dS m ⁻¹)	FC	FL
N ₁ (0,3 dS m ⁻¹)	43,20	13,00	4,93	16,43	0,30
N ₂ (0,8 dS m ⁻¹)	43,20	16,12	6,46	8,08	0,37
N ₃ (1,3 dS m ⁻¹)	43,20	18,30	7,89	6,07	0,42
N ₄ (1,8 dS m ⁻¹)	43,20	23,93	9,16	5,09	0,55
N ₅ (2,3 dS m ⁻¹)	43,20	25,52	9,73	4,23	0,59
N ₆ (2,8 dS m ⁻¹)	43,20	29,75	11,37	4,06	0,69
Fatores estudados	101-170 DAP (Duas Leituras)				
	VA (L)	VD (L)	CEad (dS m ⁻¹)	FC	FL
N ₁ (0,3 dS m ⁻¹)	39,00	10,67	4,99	16,63	0,27
N ₂ (0,8 dS m ⁻¹)	39,00	13,72	6,51	8,14	0,35
N ₃ (1,3 dS m ⁻¹)	39,00	14,24	8,01	6,16	0,36
N ₄ (1,8 dS m ⁻¹)	39,00	18,76	9,30	5,17	0,48
N ₅ (2,3 dS m ⁻¹)	39,00	20,31	9,90	4,30	0,52
N ₆ (2,8 dS m ⁻¹)	39,00	22,74	11,54	4,12	0,58

*Acrescido do volume da primeira drenagem de 700 mL

O fator de concentração de sais na água de drenagem – FC (CEad/CEa) diminuiu com o aumento da salinidade da água de irrigação. A fração de lixiviação – FL (VD/VA) teve uma relação inversa com o FC (Figura 18C) que aumentou com o aumento da salinidade da água de irrigação, em detrimento do consumo de água pelas

plantas. Conforme a Figura 18B os coeficientes de determinação dos intervalos de 0-50, 51-100 e 101-170 DAP foram de 0,90, 0,94 e 0,94, respectivamente.

O consumo médio de água (VA – VD), também decresceu com o aumento da condutividade da água de irrigação. Isso indica que o estresse salino, induz ao estresse hídrico, devido à redução do potencial osmótico da solução no solo.

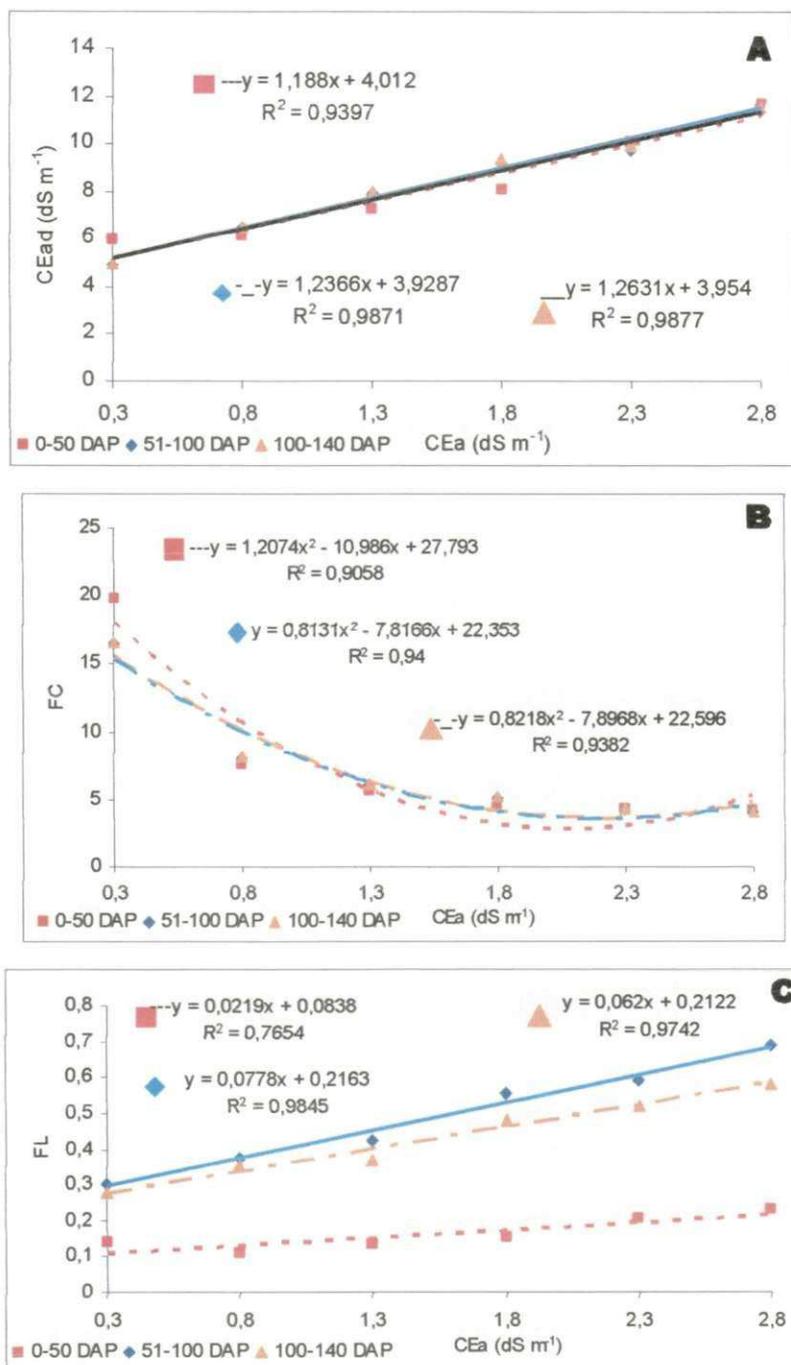


Figura 18. Condutividade elétrica da água drenada – CEad (A), fator de concentração – FC (CEad/CEa) (B) e fração de lixiviação – FL (C) em função da salinidade de água de irrigação (CEa) nos intervalos de 0-50, 51-100 e 101-170 DAP

4.7. Salinidade do Solo no Final do Experimento

Os dados da análise do solo (extrato de saturação) no final do experimento estão resumidos na Tabela 11. O aumento da salinidade da água de irrigação originou um aumento na condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), com valores variando de 3,14 a 12,66 dS m⁻¹, para águas de condutividade elétrica (CEa) de 0,3 (N₁) e 2,8 (N₆) dS m⁻¹, respectivamente. De acordo com o valor 'b' da equação apresentada na Figura 19, a qual demonstra elevado grau de associação entre as duas condutividades ($R^2 = 0,95$), a condutividade elétrica no extrato de saturação do solo ficou em média 4,16 vezes maior a da água de irrigação (CEa). Os resultados observados foram uma consequência de baixa fração de lixiviação (em média 0,035) que não foi suficiente para controlar o aumento da salinidade do solo.

Os íons que sofreram grandes incrementos com a salinidade foram sódio, cloreto, cálcio e magnésio. A elevação acentuada dos íons ocorreu devido às altas proporções de Na utilizadas na preparação das águas de irrigação em forma de cloreto de sódio. Segundo a literatura, uma característica universal da salinidade é a presença em altas concentrações dos íons sódio e cloreto na solução do solo (Epstein & Rains, 1987; Szabolcs, 1989). Altas concentrações destes íons, em relação a outros que estejam presentes em baixas concentrações na solução do solo, podem causar toxicidade (Läuchli & Epstein, 1990). Conforme Ayers & Westcot (1999), os problemas de toxicidade mais frequentes são provocados, principalmente, pelos íons cloreto e sódio contidos na água de irrigação. No presente trabalho, além do efeito osmótico da salinidade, também ocorreu problemas de toxicidade por íons específicos, provavelmente, pelo sódio e cloreto. Observou-se, no nível N₆, necrose no ápice e nas bordas das folhas mais velhas, espalhando-se em todo o limbo foliar, resultando na abscisão das mesmas. Bernstein (1965) também registrou danos severos em folhas de várias frutíferas causados por sódio e cloreto.

Com o aumento do NaCl na água de irrigação houve um aumento crescente em relação de adsorção de sódio (RAS) para cada nível (Figura 20). Richards (1954) se baseia nos efeitos da salinidade sobre as plantas e do sódio trocácel sobre as propriedades do solo. Observando a proposta de Richards (1954), podemos afirmar que o N₁, com o CEes de 3,14 (dS m⁻¹) e o de pH 6,96 é classificado como solos sem problemas de sais, portanto não precisando ser corrigido. Já os outros níveis foram

classificados como solos salino-sódicos, com esses resultados recomendamos a aplicação de corretivos e lixiviação dos sais.

Tabela 11. Resultados de análise do extrato de saturação do solo no final do experimento. Cada valor representa a média das análises.

Fatores estudados	Características			Classificação*
	pH	CEes (dS m ⁻¹)	RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	
N ₁ (0,3 dS m ⁻¹)	6,96	3,14	8,40	Não Salino
N ₂ (0,8 dS m ⁻¹)	6,83	5,80	13,04	Salino Sódico
N ₃ (1,3 dS m ⁻¹)	6,86	7,94	14,54	Salino Sódico
N ₄ (1,8 dS m ⁻¹)	6,86	9,58	18,57	Salino Sódico
N ₅ (2,3 dS m ⁻¹)	6,85	10,44	21,37	Salino Sódico
N ₆ (2,8 dS m ⁻¹)	6,82	12,66	29,92	Salino Sódico

*(Richards, 1954)

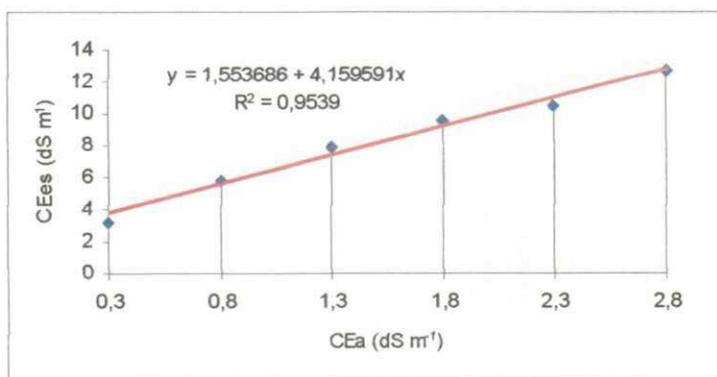


Figura 19. Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) em função da salinidade da água de irrigação no final do experimento.

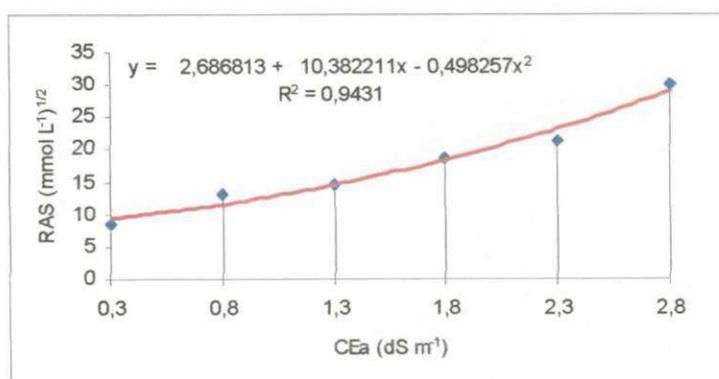


Figura 20. Relação de adsorção de sódio (RAS) em função da salinidade da água de irrigação no final do experimento.

5 CONCLUSÕES

1. *H. psittacorum* cv. Suriname Sassy (H₃) apresentou o melhor índice de velocidade de emergência, emitindo perfilhos antes da *H. rostrata* (H₂) e da *H. x nickeriensis* (H₆), que mostraram os menores IVE, mesmo sujeitas ao estresse salino.
2. Em relação à porcentagem de viabilidade dos rizomas (PVR), *H. latispatha* cv. Red-Yellow Gyro (Laranja) (H₄) obteve o melhor índice em comparação às outras helicônias.
3. A porcentagem da viabilidade dos rizomas e o índice de velocidade de emergência não foram afetados pela salinidade de água de irrigação, porém o perfilhamento reduziu significativamente com o aumento da salinidade de água.
4. A irrigação com água de salinidade superior a 0,8 dS m⁻¹, afetou negativamente a emissão de folhas e o crescimento em altura, sendo que *H. latispatha* cv. Red-Yellow Gyro (Laranja) (H₄) e *H. x nickeriensis* (H₆) apresentou menor e maior reduções.
5. O crescimento das helicônias foi afetado significativamente pelos níveis de salinidade, verificando reduções nas variáveis analisadas (AP1 e AP2) até 170 DAP, com decréscimos relativos, por incremento unitário da CEa, de 24,06% e 23,66% para AP1 e AP2, respectivamente. Entre as helicônias de porte pequeno o genótipo H₃ (Red Opal) obteve um crescimento melhor com 18,14 cm e entre helicônias de porte médio o genótipo H₄ (Latispatha) obteve um crescimento melhor com 25,56 cm.
6. O teor de água nas plantas de helicônias diminuiu 10,95 % por aumento unitário da CE da água de irrigação.
7. Com o aumento da Condutividade Elétrica da água (CEa) ocorre decréscimo das variáveis fitomassa seca da parte aérea (FSPA), de raiz (FSR) e total (FST).
8. A salinidade da água de irrigação afeta mais o crescimento da parte aérea que o do sistema radicular.

9. A condutividade elétrica do extrato de saturação (CEs) cresceu de maneira linear com o aumento da salinidade, tendo por aumento unitário de CEa 0,95.
10. Os níveis de salinidade da água de irrigação acima de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ foram críticos para o crescimento dos genótipos de helicônias *H. psittacorum* x *H. spathocircinata* cv. Golden Torch (H_1) e *H. x nickeriensis* (H_6), pois a partir deste nível começaram a ser afetados e os níveis de salinidade da água de irrigação acima de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ foram críticos para o crescimento dos demais genótipos de helicônias
11. A *H. x nickeriensis* (H_6) apresentou os menores índices em comparação as demais helicônias em todas as variáveis avaliadas sendo o genótipo mais susceptível a salinidade do solo.
12. O solo no final do experimento foi classificado no nível $0,3 \text{ (dS m}^{-1}\text{)}$ como solos sem problemas de sais, portanto, não precisando ser corrigido. Já os outros níveis foram classificados como solos salino-sódicos, com esses resultados recomendamos a aplicação de corretivos e lixiviação dos sais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. **Advances in Agronomy**, New York, v.16, p.139-180, 1964.

ALVES, N. A.; SOARES, F. A. L.; SILVA, F. V. da; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; OLIVEIRA, F. H. T. de; TRAVASSOS, K. D. Crescimento e desenvolvimento de duas variedades de bananeira irrigadas sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, suplemento, p.379-386, 2005.

AMACHER, J. K.; KOENIG, R.; KITCHEN, B. Salinity and plant tolerance. Disponível em: <http://extension.usu.edu/files/publications/publication/AG-SO-03.pdf>. Acesso em 10 de junho, 2008.

ANDERSSON, I. An evolutionary scenario for the genus *Heliconia*. In: HOLM-NIELSEN, L.B; NIELSEN, I. C.; BALSLEV, H. (ed.) **Tropical forests**; botanical dynamics, speciation and diversity. London: Academic Press Limited, 1989. p. 173-184.

ANSARI, R.; NAQUI, S. M.; ALA, S. A. Growth and composition of two cultivars of *Triticum aestivum* as affected by soil salinity. **Soil Science**, Baltimore, v.9, p.443-453, 1978.

ARAÚJO FILHO, J. B.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, N. C. Tolerância da bananeira à salinidade em fase inicial de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 7, p. 989-997. 1995.

- AUDRY, P. ; SUASSUNA, J. A. **A qualidade da água na irrigação do tropico semi-árido - Um estudo de caso.** Seminário Franco Brasileiro de Pequena Irrigação. Recife. Anais ...Recife: SUDENE, 1990. p.147-153
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande: UFPB. Tradução de GHEYI, H. R.; MADEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. 1999, 153p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- BALL, M. C.; CHOW, W. S.; ANDERSON, J. M. Salinity-induced potassium deficiency causes loss of functional photosystem II in leaves of the grey mangrove, *Avicennia marina*, through depletion of the atrazine-binding polypeptide. **Australian Journal of Plant Physiology** Victoria, v.14, p.351-361, 1987.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas.** Jaboticabal: FUNEP, 1988, 42p.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação e drenagem.** 6 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária., 1995. 657p.
- BERNSTEIN, L. **Salt tolerance of grasses and forage legumes.** Washington D. C.: U. S. Department of Agriculture, 1958. 7p. (USDA. Inform. Bull., 194).
- BERNSTEIN, L. Effects of salinity on mineral composition and growth of plants. **Plant Analysis and Fertilizer Problems**, v.4, p.25-45, 1964.
- BERNSTEIN, L. **Salt tolerance of fruit crops.** Washington: United States Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin nº 292. sp, 1965.
- BERNSTEIN, L. Crop growth and salinity. In: SCHILFGAARD. J. van (ed). **Drainage for agriculture.** Madison: American Society Agronomy 1974. cap. 3, p.39-54. (Agronomy, 17).
- BERNSTEIN, L. Effect of salinity and sodicity on plant growth. **Annual Review Phytopathology.** Palo Alto, n.13, p. 295-311, 1975.

- BERNSTEIN, L.; HAYWARD, H. E. Physiology of salt tolerance. **Annual Review Plant Physiology**, Palo Alto, v.9, p.25-46, 1958.
- BERRY, F.; KRESS, W. J. **Heliconia: An identification guide**. London: British Library, 1991. 334p.
- BEZERRA, F. C. **Curso de floricultura: aspectos gerais e técnicas de cultivo para flores tropicais**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1997. 38p.
- BEZERRA, I. L.; **Produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, usando águas de diferentes salinidades**. UFPB, Campina Grande, 2001. 85p. Dissertação Mestrado.
- BOHN, H. L.; McNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. A. **Soil chemistry**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. 341p.
- BRADFORD, K. J. Regulation of shoot responses to root stress by ethylene, abscisic acid, and cytokinin. In: WAREING, P. F. (ed). **Plant growth substances**, London, Academic Press, p.599-608, 1982.
- BRADY, N.; BUCKMAN, H. C. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S. A., 1983. 647p.
- BRESLER, E.; McNEAL, B. L.; CARTER, D. L. **Saline and sodic soil: Principles, dynamics and modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 249 p.
- BROWN, J. W.; WADLEIGH, C. H.; HAYWARD, H. E. Foliar analysis of stone fruit and almond trees on saline substrates. **Proceedings American Society Horticulture Science**, v. 61, p. 49-55, 1953.
- CARMO, G. A. do; MEDEIROS, J. F. de; TAVARES, J. C.; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. M.; Palácio, E.A.Q. Crescimento de bananeiras sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.513-518, 2003.

- CARNEIRO, P.T. **Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro anão-precoce sob condições de salinidade**. UFPB, Campina Grande, 2001. 84p. Dissertação Mestrado
- CARTER, D. L. Problems of salinity in agriculture. In: POLJAKOFF-MAYBER, A., GALE, J. (ed.). **Plants in saline environments**. Berlin: Springer-Verlag, 1975. cap. 2., p.25-35. (Ecological Studies, 15).
- CASTRO, C. E. F. de. **Helicônia para exportação: Aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa / SPI, 1995. 44p. (Série Publicações Técnicas Frupex; 16).
- CASTRO, C. E. F.; GRAZIANO, T. T. Espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.3, p.15-28, 1997.
- CASTRO, C. E. F. de; MAY, A.; GONÇALVES, C. Atualização da nomenclatura de espécies do gênero *Heliconia* (Heliconiaceae). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 13, n.1. p. 38-62, 2007
- CHRISTIANSEN, J. E. OLSEN, E. C.; WILLARDSON, L. S. Irrigation water quality evaluation. **Journal of the Irrigation and Drainage**, Berlin, v. 103, p. 155-169, 1977.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Ed. Moderna. 1982. 368p.
- COSTA, A. S. **Características agronômicas e genéticas de helicônias na Zona da Mata de Pernambuco**. UFRPE, Recife, 2005. 80p. Dissertação Mestrado
- COSTA, A. S.; VERONA, A. L.; LOGES, V.; CASTRO, A. C. R.; PESSOA, C. O. Avaliação da sobrevivência de rizomas de helicônias em Pernambuco. In: IV Jornada de Pesquisa, Ensino e Extensão da UFRPE, 2004, Recife. Anais...da. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2004. CD-Rom

- COSTA, R. G.; GHEYI, H. R. Variação da qualidade da água de irrigação da microrregião homogênea de Catole do Rocha - PB. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília DF, v. 19, p.1021-1025,1984.
- CRUCIANI, D. E., **A drenagem na agricultura**, 4. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 337p
- CRUCIANI, D. E. Drenagem agrícola para recuperação dos solos afetados por sais. In: Gheyi, H.R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J.F. de (ed). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. UFPB/SBEA: Campina Grande - PB, 1997. p-209-238.
- DAHIYA, S. S., DAULTA, B. S., AHLAWAT, V. P. Salt tolerance of fruit crops: A review. **Haryana Journal of Horticultural Science**. v.12, n.1-2, p.52-62, 1983.
- DIAS, M. A. S.; RODRIGUES, P. H. V. Fontes de explantes e contaminantes isolados em cultivo *in vitro* de *Heliconia bihia - heliconiaceae*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.7, p.165-168, 2001.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. 1997. 212p.
- EPSTEIN, E. The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells. **Plant Physiology**, Bethesda, v.36, p.437-444, 1961.
- EPSTEIN, E. **Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives**. New York: John Wiley and Sons. 1972. 412p.
- EPSTEIN, E.; RAINS, D. W. Advances in salt tolerance. **Plant and Soil**, The Hague, v.99, p.17-29, 1987.
- FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: Ed. Campus; Goiânia: EMBRAPA, 1984. 341p.

FAGERIA, N.K. Tolerance of rice cultivars to salinity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.281-288, 1991.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA/DPU, 1989. 425p (EMBRAPA-CNPAP. Documento, 18).

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; GHEYI, H. R. Avaliação de cultivares de arroz para tolerância à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.5, p.677-681, 1981.

FERNANDES E. P. **Crescimento e produção de Heliconia psittacorum L. em função de adubação mineral e densidade de plantio**. Goiânia: UFG. 2000. 99p. Dissertação de Mestrado.

FERNANDES, P. D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: Departamento de Engenharia Agrícola, UFPB, 2002, 52 p.

FERREIRA, A.; SOUZA FILHO, I. C.; ALBUQUERQUE, S. C.; BRASIL, H. S. Diagnóstico da floricultura em Pernambuco. In: **Floricultura em Pernambuco**. p.21-59, Recife: SEBRAE, 2002. 82 p. (Serie Agronegocio).

FERREIRA, D. F. Programa SISVAR – programa de análises estatísticas. Lavras: UFLA. 2003.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.

FOLLETI, R. H.; MURPHY, L. S.; DONAHUE, R. L. **Fertilizers and soil amendments**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1981. 557p.

GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 1991. 70p.

- GOMES A. R. M. ; D'ÁVILA J. H. T.; GONDIM R. S. ; BEZERRA F. C. ; BEZERRA F. M. L. Estimativa da evapotranspiração e coeficiente de cultivo da *Heliconia psittacorum* L x *H. spathocircinata* (Arist) cultivada em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza – CE, v.37, n.1, p.13-18, 2006
- GONDIM, R. S.; GOMES, A. R. M. ; BEZERRA, F. C. ; COSTA, C. A. G.; PEREIRA, N. S. **Manejo da irrigação na produção da helicônia (H. bihai)** Fortaleza: EMBRAPA -CNPAT, 2004. 20p. (EMBRAPA-CNPAT. Circular Técnica, 19).
- GORDON, M. E.; LETHAM, D. S. Regulators of cell division in plant tissues. XXII. Physiological aspects of cytokinin-induced radish cotyledon growth. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v.2, p.129-154, 1975.
- GORE, S.R.; BHAGWAT, K.A. Performance of rice cultivar Mashuri at different salinity levels. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v.13, n.6, p.21, 1988.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed.) **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB – SBEA, 1997. p. 137-169.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T. **Plant propagation: Principles and practices**. 5 ed. New Jersey: Printice Hall International, 1990. 647p.
- HOORN, J. W. van. Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects. In: **Salinity seminar**, Baghdad. Rome: FAO, 1971. p.117-35. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 7).
- IBIAPABA, M. V. B. da; LUZ, J. M. Q.; INNECCO, R.; Avaliação do espaçamento de plantio de *Heliconia psittacorum* L., cultivares Sassy e Andromeda. **Ciência Agropecuária**, Lavras, v.24, n.1, p.181-186, 2000.

- IBIAPABA, M. V. B. da; LUZ, J. M. Q.; INNECCO, R. Comportamento de duas espécies de helicônia em diferentes espaçamentos de plantio em Fortaleza (CE). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.3: 74-79p. 1997.
- IBRAFLOR - Instituto Brasileiro de Floricultura. Análise conjuntural das exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil (janeiro a dezembro de 2004). Disponível em <http://www.ibraflor.com.br>. Acessado em 16/12/2006.
- ITAI, C.; RICHMOND, A.; VAADIA, Y. The role of root cytokinins during water and salinity stress. **Israel Journal of Botany** , v.17, p.187-195, 1968.
- ITAI, C.; VAADIA, Y. Kinetin-like activity in root exudate of water-stressed sunflower plants. **Physiology Plant**, Copenhagen, v.18, p.941-944, 1965.
- ITAI, C.; VAADIA, Y. Cytokinin activity in water stressed shoots. **Plant Physiology**, Bethesda, v.47, p.87-90, 1971.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. ; **Perfil da cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais da mesorregião metropolitana de Belém (PA)**. Belém: Sebrae do Estado do Pará, 2006, 210p.
- KAFKAFI, U. Plant nutrition under saline conditions. In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, K (ed.). **Soil salinity under irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. p.319-338. (Ecological Studies, 51).
- KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVET, Y. Quality of irrigation water. In: KOVDA, V. A.; BERG, C. van den; HAGAN, R. M. (ed.). **International source book on irrigation, drainage and salinity**. London: HUTCHINSON/FAO/UNESCO, Cap.7, p. 177-205, 1973.
- KRAMER, P. J. **Water relations of plants**. Orlando: Academic Press, 1983. 489p.
- KRESS, W.J.; BETANCUR, J.; ECHEVERRY, B. **Helicônias : llamaradas de la selva colombiana**. Colômbia: Cristina Uribe Editores; 1999, sp.

- LAHAV, E.; TURNER, D. W. **Fertilizing for high yield – banana**. Berne: Internatioal Potash Institute, 1983. 62p. (Bulletin, 7)
- LAMAS, A. M. **Flores: Produção, pós-colheita e mercado**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2004a, 109p
- LAMAS, A.M. **Floricultura tropical – Técnica de cultivo**. Fortaleza: Instituto Frutal. 2004b. CD-Rom.
- LARAQUE, A. **Estudo e previsão da qualidade química da água dos açudes do Nordeste**. Recife : SUDENE, 1989. 97p. (SUDENE. Hidrologia, 26).
- LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Transport of potassium and rubidium in plant roots. The significance of calcium. **Plant Physiology**, Bethesda, v.45, p.639-641, 1970.
- LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant responses to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K. (ed.) **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. cap. 6, p.113-137.
- LEITE, K. M. P.; GUIMARAES, W. N. R.; VERONA, A. L.; LOGES, V. **Peso e viabilidade de rizomas de Heliconia spp**. In: 16º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais, v. 13. Goiania, 2007.
- LIMA L.A. Efeitos de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.M (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.113-136.
- LINS, S. R. O.; COELHO, R. S. B. Ocorrência de doenças em plantas ornamentais tropicais no Estado de Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.29, n.3 , 2004.
- LOGES, V.; TEIXEIRA, M. C. F.; CASTRO, A. C. R.; COSTA, A. S. Colheita, pós-colheita e embalagem de flores tropicais em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.699-702, 2005.

LOMACHINSKY, M. H., **A evolução da floricultura pernambucana: Um novo produto na pauta de exportações do Estado**, Recife: UFPE, 2005. 75p. Dissertação Mestrado.

MAAS, E. V. Crop tolerance. **California Agriculture**, Berkeley, v.38, n.10, p.20-21, 1984.

MAAS, E. V. Crop tolerance to saline sprinkling water. **Plant and Soil**, Dordrecht., p.273-284, 1985.

MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research**, New York, v.1, p.12-36, 1986.

MAAS, E. V. Crop salt tolerance. In: TANJI, K. K. (ed). **Agricultural salinity assessment and management**. New York: ASCE, 1990. cap. 13, p.262-304.

MAAS, E.V.; GRATAN, S. R. Crop yields as affected by salinity. In: SKAGGS, R.W.; VANSCHILFGRARDE, J. (ed.) **Agricultural drainage**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1999. p.55-108. (Agronomy Monograph no 38)

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division of: American Society of Civil Engineers**, New York , v.103, n.IR2, p.115-134, 1977.

MARQUES, J.A.; COELHO, P.J.A.; FERREIRA, M.A.; AMARAL, Z. P.; TORRES, A. C.; BUSO, G. **Estudo da variabilidade genética entre indivíduos de populações de *Helicônia bihai* e *Helicônia rostrata***. Brasília, DF. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2004. 15p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia).

MEIRI, A.; SHALHEVET, J. Crop growth under saline conditions. In: YARON, B.; DANFORS, E.; VAADIA, Y. (ed.). **Arid zone irrigation**. Berlin: Springer-Verlag, 1973. cap.6, p.277-290. (Ecological Studies, 5)

- MENGUEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4 ed. Bern: International Potash. Institute 1987. 687p.
- PAIVA, W. O. **Cultura de helicônia**. Fortaleza: EMBRAPA - CNPAT, 1998. 20p. (EMBRAPA-CNPAT. Circular Técnica, 2).
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos**. Madrid: Editora Agrícola Española, S. A. 1985. 542p.
- RAINS, D. W.; EPSTEIN, E. Preferential absorption of potassium by leaf tissue of the mangrove, *Avicennia marina*: an aspect of halophytic competence in coping with salt. **Australian Journal of Biology Sciences**, Melbourne, v.20, p.847-857, 1967.
- RHOADES, J. D. Quality of water for irrigation. **Soil Science**, Baltimore, v.113, n.4, p.277-284, 1972.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHAL, A. M. **Uso de águas Salinas para produção agrícola**: Campina Grande: UFPB. 2000. 117p (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 48)
- RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p.1089-1142. (Agronomy, 30)
- RIBEIRO, F. O.; ALVIM, F. C.; GAIOTTO, F. A. **Diversidade genética molecular de heliconia usando marcadores do tipo RAPD**. In: Seminário de Iniciação Científica da UESC, 10, Ilhéus, BA, 2004. Ilhéus, BA.
- RICHARDS, L. A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory, 1954, 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- RODRIGUES, P. H. V. *In vitro* establishment of *Heliconia rauliniana* (Heliconiaceae). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.62, n.1, p. 69-71, 2005.

- 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.
- SANTOS, J. G. R. dos. **Crescimento da bananeira nanica (*Musa sp.*) sob diferentes qualidades de água de irrigação**. Campina Grande: UFPB, 1990. 78p. Dissertação de Mestrado.
- SANTOS, J. G. R. dos ; GHEYI, H. R. Efeitos da salinidade da água na composição da folha da bananeira e nas características do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 247-253, 1994.
- SANTOS, J. G. R. dos ; GHEYI, H. R. Crescimento da bananeira nanica sob diferentes qualidades de água de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 3, p. 347-352, 1993.
- SAXENA, H.K.; PANDEY, U.K. Physiological studies on salt tolerance of ten rice varieties. I Growth and yield aspects. **Indian Journal of Plant Pathology**, New Dellin, v.24, n.1, p.61-68, 1981
- SHANNON, M. C. In quest of rapid screening techniques for plant salt tolerance. **Horticultura Science**, Fort Collins, v.14, n.5, p.587-589, 1979.
- SKENE, K. G. M. Cytokinin production by roots as a factor in the control of plant growth. In: TORREY, J. G; CLARKSON, D. T. (ed.). **The development and function of roots**, New York: Academic Press, 1975 Chap. 17.sp.
- SMEDEMA L. K.; RYCROFT, D. W. **Land drainage: Planning and design of agricultural drainage systems**. London: B. T. Batsford Ltd., 1988. 376p.
- SOUZA, W. S. **Produção e desenvolvimento do tomate industrial (*Lycopersicum esculentum* Mill) em diferentes níveis de salinidade**. Campina Grande: UFPB, 1990. 64p. Dissertação Mestrado.

STROGONOV, B. P. **Physiological bases of salt tolerance of plants**. Jerusalém: Israel: Progam Scientific Translatron, 1964. 279p.

SZABOLCS, I. **Salt-affected soils**. Florida: Library of Congress, 1989, 274p

TAIZ, L.; ZEIBER. **Plant physiology**. 2 ed. Sunderland/MA: Sinauer Associates, Inc, 2000, 792p.

TAYER, J. N. **Effect of irrigation methods with saline waters on maize production and salt distribution in soil**. Bari: International Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies. 1987. 285p. Dissertacion.

TESTER, M.; DAVANPORT, R. Na tolerance and Na transport in higher plants. **Annals of Botany**, London, v.91, n.3, p.503-527, 2003.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, 1994. 164p

YAHYA, A. Salinity effects on growth and on uptake and distribution of sodium and some essential mineral nutrients in sesame. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 21, n. 7, p.1439-1451. 1998.

7. APÊNDICES

APÊNDICE 01 – Fotos ilustrativas do estudo.



Foto 01 – Coleta no Campo



Foto 02 – Coleta no Campo



Foto 03 – Preparo dos Rizomas



Foto 04 – Rizomas lavados e com suas raízes cortadas



Foto 05 – Tratamento Químico dos Rizomas



Foto 06 – Acondicionamento para transporte



Foto 07 – Vista geral dos Rizomas plantados



Foto 08 – Vista geral do plantio ao 1 mês



Foto 09 – Vista geral do plantio ao 1 mês e 15 dias



Foto 10 – Vista geral do plantio aos 2 meses



Foto 11 – Vista geral do plantio aos 3 meses



Foto 12 – Vista geral do plantio aos 4 meses



Foto 13 – Vista geral do plantio aos 4 meses e 15 dias