

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

GERMINAÇÃO, VIGOR E CRESCIMENTO DE MUDAS DE MAMOEIRO
HAVAI (*Carica papaya* L.) SOB CONDIÇÕES SALINAS.

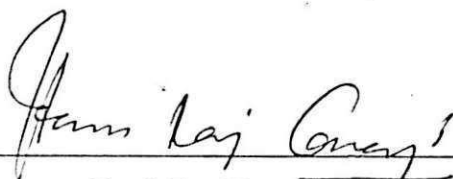
Claudio Augusto Uyeda

Campina Grande – PB
Fevereiro de 2004

GERMINAÇÃO, VIGOR E CRESCIMENTO DE MUDAS DE MAMOEIRO
HAVAI (*Carica papaya* L.) SOB CONDIÇÕES SALINAS.

Claudio Augusto Uyeda

Estágio Supervisionado aprovado em 28 / 10 / 2002



Prof. Dr. Hans Raj Gheyi

Orientador



Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes

Examinador



Prof. Dr. Adilson David de Barros

Examinador

Campina Grande – PB

Fevereiro de 2004

Nota 8,5

PROVIDENCIADO

Em 02.03.04





Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE

<u>LISTA DE FIGURAS</u>	III
<u>LISTA DE TABELAS</u>	IV
<u>RESUMO</u>	V
<u>1. INTRODUÇÃO</u>	1
<u>2. REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
<u>2.1. A CULTURA DO MAMOEIRO</u>	3
<u>2.2. FATORES QUE AFETAM A SALINIDADE DO SOLO</u>	4
<u>2.2.1. Qualidade da água de irrigação</u>	4
<u>2.2.2. Balanço de sais e fração de lixiviação</u>	6
<u>2.2.3. Frequência de irrigação</u>	8
<u>2.3. EFEITOS DA SALINIDADE NAS PLANTAS</u>	8
<u>2.3.1. Efeito osmótico</u>	9
<u>2.3.2. Efeito direto: toxidez de íon específico</u>	10
<u>2.3.3. Efeito indireto ou de natureza nutricional</u>	11
<u>2.4. TOLERÂNCIAS DAS PLANTAS À SALINIDADE</u>	11
<u>2.4.1. Mecanismos de tolerância</u>	11
<u>2.4.2. Critérios de avaliação da tolerância</u>	12
<u>2.4.3. Limites de tolerância à salinidade</u>	13
<u>3. MATERIAL E MÉTODOS</u>	15
<u>3.1 ETAPAS DE ESTUDOS</u>	15
<u>3.2. LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS</u>	15
<u>3.3. ETAPA I</u>	15
<u>3.3.1. Tratamento e delineamento estatístico</u>	15
<u>3.3.2. Substrato</u>	16
<u>3.3.3. Sementes</u>	16
<u>3.3.4. Recipientes</u>	16
<u>3.3.5. Preparo das águas de irrigação</u>	16
<u>3.3.6. Instalação e condução</u>	17

3.3.7. <i>Variáveis estudadas</i>	18
3.4. ETAPA II	19
3.4.1. <i>Tratamento e delineamento estatístico</i>	19
3.4.2. <i>Recepte e material de solo</i>	19
3.4.3. <i>Sementes</i>	20
3.4.4. <i>Preparo das águas de irrigação</i>	20
3.4.5. <i>Condução</i>	21
3.4.6. <i>Irrigação e controle de drenagem</i>	21
3.4.7. <i>Controle das ervas daninhas e tratos fitossanitários</i>	21
3.4.8. <i>Variáveis estudadas</i>	21
3.4.9. <i>Análise estatística</i>	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. ETAPA I: PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (PG) E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE) EM RELAÇÃO A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO (CEA)	23
4.1.1. <i>Porcentagem de germinação (PG)</i>	23
4.1.2. <i>Índice de velocidade de emergência (IVE)</i>	25
4.2. ETAPA II: PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO (PG) E ÍNDICE DE VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA (IVE) EM RELAÇÃO A CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO (CEA)	27
4.2.1. <i>Porcentagem de germinação (PG)</i>	27
4.2.2. <i>Índice de velocidade de emergência (IVE)</i>	27
4.2.3. <i>Altura das plantas (AP)</i>	29
5. CONCLUSÕES	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
7. ANEXOS	31

LISTA DE FIGURAS

1. Porcentagem de germinação ao 16º dias após a sementeira – DAS (A) e 25º DAS (B) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).....25
2. Índice de velocidade de emergência (IVE), aos 16 dias após a sementeira – DAS (A), e IVE aos 25 DAS (B) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).
.....26
3. Porcentagem de germinação – PG (A) e índice de velocidade de emergência – IVE (B) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) aos 30 dias após a sementeira.28
4. Altura das plantas do mamoeiro irrigado com diferentes níveis salinos em função das épocas de avaliação.....30

LISTA DE TABELAS

01. Classificação da água de irrigação em relação à salinidade	6
02. Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.	6
03. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação.....	6
04. Análise química* da água do sistema de abastecimento de Campina Grande – PB. 17	
05. Estimativa da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{est}) a partir da condutividade elétrica do solo em suspensão ($CE_{1:2,5}$)	20
06. Resumo da análise de variância (ANAVA) e médias para porcentagem de germinação (PG) do mamoeiro Havaí nas duas épocas de avaliação, aos 16 e 25 dias após a semeadura (DAS) em diferentes níveis de salinidade da água (CEa).	24
07. Resumo da análise de variância (ANAVA) e médias para o índice de velocidade de emergência (IVE) do mamoeiro Havaí nas duas épocas de avaliação, aos 16 e 25 dias após a semeadura (DAS) em diferentes níveis de salinidade da água (CEa).	26
08. Resumo da análise de variância (ANAVA) e médias para a porcentagem de germinação (PG) o índice de velocidade de emergência (IVE) do mamoeiro Havaí aos 30 dias após a semeadura (DAS) em diferentes níveis de salinidade da água (CEa).	28
09: Resumo da análise de variância (ANAVA) e médias para a altura da planta (AP) em diferentes níveis de salinidade da água (CEa).	29

RESUMO

O cultivo de mamão na Paraíba é inexpressivo, retratando tanto a falta de conhecimento dos produtores, como a ausência de informações técnico-científicas sobre a cultura. Entre os fatores que limitam o cultivo e afetam a produtividade do mamoeiro destacam-se a disponibilidade e qualidade de água na região. Com o objetivo de se avaliar o uso de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na germinação e velocidade de emergência do mamoeiro Havai foi instalado, durante o período compreendido entre setembro de 2001 e março de 2002, em condições de casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande – PB, um experimento composto de duas etapas: Na primeira (Etapa I), foi estudado o efeito da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa variando de 1 a 8 dS m⁻¹), utilizando-se tubetes de plástico preenchidos com substrato à base de casca de pinus; na Etapa II, foi estudado o efeito da CEa (variando de 1 a 5 dS m⁻¹) em vasos com capacidade de 56 kg com solo artificialmente salinizados. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, tendo 8 tratamentos e 6 repetições, cada repetição com 6 tubetes, para a Etapa I e 5 tratamentos e 4 repetições na segunda etapa. No plantio foram utilizadas 5 sementes por tubetes (Etapa I) e 25 sementes por vasos (Etapa II). As águas de irrigação foram preparadas mediante adição de NaCl, CaCl₂. 2H₂O e MgCl₂. 6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, onde na Etapa I, irrigou-se diariamente com um volume de 50 mL por tubete, e para 500 mL na Etapa II, em intervalo de três dias. Os resultados obtidos aos 16º e 25º dias após semeadura (Etapa I) mostraram que a salinidade diminuiu significativamente a porcentagem de germinação (PG) e aumentou o índice de velocidade de emergência (IVE) com o incremento do nível de salinidade da água, sendo o maior efeito entre os níveis 6 e 8 dS m⁻¹. Na segunda etapa, tanto a PG como o IVE em relação a CEa foram reduzidas significativamente, chegando a zero nos níveis mais altos.

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura no Nordeste brasileiro desponta, hoje, como uma excelente atividade de mercado. Basicamente, essa realidade se deve à adaptação de inúmeras fruteiras às condições de clima e solo da região Nordeste, fazendo crescer as áreas irrigadas nos últimos anos.

Dentre as fruteiras que estão sendo comercialmente exploradas no Nordeste, o mamoeiro recebe uma especial importância, pois tem ampla possibilidade de consumo nos mercados interno e externo.

De acordo com o IBGE (1999), a produção nacional do mamão se expandiu de 1996 a 1997, tornando-se de 28,3% em quantidade e 15,4% em área plantada, atingindo 1,53 milhões de toneladas. O Nordeste e o Sudeste respondem, juntos, por 93,2% da produção nacional; o Nordeste lidera com 931.488 toneladas, ou 60,8% do total, seguido do Sudeste com 32,4% da produção.

A salinidade dos solos, de acordo com Coelho (1983), tem-se constituído num dos mais sérios problemas para a agricultura irrigada, em diversas partes do mundo. Conforme Postel (1989), em nível global, 25% de toda a área irrigada encontra-se seriamente afetada pelos sais, agravando-se a cada ano, especialmente nos locais onde a irrigação é praticada sem manejo adequado de água e solo. No Brasil, são aproximadamente nove milhões de hectares, envolvendo sete Estados. Na Bahia, está a maior área de solos afetados por sais do país (em torno de 44% do total), seguido pelo Ceará, com 25,5% (Pereira, 1983).

A salinização ocorre em áreas distintamente diferentes, tanto em regiões litorâneas, como em condições de aridez e semi-aridez. Nas regiões litorâneas, a salinização é conseqüência da inundação do solo pela água salgada dos mares ou oceanos. Nas regiões áridas e semi-áridas, a salinização geralmente ocorre devido às precipitações serem baixas na maior parte do ano, associado à existência de lençol freático pouco profundo, intensa evaporação e drenagem deficiente ou inexistente, comprometendo a germinação, o crescimento e o desenvolvimento das culturas (UNESCO/FAO, 1973; Richards, 1977; Bohn et al, 1985). A água de irrigação contém sais solúveis e seu uso constante, na ausência de lixiviação, faz com que o sal se deposite na zona do sistema radicular, devido à evaporação.

A salinização do solo progride quando a quantidade de sais que nele é incorporada pela água de irrigação é maior do que a quantidade removida pela água de drenagem. A rapidez com que o sal se acumula na zona radicular é determinada pela quantidade da água de irrigação, método de irrigação, tipo de drenagem, precipitação pluviométrica, grau de permeabilidade do solo e pelo nível do lençol freático (Richards, 1977).

Existe grande variabilidade de comportamento entre as culturas em relação aos limites de tolerância à salinidade. Dentro de uma espécie pode haver variações entre genótipos e, ainda, para um mesmo genótipo, o nível de tolerância pode variar entre fases de desenvolvimento (Maas & Hoffmann, 1977; Maas, 1986).

Em virtude dos problemas causados pela presença de sais e do crescente interesse pela cultura do mamoeiro Havaí irrigado no Nordeste, há necessidades de se obter informações sobre a tolerância das plantas à salinidade em diferentes fases fenológicas. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação na germinação do mamoeiro Havaí, por ser essa fase uma das mais importante, dependendo o "stand" da cultura nas fases posteriores, das plântulas germinadas e de seu crescimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do mamoeiro

O mamoeiro *Carica papaya* L. é uma planta herbácea, nativa da América tropical, pertencente a classe dicotiledônea, ordem Vidales e família Caricacea.

O sistema radicular é pivotante, com a raiz principal bastante desenvolvida, ramificando-se de forma radial, sendo classificada como do tipo napiforme. As raízes são de cor branco-cremosa e encontram-se distribuídas em maior quantidade nos primeiros 30 cm do solo (Marin & Gomes, 1986).

O caule é cilíndrico com 10 a 30 cm de diâmetro, herbáceo, fistuloso, ereto, de coloração verde-clara no ápice e verde-grisácea a acinzentada na base, encimado por uma coroa de folhas, dispostas de forma espiralada (Marin & Gomes, 1986).

A permeabilidade do solo é um dos principais fatores a ser observado para a implantação da cultura. Quando a drenagem é deficiente, pode ocorrer podridão das raízes, amarelecimento e queda das folhas e redução na produção, podendo até causar a morte da planta (Siqueira & Botrel, 1986).

Os solos devem ser profundos, de preferência arenosos ou moderadamente argilosos, de boa fertilidade para promover um bom desenvolvimento do sistema radicular. Para que o mamoeiro apresente uma maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes da solução do solo, o pH deve estar entre 5,0 e 7,0 (Siqueira & Botrel, 1986).

A faixa de temperatura considerada para a cultura do mamoeiro situa-se entre 22° a 26°C, sendo de 25°C a média anual ótima para o desenvolvimento da cultura, sem muitas variações no decorrer do ano. Nas regiões mais quentes, o crescimento do mamoeiro é mais rápido e os frutos são de melhor qualidade do que em temperaturas frias (Siqueira & Botrel, 1986).

O mamoeiro requer uma pluviosidade abundante durante todo o seu ciclo. Precipitações pluviais variando de 1800 a 2000 mm anuais, bem distribuídas, são consideradas ideais para o bom desenvolvimento da cultura (Siqueira & Botrel, 1986).

2.2. Fatores que afetam a salinidade do solo

2.2.1. Qualidade da água de irrigação

Segundo Holanda & Amorim (1997), a prática da irrigação, em muitas situações, é a única maneira de garantir a produção agrícola com segurança, principalmente em regiões como o semi-árido brasileiro, onde há déficit hídrico para as plantas, devido a taxa de evapotranspiração exceder a de precipitação durante a maior parte do ano. Nessas regiões, sem um manejo adequado de irrigação, a salinização do solo é inevitável.

Independentemente da fonte, toda a água de irrigação contém sais dissolvidos; o tipo e a quantidade destes dependem de sua origem e também do curso da água antes de sua utilização (Kovda *et al.* 1973). Qualquer adição de água, quer seja pela ascensão capilar do lençol freático (se presente à pouca profundidade), quer pela irrigação, implica necessariamente em adição de sais no perfil (Kamphorst & Bolt, 1976).

Os sais presentes na água de irrigação são incorporados ao solo em função de sua concentração ou condutividade elétrica, sendo que a cada irrigação aumentará a quantidade de sais no solo, caso não sejam lixiviados, transformados, precipitados ou retirados pelas plantas (Gheyi *et al.*, 1991).

De acordo com Doneen (1975) e Medeiros (1992), a água de irrigação apresenta, na maioria das vezes, uma composição química constituída de sais de sódio, cálcio, magnésio e potássio, na forma de cloretos, sulfatos, bicarbonatos e carbonatos, os quais podem estar presentes em diferentes proporções, dependendo da fonte de água, de sua localização geográfica, da época de coleta, etc. Porém, apesar de diversos fatores influenciarem na quantidade e na composição de sais das águas utilizadas em irrigação, as variações não são muito acentuadas em uma determinada região.

A adequabilidade da água de irrigação depende tanto de sua própria qualidade quanto de fatores relacionados com as condições de uso (Wilcox & Durun, 1967). Assim, uma água de irrigação pode ser considerada perfeitamente adequada para um certo tipo de solo ou cultura ou inadequada para outros (van Hoorn, 1971).

De acordo com Rhoades & Loveday (1990), a adequabilidade de uma água para a irrigação vem sendo avaliada levando-se em conta as condições específicas de uso,

incluindo o desenvolvimento das culturas, propriedades do solo, manejo da irrigação, práticas culturais e fatores climáticos. No entanto, o método mais recente para a avaliação da adequabilidade de uma água para a irrigação consiste em: (a) prever a composição e o potencial mátrico da água do solo, no tempo e no espaço, resultante da irrigação e do cultivo e (b) interpretar tais informações em termos de como as condições de solo são afetadas e, ainda, como a cultura responde a tais condições sob determinadas variáveis climáticas.

Numa avaliação qualitativa, as águas se dividem em quatro classes de salinidade, à medida em que se aumenta a concentração de sais e, conseqüentemente, sua condutividade elétrica, recebendo denominações sucessivas de C_1 , C_2 , C_3 e C_4 , com limites apresentados por Richards (1977), pela Universidade da Califórnia (UCCC) e por Ayers & Westcott (1999), conforme consta na Tabela 01.

Usualmente, a água de irrigação é classificada segundo três parâmetros, sendo o primeiro relacionado ao risco de salinidade, o segundo ao perigo de sodicidade ou de problemas de infiltração e o terceiro ao risco de toxicidade por íons específicos (Ayers & Westcott, 1999). Medeiros & Gheyi (1994) enfatizam a necessidade do desenvolvimento de um sistema de classificação de águas, próprio para as condições brasileiras, como medida para se ter um prognóstico seguro de seu efeito quando usada em irrigação; enquanto isso não ocorre, sugere que, para classificação quanto à salinidade, seja utilizada a proposição do UCCC (University of California Committee of Consultants), citada em Frenkel (1984) e Pizarro (1985), por não ser tão conservadora como a de Richards (1977) e tão pouco genérica como a de Ayers & Westcott (1999). E com respeito à sodicidade ou aos problemas de infiltração e a toxicidade específica, as diretrizes apresentadas por Ayers & Westcott (1999) são adequadas. As referidas proposições de classificação, quanto ao risco de sodicidade e toxicidade iônica, encontram-se nas Tabelas 02 e 03, respectivamente.

Tabela 01. Classificação da água de irrigação em relação à salinidade

Classe de salinidade	RICHARDS (1977)	UCCC ¹	Risco de salinidade	AYERS & WESTCOST (1999)	
	Faixas de CE_{ai} ($dS\ m^{-1}$)			Faixas de CE_{ai} ($dS\ m^{-1}$)	Risco de salinidade
C ₁	< 0,25	< 0,75	Baixo	< 0,70	Nenhum
C ₂	0,25-0,75	0,75-1,50	Médio	0,70-3,00	Moderado
C ₃	0,75-2,25	1,50-3,00	Alto	>3,00	Severo
C ₄	> 2,25	> 3,00	Muito alto	-	-

Fonte: Ayers & Westcot (1999)

Tabela 02. Riscos de problemas de infiltração no solo causados pela sodicidade da água.

RAS ($mmol\ L^{-1}$) ^{0,5}	Grau de restrição		
	Nenhum	Ligeira e moderada	Problemas severos
	CEa ($dS\ m^{-1}$)		
0 – 3	> 0,7	0,7 – 0,2	< 2,0
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

Fonte: Ayers & Westcot (1999).

Tabela 03. Riscos de toxicidade de sódio, cloreto e boro na água de irrigação.

Íon específico (afeta culturas sensíveis)	Unidade	Grau de restrição para uso		
		Nenhum	Ligeira a moderada	Severa
Sódio, irrigação por superfície	RAS	< 3	3 – 9	> 9
Sódio, irrigação por aspersão	meq L ⁻¹	< 3	> 3	-
Cloreto, irrigação por superfície	meq L ⁻¹	< 4	4 – 10	> 10
Cloreto, irrigação por aspersão	meq L ⁻¹	< 3	> 3	-
Boro	mg L ⁻¹	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0

Fonte: Ayers & Westcot (1999).

2.2.2. Balanço de sais e fração de lixiviação

Segundo Medeiros & Gheyi (1994), a lixiviação é a chave da irrigação bem sucedida onde o risco de salinização é excessiva. É o único meio pelo qual a salinidade do solo pode ser mantida em níveis aceitáveis sem afetar ou prejudicar o crescimento e

desenvolvimento das as culturas. Quanto mais salina a água de irrigação ou mais sensível a cultura à salinidade, mais lixiviação deve existir para manter o rendimento da cultura em níveis aceitáveis.

De acordo com Rhoades & Loveday (1990) e van Hoorn & van Alphen (1994), para manter a solução do solo em nível aceitável de salinidade para uma cultura é necessário um estudo de balanço de sais no solo, facilitando as medidas a serem tomadas para diminuir a concentração de sais na rizosfera, tais como a fração de lixiviação.

Conforme Richards (1977), Pizarro (1985) e Szabolcs (1989), um dos meios mais efetivos para controlar o problema da salinidade, consiste na lixiviação dos sais e no rebaixamento do lençol freático, o que pode ser viabilizado aplicando-se uma lâmina de irrigação adicional e considerando sistemas de drenagem subterrânea que possibilitem coletar e conduzir a água salina de drenagem para fora da área irrigada.

Richards (1977), Rhoades & Loveday (1990) e van Hoorn & van Alphen (1994), de forma simples, descrevem que a relação entre a lâmina percolada abaixo da zona radicular e a água total aplicada é igual a relação entre a concentração de sais na água utilizada e a água drenada abaixo da zona radicular, correspondendo à fração de lixiviação (FL).

Segundo Rhoades (1974), uma relação de balanço de sais pode ser obtida pela soma algébrica de várias entradas de sais no solo (solução) através da salinidade da água de irrigação e das saídas dos sais (S_{as}) da zona radicular.

$$V_a C_a + V_g C_g + S_m + S_f - V_r C_r - S_p - S_c = \Delta S_{as} \dots \dots \dots (\text{Eq. 1})$$

onde V_a , V_g e V_r , são volumes da água de irrigação, solo e água de drenagem, respectivamente; C_a , C_g e C_r são as concentrações totais de sais da água de irrigação, solo e água de drenagem, respectivamente; V_g refere-se à água que se move dentro da zona radicular vindo do lençol freático; S_m é a quantidade de sais deixada na solução do solo pela intemperização dos minerais do solo ou dissolução dos sais precipitados; S_f é a quantidade de sais solúveis adicionados por produtos agroquímicos e esterco animal; S_p é a quantidade de sais solúveis aplicados (da água de irrigação) que se precipita no solo após a aplicação; e S_c é a quantidade de sais removida da água do solo na porção colhida da cultura.

2.2.3. Freqüência de irrigação

A freqüência das irrigações é uma das práticas potenciais de manejo de água disponível para se manejar solos e águas salinas. Poucas evidências experimentais existentes, entretanto sustentam como recomendação comum, que o intervalo de irrigação deve ser diminuído quando se utiliza água de irrigação salina (Rhoades *et al.*, 1992; Medeiros & Gheyi, 1997).

Quando o solo seca devido a evapotranspiração, depois de uma irrigação, os potenciais mátrico e osmótico diminuem. A taxa de decréscimo depende da taxa de evapotranspiração e da relação entre o potencial mátrico e o teor de umidade do solo. A taxa de secamento do solo decresce quando o potencial osmótico diminui, produzindo, assim, um menor valor de potencial mátrico antes da próxima irrigação. Contrapondo-se a esse processo, o intervalo de irrigação influencia na forma da distribuição de sais no perfil e no nível total de salinidade do solo (Medeiros & Gheyi, 1997).

A quantidade de água aplicada deve ser o suficiente para suprir a cultura e satisfazer o requerimento de lixiviação, mas não tanto que sobrecarregue o sistema de drenagem. Superirrigação contribui para a elevação do lençol freático, aumenta o requerimento de drenagem e é a principal causa da salinização de muitos projetos de irrigação no mundo; portanto, uma relação apropriada entre irrigação, lixiviação e drenagem, deve ser mantida para se evitar que as terras irrigadas se tornem excessivamente alagadas e afetadas por sais (Rhoades *et al.*, 1992).

Não são frequentes as evidências científicas sobre o intervalo entre as irrigações (turno de rega), no entanto, muitos defendem a hipótese de que o intervalo de irrigação deve ser diminuído quando se utiliza água salina para a irrigação das culturas (Ayers & Westcot, 1999), estando coerente com (Shalhevet, 1984 citado por Santos, 1997) ao afirmar que a literatura não tem mostrado melhoria na produção com o aumento da freqüência de irrigação.

2.3. Efeitos da salinidade nas plantas

A salinidade exerce uma variedade de efeitos sob o desenvolvimento das plantas e qualidade de produção, dependendo de fatores tais como, natureza e quantidade de

sais solúveis, espécie, cultivar e sua tolerância à salinidade, estágio de desenvolvimento da cultura, condições atmosféricas, em função de seus efeitos na taxa de evapotranspiração, além do manejo de irrigação (Ingvalson *et al.*, 1976; Korkor & Hillal, 1976).

Segundo Thorne & Peterson (1954), os sais presentes na solução do solo podem afetar o desenvolvimento das plantas através de: efeito osmótico dos sais, reduzindo ou impedindo a absorção de água; efeito químico direto dos sais, provocando distúrbios na nutrição e no metabolismo das plantas; e efeito indireto dos sais, alterando a estrutura, permeabilidade e aeração do solo. Para Bernstein (1974) e Thomas (1980) citado por Santos (1997), além do efeito osmótico, as plantas são afetadas pelo efeito específico de natureza nutricional que reduz o crescimento e rendimento das plantas, e pelo efeito tóxico, que causa sintomas e danos característicos devido a acumulação excessiva de um ou mais íons específicos na planta.

2.3.1. Efeito osmótico

Segundo Hoffman & Phene (1971) e Thomas (1980) citado por Santos (1997), e Ayers & Westcot (1999), deve ser dada importância ao efeito da salinidade sobre a disponibilidade de água no solo, provocada por altas concentrações de sais solúveis provenientes da água de irrigação e do lençol freático; a salinidade pode diminuir ou impedir a absorção de água pela raízes das plantas, conforme características próprias de distintas espécies e/ou variedades vegetais, afetando o seu desenvolvimento e rendimento. No entanto, para Richards (1977) e Daker (1988), a disponibilidade de água para as raízes depende do potencial osmótico da solução do solo e do potencial de umidade no solo, que juntos formam o potencial total de umidade do solo.

A presença de sais em excesso na solução do solo diminui com o potencial osmótico, chegando ao ponto em que a força de sucção das raízes não consegue mais se contrapor ao potencial osmótico e, em consequência, as plantas não conseguem absorver água (Hayward & Spurr, 1944; Pizarro, 1985).

2.3.2. Efeito direto: toxidez de íon específico

Segundo Smedema & Rycroft (1988), enquanto os problemas osmóticos são causados pela alta concentração de íons na solução do solo, a causa dos problemas de toxidade, ao que se supõe, deve-se a uma concentração elevada de um cátion ou ânion específico ou a uma composição salina desfavorável na solução do solo.

O efeito prejudicial da toxidade de sais no desenvolvimento das culturas é variável, dependendo do tipo e da concentração de íons envolvidos, bem como, da espécie ou variedade vegetal (Strogonov, 1964).

A toxidade mais freqüente é a provocada pelo cloreto contido na água de irrigação, seguido pelo sódio e boro, entretanto, outros elementos podem se tornar tóxicos às plantas, mesmo em concentrações relativamente baixas (Ayers & Westcot, 1999). Segundo Bernstein (1974), Allison (1964), 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.

Para Brady & Buckman (1979), citados por Santos (1997), sempre que uma solução altamente salina é posta em contato com uma célula vegetal, haverá concentração do revestimento protoplasmático. Esta ação, denominada plasmólise, aumenta com a concentração da solução salina. O fenômeno é devido ao movimento da água, que passa das células para a solução do solo mais concentrada, levando a célula vegetal a entrar em colapso.

As cultura anuais são mais tolerantes e, por conseguinte, não são afetadas por concentrações baixas desses elementos; entretanto, sofrerão danos e chegarão a morrer se as concentrações forem suficientemente altas. A magnitude dos danos depende do tempo, da concentração, da tolerância da cultura e do volume de água transpirado, sendo a acumulação de íons tóxicos nas plantas mais rápida em regiões de clima quente devido à elevada transpiração (Ayers & Westcot, 1999).

2.3.3. Efeito indireto ou de natureza nutricional

Hebron (1967), citado por Santos (1997), verificou que em determinadas condições de salinidade, a concentração de sais não atinge nível de potencial osmótico capaz de prejudicar a absorção da água pelas plantas; e ainda, constatou que concentrações de íons diversos, tais como sódio e cloreto, podem provocar interferências indiretas capazes de se constituir num obstáculo à absorção adequada de outros nutrientes pelas plantas, afetando negativamente o processo metabólico.

Segundo a UNESCO/FAO (1973), a salinidade produz variações na relação entre potássio, sódio, cálcio e magnésio na planta, sendo menores em plantas pouco tolerantes aos sais. Afirma, ainda, que variações nas concentrações de cloretos e sulfatos, na presença de nitratos, não tem praticamente efeito sobre a composição mineral das plantas; entretanto, quando os cloretos predominam sobre os sulfatos, na presença de nitrato de amônia, existe um aumento no conteúdo de cálcio, magnésio e potássio. Plantas desenvolvidas em condições salinas sofrem mudanças marcantes no metabolismo do nitrogênio, alterando o processo de síntese e hidrólise do compostos protéicos.

O efeito indireto nos solos sódicos é devido à baixa permeabilidade, havendo redução na absorção de água pelas raízes, com prejuízos para a nutrição das plantas (Szabolcs & Lestak, 1966; Shainberg *et al.*, 1981 e Sandhu *et al.*, 1981)

2.4. Tolerâncias das plantas à salinidade

2.4.1. Mecanismos de tolerância

As plantas que se desenvolvem normalmente em condições salinas são designadas como halófitas e sua tolerância pode atingir até cerca de 15 g L^{-1} de cloreto de sódio, equivalente à metade da concentração da água do mar. Essas plantas absorvem, por exemplo, o cloreto de sódio em altas taxas e acumulam em suas folhas para estabelecer um equilíbrio osmótico com o baixo potencial da água presente no solo. Este ajuste osmótico se dá com o acúmulo dos íons absorvidos nos vacúolos das células das folhas, mantendo a concentração salina do citoplasma em baixos níveis de modo que não haja interferência com os mecanismos enzimáticos e metabólicos e com a

hidratação de proteínas da célula (Lima, 1997). Esta compartimentação do sal é que permite, segundo Lauchi & Epstein(1984), às plantas halófitas viverem em ambientes salinos.

Para esse ajuste osmótico, na membrana que separa o citoplasma e o vacúolo não há fluxo de um compartimento para outro, mesmo que haja elevado gradiente de concentração. O ajuste osmótico é obtido por substâncias compatíveis com as enzimas e o metabólito ali presente. Estes solutos são, na maioria, orgânicos como compostos nitrogenados e, em algumas plantas, açúcares como sorbitol (Lauchi & Epstein, 1984)

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 descrito e sofrem com decréscimo de turgor, levando-as ao estresse hídrico por osmose (Bernstein, 1974).

As plantas muito sensíveis à salinidade também absorvem água do solo juntamente com os sais permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Este processo provoca desbalanceamentos e danos ao citoplasma resultando em danos principalmente na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde, por transpiração, quase que tão somente água, havendo nestas regiões acúmulo do sal translocado do solo para a planta e, obviamente, intensa toxidez por sais (Bernstein, 1974).

2.4.2. Critérios de avaliação da tolerância

A tolerância das culturas ao estresse salino pode ser definida, em nível de produção comercial, como a capacidade da planta em suportar determinados níveis de sais, presentes na solução do solo, sem a ocorrência de perdas significativas de seus rendimentos e qualidade da produção agrícola, quando comparados àqueles sob condições não salinas (Maas, 1990)

São três os critérios utilizados para avaliar a tolerância de uma espécie ou cultivar à salinidade (Hayward & Wadleigh, 1949; Daker, 1988):

- a) Capacidade para sobreviver em solos salinos. Este critério de julgamento é muito usado pelos ecologistas, mas com pouca significação prática no que se refere à agricultura irrigada;

- b) Rendimentos em solos salinos: muito utilizado pelos pesquisadores, este critério é de muita utilidade sob o ponto de vista agrônomo para comparar o comportamento de cultivares de uma mesma espécie, considerando-se a mais produtiva como a mais tolerante;
- c) Rendimento relativo em condições salinas, comparado ao obtido em solos não salinos. Este critério é usado pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos – USLL para preparação de tabelas de tolerância relativa das diferentes plantas à salinidade e fornece subsídios importantes aos programas de melhoramento genético de cultivares tolerantes à salinidade

2.4.3. Limites de tolerância à salinidade

Ao admitir que o maior objetivo da classificação da água é para fins agrônomo, a cultura é o principal fator a ser considerado. Para van Hoorn (1971) e Kovda *et al.* (1973), o emprego da água deve se basear na tolerância da cultura ao conteúdo total de sais ou concentração de íons específicos na solução do solo.

De acordo com Maas & Hoffman (1977), o nível de salinidade média que pode ser tolerado pelas plantas, sem afetar negativamente o seu desenvolvimento, é denominado de salinidade limiar (SL), nesse nível de salinidade o rendimento potencial da cultura é de 100%. Para os autores, o comportamento produtivo de uma cultura sob condições de salinidade pode ser representado pela equação:

$$Y = 100 - b.(CE_{es} - SL) \dots\dots\dots (Eq. 2)$$

sendo: Y = rendimento potencial (%)

CE_{es} = salinidade do extrato de saturação, em $dS m^{-1}$

SL = salinidade limiar da cultura, em $dS m^{-1}$

b = diminuição do rendimento por aumento unitário de salinidade acima do valor SL

A proporção de plantas tolerantes à salinidade, via de regra é baixa, tanto no grupo dos cereais como no grupo das hortaliças e fruteiras. As plantas consideradas sensíveis à salinidade não se desenvolvem e nem produzem com viabilidade econômica, quando a concentração salina do meio apresentar condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{es}) superior a $1,3 dS m^{-1}$; as moderadamente sensíveis, com CE_{es} entre $1,3$ e $3,0 dS m^{-1}$, as moderadamente tolerantes com CE_{es} entre $3,0$ e $6,0 dS m^{-1}$ e as

tolerantes, variam de 6,0 a 10,0 dS m⁻¹ (Maas & Hoffman, 1977; Ayers & Westcot, 1991).

A utilização de cultivares tolerantes à salinidade, além de viabilizar a produção agrícola em áreas salinizadas, pode ser uma ação complementar à recuperação de solos afetados por sais, com possibilidade de reduzir o problema da salinidade através da seleção e melhoramento genético das plantas (Epstein, 1976).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Etapas de estudos

O trabalho foi desenvolvido em duas fases: na primeira (Etapa I), foi estudado o efeito da salinidade da água de irrigação (CE_a) na germinação e vigor do mamoeiro Havaí utilizando substrato de casca de pinus em tubetes; na segunda (Etapa II) estudou-se o efeito da CE_a na germinação, vigor e altura inicial do mamoeiro Havaí em substrato salino (solo artificialmente salinizado).

3.2. Localização dos ensaios

As Etapas I e II foram realizadas sob condições de casa de vegetação pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola/Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande – PB, localizada pelas seguintes coordenadas geográficas: 7 15'18'' de latitude Sul, 35 52'28'' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 550m; o clima da região, conforme a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil (Coelho & Soncin, 1982) é do tipo *Csa*, que representa um clima mesotérmico, sub-úmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono e inverno; os meses de junho e julho são os mais frios (IBGE, 1991).

3.3. Etapa I

3.3.1. Tratamento e delineamento estatístico

Os tratamentos consistiram de oito níveis de salinidade da água de irrigação, denominados de N_1 a N_8 , em termos de condutividade elétrica, variando entre 1 a 8 $dS\ m^{-1}$ a 25°C, avaliando-se a porcentagem de germinação (PG) e o índice de velocidade de emergência (IVE), sendo a primeira contagem aos 16 dias após a semeadura (DAS) e a segunda ao 25 DAS. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com seis repetições e seis tubetes por repetição, cada um com cinco sementes.

3.3.2. Substrato

O substrato foi composto de casca de pinus, material não salino e não sódico, com pH 4,5, procedente da fábrica de substrato Wolff Klabin, localizada no Rio Grande do Sul. Antes do uso o substrato foi devidamente desinfetado com brometo de metila, na dose recomendada pelo fabricante (150 mL m⁻³ de solo).

3.3.3. Sementes

As sementes foram provenientes da EMBRAPA – Mandioca e fruticultura Tropical. Procedendo-se uma seleção, eliminando-se as sementes pequenas e deformadas.

3.3.4. Recipientes

Nesse estudo foram utilizados tubetes plásticos, com dimensões de 19,0 cm de altura e 6,3 cm de diâmetro (volume de 288 cm³), abertos no inferior para permitir a livre drenagem.

3.3.5. Preparo das águas de irrigação

No preparo das águas de irrigação foi utilizada a seguinte relação entre CEa (dS m⁻¹) e concentração (mmol_c L⁻¹), extraída de Rhoades *et al.* (1992).

$$\text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = 10 \times \text{CEa} \quad (\text{Eq. 3})$$

As águas de irrigação foram preparadas a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, tomando-se como base a água fornecida pelo sistema de abastecimento de Campina Grande, proveniente do açude público Eptácio Pessoa (açude do Boqueirão), devidamente diluída com água destilada ou acrescida dos sais de acordo com os tratamentos. A quantidade de cada componente utilizado no preparo das águas de irrigação (NaCl, CaCl₂.2H₂O, MgCl₂.6H₂O, água do sistema de abastecimento e água destilada) foi determinada de forma a se obter a CEa do respectivo tratamento, mantendo-se a proporção equivalente 7:2:1 para Na:Ca:Mg, respectivamente. Para tanto, foram levadas em consideração as quantidades desses elementos presentes na

água do sistema de abastecimento. A diluição com água destilada, específica, para os devidos tratamentos, foi necessária para que se conseguisse a proporção desejada entre Na:Ca:Mg. A escolha destes sais e as proporções usadas basearam-se em resultados obtidos por Leprun (1983) e Medeiros(1992), sendo uma aproximação bastante representativa da maioria das fontes de água localizadas nos Estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte.

Os resultados da análise química da água do sistema de abastecimento (açude Boqueirão), realizadas conforme as metodologias descritas por Richards (1977), estão apresentados na Tabela 04.

Tabela 04. Análise química* da água do sistema de abastecimento de Campina Grande – PB.

Parâmetro	Símbolo	Unidade	Valor
Potencial de hidrogênio	pH	-	7,79
Condutividade elétrica	CEa	dS m ⁻¹	0,60
Sódio	Na ⁺	mmol _c L ⁻¹	2,97
Potássio	K ⁺	mmol _c L ⁻¹	0,10
Cálcio	Ca ⁺⁺	mmol _c L ⁻¹	1,48
Magnésio	Mg ⁺⁺	mmol _c L ⁻¹	1,53
Carbonato	CO ₃ ⁻	mmol _c L ⁻¹	0,08
Bicarbonato	HCO ₃ ⁻	mmol _c L ⁻¹	1,58
Cloreto	Cl ⁻	mmol _c L ⁻¹	3,33
Sulfato	SO ₄ ⁻	mmol _c L ⁻¹	Ausente
Relação de adsorção de sódio	RAS	(mmol L ⁻¹) ^{1/2}	2,42

*Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola (UFPB – CG)

3.3.6. Instalação e condução

Os recipientes (tubetes) foram preenchidos com 147g de substrato desinfetado, conforme descrito no item 3.3.2. Após o substrato previamente irrigado com a respectiva água de cada tratamento, fez-se o plantio, semeando-se 5 sementes de forma equidistante por tubete, a uma profundidade de 1,0 cm, conforme recomendação de Silva (2000).

As irrigações foram realizadas diariamente com as respectivas águas de cada tratamento, sendo aplicado um volume de 50 mL por tubete. A água drenada foi coletada diariamente, medindo-se o volume e a condutividade elétrica da mesma (CEd).

Para facilitar o manuseio dos tubetes, o volume drenado foi coletado por repetição, calculando-se a média por tubete.

3.3.7. Variáveis estudadas

3.3.7.1. Porcentagem de germinação (PG)

Foram consideradas germinadas as plântulas que emergiam na superfície dos tubetes, sendo avaliado o número de sementes germinadas em relação ao número de sementes semeadas por repetição; sendo a primeira contagem aos 16 DAS e a segunda aos 25 DAS.

3.3.7.2. Índice de velocidade de emergência (IVE)

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi calculado de acordo com a equação apresentada, a seguir, contida em Vieira & Carvalho (1994), através dos dados de número de plântulas emergidas, diariamente, em cada repetição.

$$IVE = \frac{e_1}{N_1} + \frac{e_2}{N_2} + \dots + \frac{e_n}{N_n} \dots \dots \dots \text{(Eq. 4)}$$

onde:

e_1, e_2, \dots, e_n – número de plântulas emergidas, computadas na primeira, segunda, até a última contagem.

N_1, N_2, \dots, N_n – número de dias após a semeadura.

3.3.7.3. Análise estatística

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância (teste “F”) e regressão polinomial (Ferreira, 2000).

3.4. Etapa II

3.4.1. Tratamento e delineamento estatístico

Os tratamentos consistiram de cinco níveis de salinidade da água de irrigação, denominados de N₁ a N₅, em termos de condutividade elétrica, variando unitariamente entre 1 a 5 dS m⁻¹ a 25°C, num solo salinizado com as respectivas águas durante o período de março a novembro de 2000. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Cada parcela experimental consistiu de um vaso, sendo a contagem feita até os 30 dias após a semeadura (DAS).

3.4.2. Receptivo e material de solo

Os vasos utilizados nesta etapa, contendo solo salinizado foram provenientes do trabalho experimental para a dissertação de mestrado intitulada “Comportamento do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims. F. flavicarpa Deg.*) sob condições de estresse salino” (Soares, 2001). Neste caso, no período de março a novembro de 2000, o maracujazeiro foi cultivado em vasos contendo 54 Kg de solo irrigado com água de condutividade elétrica variando unitariamente de 1 a 5 dS m⁻¹, semelhante aos tratamentos do presente estudo. Assim o solo encontrava-se em condições de equilíbrio com a salinidade da água.

Antes do início do experimento, foi retirada uma amostra de solo de cada vaso, nas camadas de 0 - 20 cm, para realização de análises de químicas; segundo a metodologia proposta por Richards (1977) e EMBRAPA (1997).

A condutividade elétrica da pasta de saturação foi estimada mediante determinação da CE em suspensão água : solo (1:2,5) utilizando-se da seguinte relação:

$$CE_{est} = \frac{250}{P.S.} \times CE_{1:2,5} \dots\dots\dots(Eq. 5)$$

Onde:

CE_{est} – condutividade elétrica estimada, em dS m⁻¹

CE_{1:2,5} – condutividade elétrica em suspensão, em dS m⁻¹

P.S. – porcentagem de saturação do solo, em %

Salienta-se ter sido essa metodologia testada por Soares (2000), mostrando-se confiável, por não haver no solo sais de baixa solubilidade (CaCO_3 , MgCO_3 e CaSO_4). Na Tabela 05, apresenta-se os resultados das análises e os valores estimadas de CE_{est} .

Tabela 05. Estimativa da condutividade elétrica do extrato de saturação (CE_{est}) a partir da condutividade elétrica do solo em suspensão ($\text{CE}_{1:2,5}$)

Amostra	Profundidade (cm)	$\text{CE}_{1:2,5}$ (dS m^{-1})	CE_{est} (dS m^{-1})
N1R1	0 – 20	0,66	6,96
N1R2	0 – 20	0,42	4,55
N1R3	0 – 20	0,31	3,36
N1R4	0 – 20	0,32	3,27
N2R1	0 – 20	0,61	6,36
N2R2	0 – 20	0,81	8,57
N2R3	0 – 20	0,52	5,39
N2R4	0 – 20	0,45	4,68
N3R1	0 – 20	0,52	5,22
N3R2	0 – 20	0,62	6,68
N3R3	0 – 20	1,35	13,32
N3R4	0 – 20	0,64	6,96
N4R1	0 – 20	1,00	11,72
N4R2	0 – 20	0,91	9,64
N4R3	0 – 20	0,82	8,70
N4R4	0 – 20	0,84	8,32
N5R1	0 – 20	2,23	22,40
N5R2	0 – 20	1,57	15,40
N5R3	0 – 20	1,61	18,53
N5R4	0 – 20	1,96	18,65

3.4.3. Sementes

As sementes da marca Plus Seeds Sementes e Insumos LTDA. foram adquiridas em casa comercial, com prazo de validade e porcentagem de germinação adequadas.

3.4.4. Preparo das águas de irrigação

As águas de irrigação foram preparadas seguindo-se a mesma metodologia descrita na Etapa I (item 3.3.4), diferindo apenas os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação que nesta etapa variaram unitariamente de 1 a 5 dS m^{-1} .

3.4.5. Condução

Após o substrato previamente irrigado com a respectiva água de cada tratamento, foram semeadas 25 sementes de forma equidistante por vaso, a uma profundidade de 1,0 cm, conforme recomendação de Silva (2000). Foram contados, diariamente, as plântulas que emergiam na superfície do solo.

3.4.6. Irrigação e controle de drenagem

As irrigações foram efetuadas de forma se restabelecer a umidade do solo à capacidade de campo, não provocando drenagem e uma possível lixiviação dos sais do solo. Esse volume foi de aproximadamente 500 mL a cada três dias, e 200 mL diariamente, após a emergência das plântulas.

3.4.7. Controle das ervas daninhas e tratos fitossanitários

Por apresentar um sistema radicular superficial, o controle de ervas daninhas foi realizado manualmente, tão logo surgiam.

Como controle preventivo contra o “tombamento ou Damping-off”, doença causada por fungo (*Phytophthora*) presente no solo, foi aplicado o fungicida Kobutol 750 em dose recomendada ($250\text{g } 100\text{L}^{-1}$) pelo fabricante.

3.4.8. Variáveis estudadas

3.4.8.1. Porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE)

Foram avaliados a porcentagem de germinação (PG) e o índice de velocidade de emergência (IVE) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). As observações foram feitas diariamente até os 30 dias após a semeadura (DAS).

3.4.8.2. Altura da plantas (AP)

As alturas das plantas (AP) foram medidas com uma régua graduada de 100cm, aos 60 dias após a semeadura (DAS), 120DAS e 290DAS. Sendo considerado como a altura da planta a distância entre a base do substrato (solo salino) e o ápice do mamoeiro.

3.4.9. Análise estatística

3.4.9.1. Porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE)

Os dados foram avaliados mediante a aplicação da análise de variância e teste "F".

Como as variâncias das diferentes amostras não foram estatisticamente homogêneas, os dados das variáveis PG e IVE foram transformados em $\arcsen \sqrt{x(\%)}$ e $\sqrt{x+1}$, respectivamente, transformações estas que melhor se adequaram e validaram a análise de variância, conforme Ferreira (2000).

3.4.9.2. Altura das plantas (AP)

Os resultados foram avaliados através de uma análise fatorial 2x2 e teste de Tukey, onde o fator qualitativo foi a época de medição das alturas e o fator quantitativo foi o nível de salinidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Etapa I: Porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

4.1.1. Porcentagem de germinação (PG)

Pelos dados da análise de variância (Tabela 06), observa-se efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, da salinidade da água de irrigação, nas duas épocas de avaliação.

Conforme as médias obtidas para o 16º e 25º dias após a semeadura – DAS (Tabela 06), houve um incremento do percentual de germinação até 3,00 dS m⁻¹ em relação a testemunha (CEa = 1 dSm⁻¹), quando então começou a decrescer o número de sementes germinadas ao 16º DAS, estes decréscimo em relação a equação de regressão ($y = 68,58 + 5,59x - 1,53x^2$) foram de 31,35; 37,28; 81,34%, para N₆, N₇ e N₈, comparados a N₁. E ao 25º DAS a partir da equação ($y = 75,20 + 4,52x - 1,14x^2$) os decréscimos foram de 21,97; 25,76 e 47,73%, respectivamente para N₆, N₇ e N₈, comparados a N₁. Enquanto que, com base no modelo matemático (platô), observa-se que ao 16º DAS, houve um decréscimo relativo da germinação de 10,8% por aumento unitário da CEa, a partir de 3,87 dS m⁻¹ (Figura 1A). Esses resultados revelam que pode-se utilizar águas de CE de 3,87 dS m⁻¹ sem prejudicar a porcentagem de germinação, podendo ser considerada como limiar para este tipo de substrato orgânico (casca de pinus) utilizado neste estudo. Já ao 25º DAS, verifica-se um aumento da tolerância à salinidade do mamoeiro na fase de germinação (Figura 1B), onde a CEa foi de 4,08 dS m⁻¹ e o decréscimo foi de 8,0% por incremento unitário da CEa, a partir desta.

Através dos limites de tolerância relativa a salinidade das culturas (Maas, 1984), assim como o autor, podemos citar o mamoeiro Havaí como uma planta moderadamente tolerante à salinidade da água de irrigação na fase de germinação.

Segundo Prisco & O'Leary (1970), a ocorrência excessiva de sais solúveis no substrato acarreta a redução do potencial osmótico e, como consequência, a redução do gradiente de potencial entre o substrato e a semente, dificultando o processo de embebição. Este fato foi comprovado neste experimento, pois tomando-se como base o

estudo de regressão (Tabela 06), deduz-se que a redução no potencial osmótico (ψ_o) da solução do substrato, provocada pela salinidade da água, afetou negativamente o processo de embebição das sementes do mamoeiro e que esse efeito foi mais marcante ao 16 DAS, recuperando-se na segunda avaliação, realizada aos 25 DAS.

Cordeiro (1997), estudando o efeito de 3 fontes (água salgada de açude, água concentrada em cloreto de sódio e água rica em sulfato de sódio) e 5 níveis de salinidade ($CEa = 0, 2, 4, 6, 8 \text{ dS m}^{-1}$) em 4 substratos diferentes sobre a produção de mudas do mamoeiro Havaí, no geral, observou uma baixa porcentagem de germinação no nível mais alto de salinidade ($CEa=8 \text{ dS m}^{-1}$).

Nos níveis mais altos de salinidade (N_6, N_7, N_8) a PG teve um aumento relativo maior que no nível mais baixo N_1 , entre 16 e 25 DAS. Em nível N_8 houve aumento de 26,1% ou aproximadamente 3 vezes mais sementes emergidas aos 25 DAS em relação a 16 DAS, enquanto que no nível N_1 este aumento foi de 7,78% em relação a 1ª contagem, indicando haver atraso no processo de germinação nos níveis mais altos de salinidade a exemplo de outros estudos, como o maracujá (Soares, 2001) e a acerola (Gurgel, 2001).

Tabela 06 Resumo da análise de variância (ANAVA) e médias para porcentagem de germinação (PG) do mamoeiro Havaí nas duas épocas de avaliação, aos 16 e 25 dias após a semeadura (DAS) em diferentes níveis de salinidade da água (CEa).

Causa de variação	Épocas de avaliação	
	16 DAS	25 DAS
	Quadrado médio	
Nível salino (N)	3062,21**	1492,64**
Reg. Pol. Linear	17057,75**	8324,79**
Reg. Pol. Quadr.	2373,08**	1312,21**
Desv. Reg.	1820,53 ^{ns}	153,96 ^{ns}
Resíduo	131,65	109,04
	Médias	
Nível Salino (N)	%	%
$N_1 (1 \text{ dS m}^{-1})$	65,55	73,33
$N_2 (2 \text{ dS m}^{-1})$	83,89	87,22
$N_3 (3 \text{ dS m}^{-1})$	76,11	81,11
$N_4 (4 \text{ dS m}^{-1})$	61,67	71,11
$N_5 (5 \text{ dS m}^{-1})$	51,11	68,89
$N_6 (6 \text{ dS m}^{-1})$	45,00	57,22
$N_7 (7 \text{ dS m}^{-1})$	41,11	54,44
$N_8 (8 \text{ dS m}^{-1})$	12,23	38,33

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; (ns) não significativo

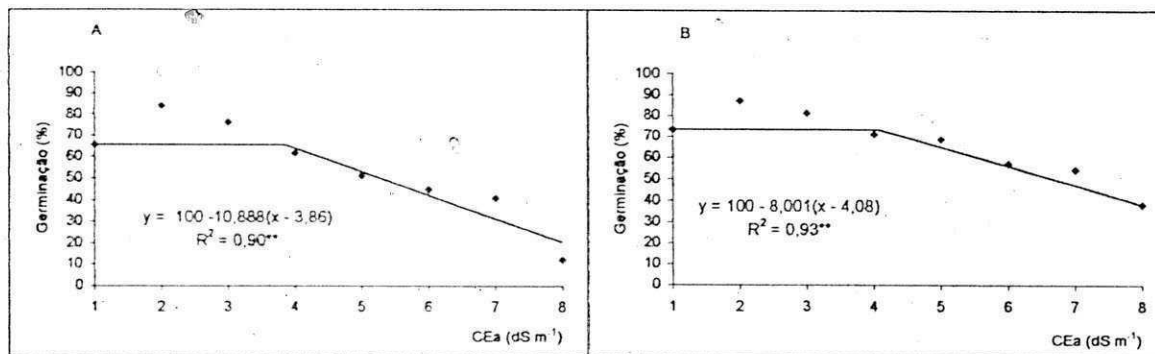


Figura 1. Porcentagem de germinação ao 16º dias após a semeadura – DAS (A) e 25º DAS (B) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

4.1.2. Índice de velocidade de emergência (IVE)

O efeito dos tratamentos salinos, sobre o índice de velocidade de emergência foi significativo ($p < 0,01$) e semelhante ao obtido para o percentual de germinação, com efeito quadrático da salinidade sobre a IVE (Tabela 07). Os níveis mais altos N_6 , N_7 , N_8 , também afetaram o IVE com um decréscimo relativo a N_1 de 29,72; 36,01; 59,60%, respectivamente, para 25º DAS através da equação de regressão ($y = 1,72 + 0,0598x - 0,0244x^2$) e 42,98; 44,00; 83,51% para os mesmos níveis respectivamente ao 16º DAS e relação a equação ($y = 1,57 + 0,063x - 0,028x^2$). Denotando assim, uma maior sensibilidade para IVE em comparação a germinação, com o aumento da salinidade, o que era esperado, uma vez que a salinidade reduz o potencial osmótico do meio, aumentando o tempo de embebição das sementes, retardando a emergência das plântulas. Levando-se em consideração os decréscimos provocados pela salinidade observa-se que os efeitos foram drásticos aos 16 DAS em relação a 25 DAS evidenciando que a salinidade da água de irrigação prolonga o período de germinação.

A partir do modelo matemático (platô) pode-se dizer que houveram decréscimos a partir $3,49 \text{ dS m}^{-1}$ para o 16º DAS, e para o 25º DAS foi a partir de $3,67 \text{ dS m}^{-1}$. Como a PG houve um aumento da salinidade limiar entre as duas contagens

Tabela 07. Resumo da análise de variância (ANAVA) e médias para o índice de velocidade de emergência (IVE) do mamoeiro Havai nas duas épocas de avaliação, aos 16 e 25 dias após a semeadura (DAS) em diferentes níveis de salinidade da água (CEa).

Causa de variação	Épocas de avaliação	
	16 DAS	25 DAS
	Quadrado médio	
Nível salino (N)	1,6513**	1,1008**
Reg. Pol. Linear	9,5208**	6,4550**
Reg. Pol. Quadr.	0,8792**	0,6013**
Desv. Reg.	0,2480 ^{ns}	0,1138 ^{ns}
Resíduo	0,0724	0,599
	Médias	
Nível Salino (N)	Emergência dias ⁻¹	Emergência dias ⁻¹
N ₁ (1 dS m ⁻¹)	1,45	1,59
N ₂ (2 dS m ⁻¹)	1,82	1,97
N ₃ (3 dS m ⁻¹)	1,61	1,75
N ₄ (4 dS m ⁻¹)	1,32	1,48
N ₅ (5 dS m ⁻¹)	1,05	1,35
N ₆ (6 dS m ⁻¹)	0,82	1,12
N ₇ (7 dS m ⁻¹)	0,81	1,02
N ₈ (8dS m ⁻¹)	0,24	0,64

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; (ns) não significativo

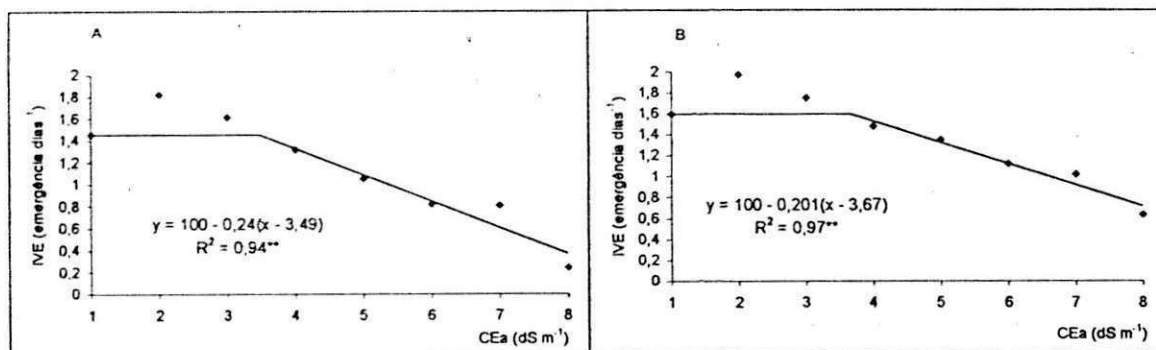


Figura 2. Índice de velocidade de emergência (IVE), aos 16 dias após a semeadura – DAS (A), e IVE aos 25 DAS (B) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa).

4.2. Etapa II: Porcentagem de germinação (PG) e índice de velocidade de emergência (IVE) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)

4.2.1. Porcentagem de germinação (PG)

Analisando-se os resultados estatísticos apresentados na Tabela 08, verificou-se ter havido efeito significativo ($p < 0,01$) da salinidade afetando a porcentagem de germinação do mamoeiro. Conforme o estudo de regressão, o efeito foi linear e significativo a probabilidade de 0,01 (Tabela 8).

Segundo as equações obtidas (Figura 3A), os decréscimos relativos para a PG, aos 30 dias após a semeadura - DAS, de N_2 , N_3 , N_4 , N_5 comparados a N_1 foram de 23,09; 46,19; 69,28; 92,28%, respectivamente, para os dados transformados em $\sqrt{x+1}$, em termos de dados originais ocorreu decréscimo de 24,71; 49,41; 74,12; 98,82%, respectivamente. Verifica-se ainda, de acordo com os modelos matemáticos, que a taxa de decréscimo relativo do PG, por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), foi de 23,09 para os dados transformados e 24,71 para os dados originais, confirmando a influência negativa da salinidade sobre a PG, sendo o nível mais alto (N_5) o mais afetado pela alta concentração de sais chegando a um valor de PG próximo a 0%. Este valor não só deve ser baixo por influência da água salina, mas também pela influência direta da alta condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (em média $18,74 \text{ dS m}^{-1}$) em que se foi semeado.

Milkhija & Jindal (1983), constataram que a salinidade da água de irrigação nos níveis de 6 e 8 dS m^{-1} , retardou a germinação do mamoeiro, alcançando valores próximo a zero. E Ritter & Marler (1990), registraram que a salinidade da água de irrigação ao nível de $5,1 \text{ dS m}^{-1}$, reduziu para 7% o processo germinativo das sementes de mamão Havai.

4.2.2. Índice de velocidade de emergência (IVE)

De acordo com a equação obtida por regressão ($p < 0,01$) (Figura 3B), o IVE sofreu decréscimo relativo, comparado a N_1 , de 7,38 por incremento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, para os dados originais esse decréscimo

relativo foi de 25,04. Os níveis mais alto de CEa afetaram drasticamente a IVE com decréscimo de 22,15 e 29,53%, para N₄ e N₅ respectivamente em relação a N₁.

Vários autores têm constatado redução da velocidade de emergência, em outras espécies, devido a diminuição do potencial osmótico, através de tratamento salino, como no caso do coentro, estudado por Filgueira (1993) e o alface por Viana (2000).

Tabela 08. Resumo da análise de variância (ANAVA) e médias para a porcentagem de germinação (PG) o índice de velocidade de emergência (IVE) do mamoeiro Havai aos 30 dias após a semeadura (DAS) em diferentes níveis de salinidade da água (CEa).

Causa de variação	Variáveis	
	PG ¹	IVE ²
	Quadrado médio	
Nível salino (N)	1338,14**	0,1240**
Reg. Pol. Linear	4942,22**	0,4445**
Reg. Pol. Quadr.	191,71 ^{ns}	0,0037 ^{ns}
Desv. Reg.	137,86 ^{ns}	0,0312 ^{ns}
QMResíduo	145,87	0,0160
	Médias	
Nível Salino (N)	%	Emergência dias ⁻¹
N ₁ (1 dS m ⁻¹)	42,41 (48,00)	1,38 (0,93)
N ₂ (2 dS m ⁻¹)	44,39 (49,00)	1,41 (1,01)
N ₃ (3 dS m ⁻¹)	25,42 (19,00)	1,17 (0,37)
N ₄ (4 dS m ⁻¹)	16,77 (15,00)	1,12 (0,28)
N ₅ (5 dS m ⁻¹)	0,641 (0,00)	1,00 (0,00)

Significativo a 0,05 (*) e a 0,01 (**) de probabilidade; (ns) não significativo

¹ dados transformados em $\text{ArcSen } \sqrt{x} \%$

² dados transformados em $\sqrt{x + 1}$

³ valores dentro dos parênteses correspondem aos dados originais

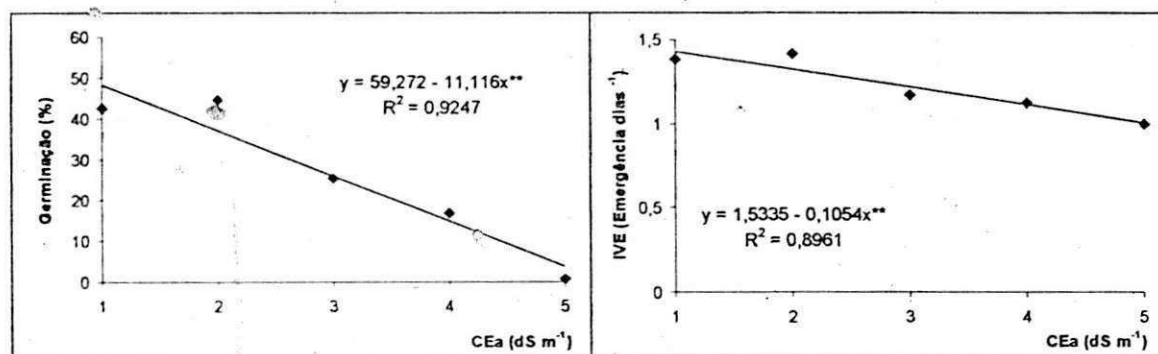


Figura 3. Porcentagem de germinação – PG (A) e índice de velocidade de emergência – IVE (B) em relação a condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) aos 30 dias após a semeadura.

4.2.3. Altura das plantas (AP)

De acordo com a análise de variância (Tabela 09) não houve significância entre os níveis salinos (NS), entretanto houve efeito significativo ao nível de 0,01 de probabilidade para o fator época (E), enquanto que a interação (NSxE) obteve um comportamento igual ao fator de nível salino.

Pelo teste de Tukey, observa-se que apesar de não ter havido significância entre os 3 níveis salinos restantes, pois nos níveis 4 e 5 dS m^{-1} as plantas não sobreviveram e o experimento foi conduzido com apenas estes. Houve um decréscimo de 5,75 e 11,12% em N_2 e N_3 , respectivamente, quando comparado a N_1 , amostrando assim, que mesmo não sendo significativo existe uma tendência da salinidade em interferir o crescimento da planta, uma vez que, as plantas adversamente afetadas pela salinidade crescem mais lentamente, por essa razão, atrofiam-se. Enquanto que, no fator época houve um acréscimo em E_2 de 43,85%, em relação a E_1 , e de 77,71% em E_3 quando comparado com E_1 , denotando que o efeito da salinidade variaram com a época (Figura 4).

Tabela 09. Resumo da análise de variância (ANAVA) e médias para a altura da planta (AP) em diferentes níveis de salinidade da água (CEa).

Causa de variação	Quadrados médios
Nível salino (NS)	99,57 ^{ns}
Época (E)	5490,38 ^{**}
Interação (NSxE)	3,30 ^{ns}
Resíduo	36,27
C.V. (%)	8,55
	Médias
Nível salino (NS)	Cm
N_1 (1 dS m^{-1})	73,23 a
N_2 (2 dS m^{-1})	69,02 a
N_3 (3 dS m^{-1})	65,08 a
Época (E)	
E_1 (60DAS)	38,87 c
E_2 (120DAS)	69,08 b
E_3 (290DAS)	99,37 a
dms	8,88

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si.

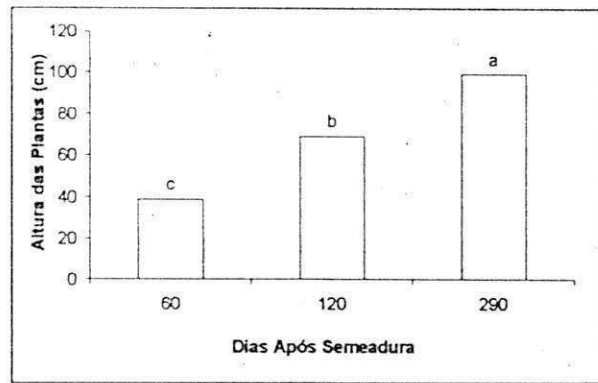


Figura 4. Altura das plantas do mamoeiro irrigado com diferentes níveis salinos em função das épocas de avaliação.

5. CONCLUSÕES

1. A salinidade da água de irrigação (CEa), ao 16º e 25º dias após semeadura (DAS) afetou a porcentagem de germinação nas duas épocas. Sendo a germinação em N₁ (CEa = 1 dS m⁻¹) 5,35 vezes maior que N₈ aos 16 DAS e 1,91 vezes maior aos 25 DAS.
2. O valor da salinidade limiar para a porcentagem de germinação em tubetes utilizando um substrato a base de casca de pinus, em termos de CEa foi de 4,08 dS m⁻¹, aos 25 dias após semeadura.
3. O índice de velocidade de emergência foi mais sensível a salinidade que a porcentagem de germinação.
4. O efeito da salinidade da água de irrigação no índice de velocidade de emergência no substrato salino, foi inferior ao da porcentagem de germinação, apresentando um decréscimo de 7,38% por incremento unitário de CEa.
5. A alta salinidade do extrato de saturação do solo salinizado artificialmente afetou drasticamente a porcentagem de germinação e o índice de velocidade de emergência chegando a valores próximos a zero.
6. Em condições de estresse salino, as plantas apresentaram um decréscimo no seu crescimento com o decorrer do tempo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON, L. E. Salinity in relation to irrigation. *Advances in Agronomy*. New York, v.16, p.139 - 180, 1964.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2 ed. Campina Grande: UFPB. 1991. 153p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1).
- BERNSTEIN, L. Crop growth and salinity. In: SCHILFGAARD, J. van (ed.). **Drainage for agriculture**. Madison, Amer. Soc. Agron. 1974. Cap.3. p. 39 – 54. (Agronomy, 17).
- BOHN, H. L.; McNEAL, B. L.; O'CONNOR, G. A. **Soil chemistry**. 2ª ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. 341 p.
- BRESLER, E.; McNEAL, B. L.; CARTER, D. L. **Saline and sodic soil: Principles, dynamics and modeling**. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 249 p.
- COELHO, M. A., Aspecto da dinâmica da água em solos sódicos e salino-sódicos. *Ciênc. Agron.*, Fortaleza, v.14, n.1-2, p.61-68, 1983.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo, Ed. Moderna. 1982. 368p.
- CORDEIRO, J. C. **Salinidade da água, fontes e níveis sobre a germinação e formação de mudas de mamoeiros havaí**. Areia: UFPB, 1997. 49p. (Dissertação de Mestrado).
- DAKER, A. **A água na agricultura**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, v.3, 1988, 543p.
- DONEEN, L. D. Water quality for irrigated agriculture. In: POLJAKOFF-MAYBER, A.; GALE, J. (eds.). **Plants in saline environments**. Berlin: Springer-Verlag. 1975. cap.4, p. 56 – 76. (Ecological Studies, 15).
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997 2ed.
- EPSTEIN, E. Genetic potentials for solving problems of soil mineral stress; adaptation of crops to salinity. In: **Proceedings Workshopon**. Plant adaptation mineral stress. Beltsville, Maryland, 1976. p. 73 – 82.

- FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 3ed. 2000. 422p.il.
- FILGUEIRA, F. A. R. Cichoriáceas. *In: Manual de olericultura*. 2ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. p, 77 – 86.
- FRENKEL, L. H. Reassessment of water quality criteria for irrigation. *In: SHAINBERG, I.; SHALHEVET, J. Soil salinity under irrigation*. Berlin: Springer-Verlag, 1984. p. 143 – 172.
- GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; BATISTA, M. A. F. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Documento elaborado para Escola Superior de Agronomia de Mossoró/RN, 1991. 70p.
- HAYWARD, H. E.; SPURR, W. B. Effects of isomitic concentrations of inorganic and organic substrates on the entry of water into corn roots. **Bot. Gaz.** v.106, p.131 – 139, 1944.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A. Qualidade da água para irrigação. *In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (eds.). Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada*. Campina Grande: UFPB – SBEA, 1997. p. 137- 169.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro. 1991.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro. 1999.
- INGVALSON, R. D.; RHOADES, J. D.; PAGE, A. L. Correlation of alfalfa yield with various index of salinity. **Soil Science**, Baltimore, v.122, n.3. p. 145 – 153. 1976.
- KAMPHORST, A.; BOLT, G. H. Saline and sodic soils. *In: BOLT, G. H.; BRUGGENT, M. G. M. (eds.) Soil chemistry*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976. V.1, p. 171 – 91. (Developments in Soil Science, 5A).
- KORKOR, S. A.; HILLAL, M. H. Use of saline water for irrigating wheat crop. **Agrochemical**. v.20. n.1 – 2, Mar/May, 1976.
- KOVDA, V. A.; YARON, B.; SHALHEVET, Y. Quality of irrigation water. *In: KOVDA, V. A.; BERG, C. Van den; HAGAN, R. M. (eds.). International source book on*

- irrigation, drainage and salinity. London: HUTCHINSON/UNESCO/FAO. 1973. cap.7. p. 177 – 205.
- LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanisms of salt tolerance in plants. **California Agriculture**, Berkeley, v.38, n.10, p.18-21, 1984.
- LEPRUN, J. C. Primeira avaliação das águas superficiais do Nordeste. In: **Relatório do Convênio de Manejo e Conservação do Solo do Nordeste Brasileiro**. Recife: SUDENE. 1983. P. 91 – 141.
- LIMA, L. A. Efeito de sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (eds.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.113 – 136.
- MAAS, E. V. Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research**, v.1, p.12-36, 1986.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. In: ASCE (ed.). **Journal of Irrigation and Drainage Division: American Society of Civil Engineers**, v.103, n.1R2, p.115-134, 1977.
- MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A. Morfologia e biologia floral do mamoeiro. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, 1986, v.12, n. 134, p 10-13.
- MEDEIROS, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados de RN, PB e CE. Campina Grande: UFPB. 1992. 173p. (Dissertação de mestrado).
- MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R. **Qualidade de água de irrigação**. Mossoró, ENA/ESAM, 1994. 60 p. (ESAM, Boletim Técnico/Científico, 22).
- MILKHIJA, N.; JINDAL, P. C. **Effect of different soil salinity levels on seeds germination and seedling growth in papaya (*Carica papaya*)**. **Seed Research**. v.11, n.1, p. 123 – 125. 1983.
- PEREIRA, J. R. Solos salinos sódicos. **Anais. Reunião de Fertilidade do Solo**, 15. Campinas-SP, 1983. P.127-43.
- PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelo salinos**. 2 ed. Madrid: Editorial Española S. A. 1985. 542p.

- POSTEL, S. Water for Agriculture: Facing the Limits. Worldwatch Paper 93. Worldwatch Institute. Washington, 1989. 54 p.
- PRISCO, L. T.; O'LEARY, J. W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. *Turrialba*, San Jose, v.20, p.177-184, 1970.
- RICHARDS, L.A. **Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos e sodicos**. United States Department of Agriculture (USDA), México, D.F. 1977. 172p.
- RITTER, S.; MARLER, T. Salinity and seedling emergence of carambola, Key line, papaya and passion fruit. *Proc. Interamar Soc. Trop. Hort.*, v. 34, p. 153 – 158, 1990.
- RHOADES, J. Drainage for salinity control. *In: VAN SCHILFGAARDE, J. (ed). Drainage and Agriculture*. Madison: American Society of Agronomy, 1974. Cap.15, p.433-461. 1974. (A.S.A. Agronomy,17)
- 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).
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHAL, A. M. **The use of saline water for crop production**. Rome: FAO. 1992. 133 p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 48).
- SANDHU, S. S.; ACHARYA, C. L.; ABROL, I. P. Effect of exchangeable sodium on the hydraulic conductivity of a soil as measured by two procedures under field conditions. *J. Indian Soc. Soil Science*. v.29. p.148-155. 1981.
- SANTOS, R. V. dos; HERNANDEZ, F. F. F. Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. *Anais...* cap.10, p.319-362. Campina Grande; UFPB/SBEA, 1997.
- SHAINBERG, J.; RHOADES, J. D.; SUAREZ, B. L.; PRATHER, R. J. Effect of mineral weathering on clay dispersion and hydraulic conductivity of sodic soils. *Soil Sci. Soc. Am.J.*, v.45, p.287-291, 1981.
- SILVA, J. R. da. Cultura do maracujazeiro. Aspectos agronômicos da produção. *In: 7ª semana de fruticultura e agroindústria – FRUTAL*. Fortaleza, CE. 2000.
- SIQUEIRA, D. L.; BOTREL, N. Clima e solo para a cultura do mamoeiro. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, 1986, v.12, n. 134, p 8-10.

- SMEDEMA, L. K.; RYCROFT, D. W. **Land drainage: planning and design of agricultural drainage systems.** London: Batsfort. 1988. 376p.
- SOARES, F. A. L. **Comportamento do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims.f. flavicarpa Deg.*) sob condições de estresse salino.** Campina Grande: UFPB, 2001. 153p. (Dissertação de Mestrado).
- STROGONOV, B. P. **Physiological bases of salt tolerance of plants.** Jerusalem, Israel: Prog. Sci. Transl., 1964. 279 p.
- SZABOLCS, I. **Salt affected soil.** Florida, Library of Congress, 1989, 274p.
- SZABOLCS, I.; LESTAK, V. Capillary movement of sodium salt solutions in soil columns. *Sov. Soil. Sci.*, n.V, p.483-488, 1966.
- THORNE, D. W.; PETERSON, H. B. **Irrigated soils: Their fertility and management.** 2 ed. Bombay, New Delhi: M-Graw-hill. 1954. 329p.
- UNESCO/FAO. **Irrigation, drainage and salinity: an international sourcebook.** Paris: UNESCO, Hutchinson, 1973. 501p.
- VAN HOORN, J. W.; VAN ALPHEN, J. G. Salinity control. In: RITZEMA, H. P. (ed.) **Drainage Principles and Applications.** 2ed. Wageningen: ILRI, 1994. cap.15, p.533-600. (ILRI Publication, 16).
- VAN HOORN, J. W. Quality of irrigation water, limits of use of long-term effects. In: SALINITY SEMINAR, BAGHIDAD. Rome: FAO, 1971. p. 117 – 135. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 7).
- VIANA, S. B. A. **Estresse salino na germinação, fase de muda e produção de alface (*Lactuca sativa L.*).** Campina Grande: UFPB, 2000. 127p. (Dissertação de Mestrado).
- VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP/UNESP-FCAVJ, 1994. 164p.
- WILCOX, L. V., DURUM, W. H. Quality of irrigation. In: HAGAN, R. M.; HAISER, R. H.; EDMINISTER, T. W. (eds). **Irrigation of agricultural lands.** Madison: Amer. Soc. Agron., 1967, cap 9, p. 104 – 122. (Agronomy, 11).

7. ANEXOS

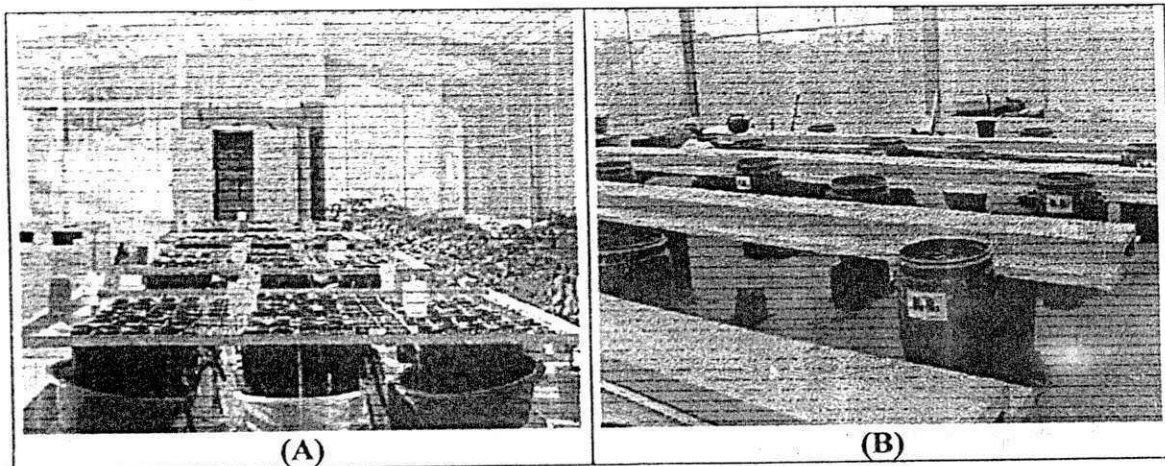


Foto 1. Disposição dos vasos da Etapa I (A) e da Etapa II (B)

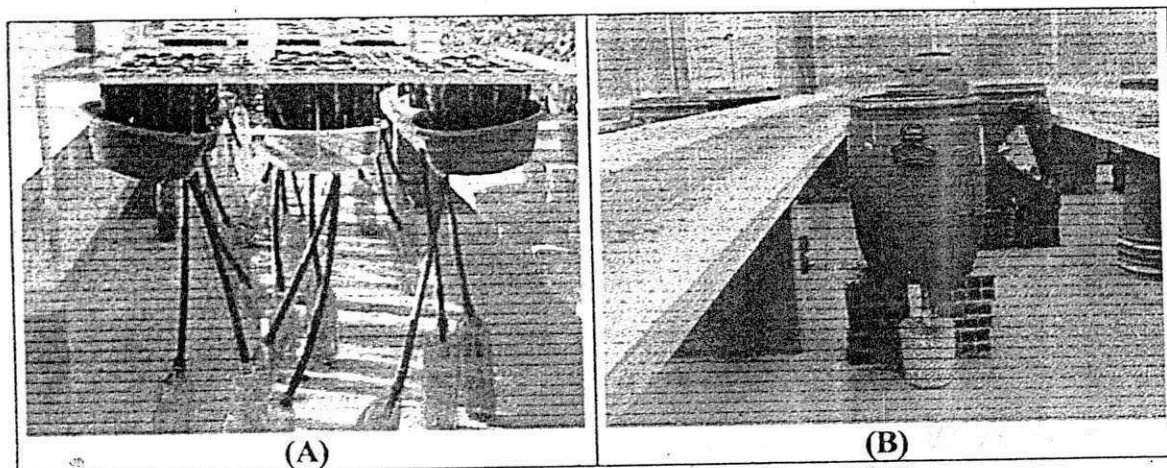


Foto 2. Sistema de coleta de água drenada; Etapa I (A) e Etapa II (B)

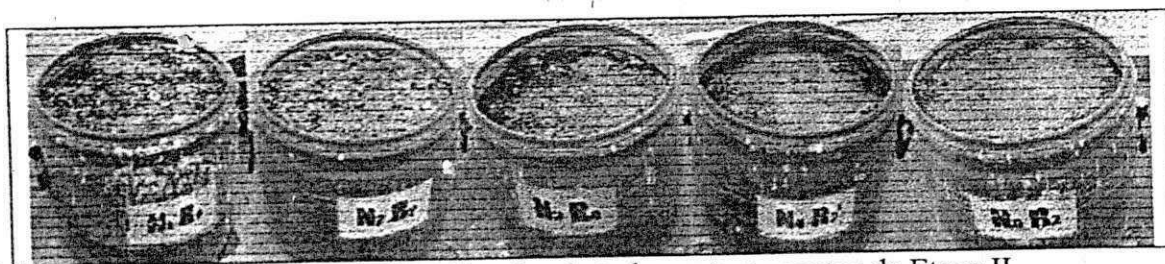


Foto 3. Fase de emergência das plântulas de todos os tratamentos da Etapa II



Foto 4. Fase de crescimento inicial do mamoeiro na Etapa II