



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS**

JOSÉ EDIMAR VIEIRA COSTA JÚNIOR

**CRESCIMENTO, ACÚMULO DE MASSA SECA E DE SOLUTOS ORGÂNICOS EM
PLANTAS DE FAVELEIRA (*Cnidocolus quercifolius* POHL et BAILE) CRESCIDAS
EM SOLUÇÃO SALINA**

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2011

JOSÉ EDIMAR VIEIRA COSTA JÚNIOR

**CRESCIMENTO, ACÚMULO DE MASSA SECA E DE SOLUTOS ORGÂNICOS EM
PLANTAS DE FAVELEIRA (*Cnidocolus quercifolius* POHL et BAILE) CRESCIDAS
EM SOLUÇÃO SALINA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire

PATOS – PARAÍBA – BRASIL

2011

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO CSTR
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CAMPUS DE PATOS - PB

C837c

2011 Costa Júnior, José Edmar Vieira

Crescimento, acúmulo de massa seca e de solutos orgânicos em plantas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* POHL et BAILE) crescidas em solução salina/ José Edmar Vieira Costa Júnior. - Patos - PB: UFCG/UAEF, 2011.

32f.: il. Color.

Inclui Bibliografia.

Orientador(a): Antonio Lucineudo de Oliveira Freire

(Graduação em Engenharia Florestal). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1- Fisiologia vegetal. 2 – Faveleira – tolerância à salinidade. 3 – Acúmulo de solutos

CDU: 581.1

JOSÉ EDIMAR VIEIRA COSTA JÚNIOR

**CRESCIMENTO, ACÚMULO DE MASSA SECA E DE SOLUTOS ORGÂNICOS EM
PLANTAS DE FAVELEIRA (*Cnidocolus quercifolius* POHL et BAILE)
CRESCIDAS EM SOLUÇÃO SALINA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal.

APROVADA em: ___/___/___

Prof. Dr. ANTONIO LUCINEUDO DE OLIVEIRA FREIRE (UAEF/UFCG)

Orientador

Profa. Dra. IVONETE ALVES BAKKE (UAEF/UFCG)

1ª Examinadora

Prof. M.Sc. ALANA CANDEIA DE MELO (UAEF/UFCG)

2ª Examinadora

Dedico este trabalho aos meus pais (José Edimar e Daguia) e às minhas irmãs (Roberta e Raíssa), pelo incentivo, cooperação e apoio e, em especial, à minha namorada (Talícia) por compartilhar comigo os momentos de tristezas e também de alegrias, nesta etapa, em que, com a graça de Deus, está sendo concluída.

AGRADECIMENTOS

Considerando esta monografia como resultado de uma caminhada que não começou na UFCG, agradecer pode não ser tarefa fácil, nem justa. Para não correr o risco da injustiça, agradeço de antemão a todos que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

E agradeço, particularmente, a algumas pessoas pela contribuição direta na construção deste trabalho:

A Deus pela sua presença constante em minha vida, iluminando meu caminho, dando-me força, coragem e saúde para seguir em frente;

À minha família, que sempre contribui para a realização dos meus ideais;

À minha namorada, Talícia, pelo apoio e companheirismo, me incentivando a superar os obstáculos;

Aos meus cunhados Glauco e Sérgio, e sobrinhos João Neto, Júlia e Eduardo;

Ao professor Antonio Lucineudo por ter sido companheiro na orientação desta monografia, na realização dos trabalhos apresentados a partir dela nas recorrentes "discussões" que travávamos dentro e fora das salas de aula;

Aos membros da Banca Examinadora Prof^ª. Dr^ª. Ivonete Alves Bakke e Prof^ª. M.Sc. Alana Candeia de Melo, pela disponibilidade da participação da avaliação e pelas valiosas contribuições;

Aos funcionários da UFCG/ Patos - PB, em especial Seu Valter, Seu Gilvan e Joselito (Viveiro Florestal), João de Sá, Carlos, Caterzinho, Alexandre José Moraes, Otávio Sá dos Santos e Dona Francinete (laboratório), e as meninas da biblioteca, pela atenção e por não faltar sempre que precisei;

À minha turma de Graduação: Rosivânia, Eliane, Thiago, Arthur, Fabiano, Kydy, Rogério, Sócrates, Joab, Foguinho, Delmarcos, Cheila, Jokasta, Andrezza, por estarmos juntos durante a caminhada acadêmica;

As secretárias da UAEF – UFCG-PB, Ednalva e Ivanice, pela atenção dispensada ao longo do curso;

À UFCG/CNPq, pela concessão da bolsa de iniciação científica;

Aos amigos: Gregório, Girlânio, Foguinho, Delmarcos, Tibério, Rayssa, Pajé, Rodrigo, Íkallo, Djailson, Andrey, Wesley, Héric, Erik Bakke, Cheila, George, Evanildo, Tatianny Escarião, e amigos da insinuante.

Aos Engenheiros Florestais: Estevão, Felipe, Angeline, e M.sc. Rozileudo;

A todos os professores da UAEF – UFCG-PB.

COSTA JÚNIOR, José Edimar Vieira. 2011. **Crescimento, acúmulo de massa seca e de solutos orgânicos em plantas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl et Baile) crescidas em solução salina.** Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2011.

RESUMO

A salinidade é um dos fatores que afetam a produtividade das culturas e a introdução de espécies arbóreas é uma das alternativas para recuperação das áreas salinas. No entanto, para que se obtenha sucesso, é necessário que se conheça os efeitos da salinidade na espécie a ser utilizada. Este trabalho teve como objetivo verificar os efeitos da salinidade no crescimento das plantas, bem como no acúmulo de solutos orgânicos em plantas de faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*). Os tratamentos consistiram de cinco níveis de NaCl (0, 50, 100, 200 e 400 mmol m⁻³), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. As plantas cresceram em vasos de Leonard, contendo areia lavada e solução nutritiva, mantidas sob salinidade durante 60 dias. Foram determinados a altura, o diâmetro e massas seca das raízes, caule, folhas, parte aérea e total, e acúmulo de aminoácidos, proteínas e açúcares solúveis totais nas raízes e nas folhas. A salinidade causou redução linear no crescimento, massa seca e acúmulo de açúcares totais. As plantas de faveleira mostraram-se intolerantes à salinidade elevada imposta, não sendo capazes de se ajustarem osmoticamente.

Palavras-chave: Estresse salino. Acúmulo de solutos. Tolerância à salinidade.

COSTA JÚNIOR, José Edimar Vieira. 2011. **Growth, dry mass and organics solutes accumulation of plants of (*Cnidocolus quercifolius* Pohl et Baile) Under salinity.** Monograph (Graduation in Forestry) - University of Campina Grande, Health Centers and Rural Technology, Patos - PB, 2011.

ABSTRACT

The salinity is one of the factors that affects plant productivity. The introduction of trees consists in alternatives for recovering of degraded salt areas, however, the success of this process depends of knowledge of its effects on the species planted. This study aimed to verify the effects of salinity on plant growth of organic solutes and accumulation in plants of *Cnidocolus quercifolius*. The treatments consisted of five levels of NaCl (0; 50; 100; 200; and 400 mmol m⁻³), distributed in a completely randomized design with four replications. Plants were grown in Leonard pots containing washed sand and nutrient solution, during 60 days under salinity conditions. Height, diameter, dry mass of roots, stems, leaves, shoots and total area accumulation of amino acids, proteins and soluble sugars of roots and leaves, were determined. Salinity caused a linear reduction in growth, dry matter and soluble sugars. The results showed that plants were intolerant to high level of salinity imposed, not being able to adjust osmotically.

Keywords: Salt stress. Solutes accumulation. Salt tolerance.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Detalhes da planta de faveleira.	14
Figura 2 – Detalhes das plantas de faveleira crescendo em vasos de Leonard.	18
Figura 3 – Visão geral do aspecto das plantas de faveleira ao final do experimento.	21
Figura 4 – Altura e diâmetro de plantas de faveleira em função das doses de NaCl na solução nutritiva.	22
Figura 5 – Massas secas das raízes (MSR), do caule (MSC), da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTo) de plantas de faveleira em função das doses de NaCl na solução nutritiva.	23
Figura 6 – Concentrações de açúcares totais em plantas de faveleira em função das doses de NaCl na solução nutritiva.	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Características da região semiárida.....	11
2.2 A faveleira e seu múltiplo uso.....	13
2.3 A salinidade e seus efeitos no metabolismo das plantas.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Generalidades.....	18
3.2 Tratamentos, delineamento experimental e condução do experimento.....	18
3.3 Parâmetros a serem avaliados.....	19
3.3.1 Avaliações biométricas.....	19
3.3.2 Concentrações de açúcares totais, proteínas e aminoácidos.....	19
3.4 Análises estatísticas.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semiáridas ocupam cerca de 33% da área da Terra e grande parte dessa área apresenta solos com drenagens deficientes, baixa precipitação, águas subsuperficiais ricas em sais solúveis, alta evaporação e uso excessivo de fertilizantes, fatores que contribuem para a salinização dos solos.

No semiárido Nordeste, a salinidade tem se constituído como um dos principais fatores que afetam a produtividade das culturas. O excesso de sais afeta o crescimento das plantas devido ao efeito tóxico de alguns íons no protoplasma e também à retenção de água no solo. Em virtude da absorção excessiva do Na^+ e Cl^- , ocorre deficiência nutricional, causando um desequilíbrio no pH, dificultando a absorção e distribuição dos nutrientes e afetando o balanço iônico pelo seu acúmulo no protoplasma.

A habilidade das plantas em sobreviver sob condições salinas é importante para sua distribuição geográfica e para a agricultura nas áreas salinizadas. É necessário que sejam utilizadas espécies que tolerem essa condição e, se possível, que sejam capazes de melhorar as características físicas e químicas deste solo, o que pode ser conseguido através do plantio de leguminosas arbóreas de crescimento rápido, tolerantes à salinidade.

Dentre as alternativas viáveis para a reintegração de áreas com problemas de salinidade, está o cultivo de espécies arbóreas, atendendo a dois objetivos principais que são a revegetação da área e a produção de biomassa, visando à recuperação da fertilidade e dos atributos físicos desses solos. No entanto, para que se obtenha sucesso, é necessário que se conheçam os efeitos da salinidade na espécie a ser empregada.

A faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*) vem sendo utilizada para diversos fins, tais como a forragem, a medicina alternativa e recuperação de áreas degradadas como maior utilidade. Ocorre no Nordeste Brasileiro até o norte de Minas Gerais, estando adaptada a áreas com temperaturas elevadas, baixa pluviosidade, solos secos e pedregosos, características que proporcionam o processo de salinização dos solos.

Em virtude da falta de informações sobre o comportamento da faveleira sob condições de salinidade, conduziu-se esse trabalho no sentido de verificar os efeitos

dessa condição adversa no crescimento das plantas, bem como no acúmulo de solutos orgânicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da região semiárida

Segundo Silva (1998), citado por Candeia (2005), o Nordeste do Brasil se distribui por nove estados o que corresponde a 18,2% do território, com uma área total de 166 milhões de hectares, tendo como destaque a condição de semiaridez nas caracterizações da região. O clima quente e semiárido (Bsh na classificação de Köppen), com altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar (~50%), intensa insolação, solos rasos e expostos às intempéries, além das árvores retorcidas, são elementos característicos da região (CANDEIA, 2005). Em decorrência desses fatores, as plantas sofrem com a ausência de água, sendo restrita a alguns poucos meses do ano (EGLER, 1951).

O regime de chuvas, na região semiárida, concentrado num período de 3 a 4 meses no 1º semestre do ano, é marcado por forte irregularidade interanual. As temperaturas médias variam de 23°C a 27°C e a insolação anual chega a 2.800 horas, ocasionando, assim, elevadas taxas evapotranspirativas, conferindo a maior parte da região um déficit hídrico (MATALLO JÚNIOR, 2000).

No semiárido brasileiro, a vegetação que se destaca é a Caatinga e, apesar da sua grande abrangência, é, proporcionalmente, a menos estudada e menos protegida das composições florísticas brasileiras. Possui espécies vegetais de importância incontestável nas suas formações (TROVÃO et al., 2004), com ampla variação fisionômica que variam do tipo arbustivo esparso ao arbóreo denso (ANDRADE, 1989, citado por CANDEIA, 2005; RODAL, 1992). A fisionomia da vegetação também se modifica enormemente entre a época seca e a úmida, englobando um grande número de formações florísticas, sendo considerado um dos biomas mais heterogêneos do Brasil (CANDEIA, 2005), predominando representantes de Caesalpinaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Cactaceae (DRUMOND et al., 2000).

Muitas plantas da região do semiárido são de fundamental importância nesse ecossistema frágil, por apresentarem alta resistência às adversidades do ambiente e constituírem importante fonte de alimentos para a fauna. O caráter xerófilo dessas plantas permite a sua sobrevivência mesmo em períodos de secas prolongadas, contribuindo para o equilíbrio do ecossistema e atenuando a degradação ambiental (RIBEIRO e BRITO, 2010).

Tendo uma multiplicidade de uso, a vegetação do semiárido oferece subsídios para a alimentação humana e animal, medicina alternativa, produção de madeira para energia, produtos industriais (fibras, óleos, resinas, ceras, tanino, madeira para diversas finalidades), como também para a preservação do solo, dos recursos hídricos e da fauna, valores de grande importância para a vida sócioeconômica do homem (LIMA, 1989). Sendo explorada de forma sustentada permite uma melhoria da qualidade de vida da população (ARRIEL, 2004; ARRIEL et al., 2004).

A insuficiência hídrica é uma característica marcante dos solos sob fisionomia de Caatinga em que as espécies vegetais estão condicionadas (TROVÃO et al., 2004). De acordo com Lepsch (2002), a vegetação do tipo Caatinga é constituída de arbustos e árvores que refletem as condições de clima aí existentes, com chuvas irregulares concentradas em somente quatro meses do ano e ar muito seco e quente. A água é escassa tanto por causa da baixa pluviosidade como também pela razão dos solos serem muito rasos ou salinos, e que, por isso, armazenam pouca água. Devido a essas condições, essa vegetação tem um grau de adaptação à seca muito grande e caracteristicamente apresenta grande número de cactáceas, que possuem abundância de espinhos, perda de folhas – o que representa uma defesa contra a perda de água dos vegetais.

As plantas que habitam regiões de clima árido e semiárido apresentam várias estratégias para conseguir sobreviver em condições de déficit hídrico. A primeira delas, apresentado pelas espécies herbáceas, consiste em escapar à seca através de um ciclo de vida mais curto concentrado no único período chuvoso e na formação de um banco de sementes; o segundo, pode ocorrer de duas maneiras, as plantas podem tolerar a seca reduzindo o potencial hídrico interno das suas células, através do acúmulo de solutos compatíveis que favorecem a absorção de água pelo solo, ou fechar os estômatos nos horários de maior demanda evaporativa para manter o *status* hídrico (TURNER e BEGG, 1978; NOGUEIRA et al., 2005).

A primeira linha de defesa ao déficit hídrico é o fechamento estomático, reduzindo a transpiração. No entanto, se essa situação se estende, acarretará prejuízo à capacidade fotossintética, devido à queda na entrada de CO₂ (NOGUEIRA e SILVA, 2002), refletindo na queda da produção de matéria seca (LARCHER, 2004).

2.2 A faveleira e seu múltiplo uso

Esta espécie pertence à família Euphorbiaceae, conhecida por favela ou faveleira, mandioca-brava, queimadeira, cansanção, favela-de-cachorro e favela-de-galinha.

Candeia (2005) afirma que o termo faveleira se popularizou no início do século XX, no Morro da Providência, no Rio de Janeiro. Nesse local, os soldados sobreviventes da Guerra de Canudos e suas famílias foram autorizados a construir barracos em terrenos sem valor de mercado, como recompensa aos serviços prestados à pátria. Em Canudos, na Bahia, havia uma encosta chamada de Morro da Favela, por conta da presença de inúmeras faveleiras (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl et Baile.). Unindo o passado daqueles soldados e a desolação do novo ambiente ocupados pelos ex-combatentes, o termo favela passou a denominar as aglomerações urbanas criadas sem planejamento. Curiosidades à parte, os primeiros registros de estudos com a faveleira datam de 1937 e foram feitos por Phyllipp Von Lutzelburg. Este botânico estudou o xerofilismo da vegetação nordestina, esclarecendo como as plantas resistem à seca e ressurgem fisiologicamente com folhas, flores e frutos logo após as primeiras chuvas.

A faveleira se distribui pela Caatinga semiárida, da Bahia ao Piauí. Na Paraíba, esta espécie é observada principalmente na depressão sertaneja (nos municípios de Catingueira, Cajazeiras, Taperoá, Soledade, Patos, São Mamede, Santa Luzia, Santa Terezinha e outros municípios vizinhos). Distribuição equivalente é observada no estado de Pernambuco, com ênfase na depressão sertaneja (CANDEIA, 2005).

Árvore das caatingas hiperxerófilas, vegeta em áreas que apresentam precipitação pluviométrica abaixo dos 600-700 mm anuais em solo seco, pedregoso, sem húmus, sem cobertura protetora, exposto à forte irradiação solar e temperatura média de 25°C, onde outras espécies normalmente não conseguem vegetar. (DUQUE, 1980a). Esse autor descreve a faveleira da seguinte forma: atinge cinco metros de altura, ramifica-se acima da base (2 a 3 m), é resistente à seca e prospera em terrenos inóspitos; possui raízes tuberculadas, sementes oleaginosas, as folhas secas e cascas, ricas em proteína lhe conferem um bom potencial alimentício e forrageiro, constituindo-se em fonte de alimento aos animais, principalmente no

período seco. Em solos de baixa fertilidade, apresenta porte arbustivo, enquanto se desenvolve em árvores de cinco metros de altura em solos mais férteis.

Toda a planta contém látex abundante, de cor branca. Folhas de forma ovada, elípticoovalada, sinuosa a sublobada, membranácea, de bordos profundamente lobados, terminadas em pequenos espinhos. Número variável de pêlos urticantes, às vezes simples, ou unidos na base, chegando a alcançar mais de 1 cm de comprimento, de coloração alva. Inflorescência em cimeira, onde se desenvolve primeiro a flor central. Flor masculina com 5 pétalas alvas; estames unidos pelos filetes, 9 anteras de cor amarela, em 3 grupos de 3, na base do androceu, encontra-se um disco reduzido com 6 peças lineares, espessas. Flor feminina com ovário verde, encimado por estigma mais ou menos laminar, lobado. Fruto, cápsula tricoco esquisocárpica, 1,5-2 cm de comprimento. Superfície recoberta totalmente ou parcialmente por pêlos urticantes (SILVA et al., 2005). Semente de testa dura, lisa, e albúmem rico em óleo comestível (LIMA, 1989) (Figura 1).

Figura 1 – Detalhes da planta de faveleira



Fonte – COSTA JÚNIOR, 2011.

As folhas maduras e a casca da favela servem de forragem para animais. Porém, a grande importância da faveleira está em suas sementes, como produtora de óleo alimentício e de farinha, esta rica em sais minerais e, principalmente, proteínas. O óleo de alto valor energético para o povo é um substituto do azeite de oliva, não havendo diferença de sabor. Dotada de grande resistência à seca, é indicada no reflorestamento de áreas degradadas (BRAGA, 1976; DUQUE, 1980b, GOMES, 1982).

2.3 A salinidade e seus efeitos no metabolismo das plantas

Atualmente, a principal causa do aumento da salinização dos solos agrícolas tem sido as irrigações mal manejadas que, aliadas ao excesso de fertilização e à ausência de drenagem adequada, podem favorecer a degradação de solos (SILVA et al., 2008).

Problemas de salinidade atingem cerca de 6% das terras do mundo, onde 30% são em áreas irrigadas (MUNNS e TESTER, 2008). Altas taxas de evapotranspiração e sal dissolvido na água utilizada de forma intensiva para irrigar a expansiva agricultura das regiões áridas e semiáridas, assim como as adubações, irão causar a salinização secundária devido o acúmulo progressivo de sais nos solos (CHAVES; FLEXAS e PINHEIRO, 2008).

Os halobiomas, ambientes que apresentam solos salinos, são caracterizados por apresentar plantas que se adaptaram, morfológica e fisiologicamente, ao baixo potencial osmótico e toxicidade, causados pela quantidade excessiva de sais solúveis. Segundo Oliveira (1997), considera-se salino um solo que apresente concentrações de sais em sua solução capaz de afetar o crescimento e produtividade de plantas habitantes naturalmente dessa área ou cultivadas pelo homem.

Um dos maiores fatores que mais tem afetado a produtividade das culturas é a salinidade, com maior ocorrência nas regiões áridas e semiáridas (DASGAN et al., 2002). Estima-se que a área salinizada no semiárido brasileiro seja superior a nove milhões de hectares, localizada no Polígono das Secas, predominando os sais de sódio, principalmente o NaCl (MIRANDA et al., 2002).

A salinidade altera a nutrição mineral das culturas, reduzindo a atividade dos íons em solução e alterando os processos de absorção, transporte, assimilação e

distribuição de nutrientes na planta. A interação entre salinidade e nutrição mineral torna-se mais complexa em virtude das diferenças na concentração e na composição iônica dos meios salinos (água e solo) aos quais as plantas são submetidas, bem como das diferentes respostas das plantas, tanto em relação à salinidade como no tocante à eficiência na aquisição de nutrientes do solo (FARIAS et al., 2009)

Seus efeitos se manifestam através da interferência na absorção de água e íons, assim como no metabolismo dos açúcares, reduzindo o crescimento e a produção das plantas (SERRATO VALENTI et al., 1991). Não apenas a área foliar diminui em função da salinidade, mas também a fixação líquida do CO₂ por unidade de área foliar, enquanto que a respiração aumenta, promovendo redução drástica na assimilação líquida de CO₂ por unidade de área foliar por dia. Menores taxas de fixação líquida de CO₂ durante o período de luz podem ser causadas por deficiência hídrica, fechamento parcial dos estômatos e perda de turgescência das células do mesófilo, devido ao acúmulo de sais no apoplasto, ou efeitos tóxicos de íons (MARSCHNER, 1995).

Segundo Munns (2002), os efeitos osmóticos dos sais predominam quando a planta é submetida a um curto período de estresse, reduzindo o potencial hídrico da região radicular, restringindo a absorção de água. Quando submetidas a um longo período de estresse, ocorrem efeitos tóxicos devido à acumulação de íons, induzindo distúrbios nutricionais e metabólicos.

Os efeitos da seca sobre o desenvolvimento dos vegetais dependem da intensidade, da duração do estresse e da fenologia e genética da planta, podendo provocar diversas alterações morfofisiológicas, como diminuição da turgescência e redução no tamanho das folhas, desenvolvimento do sistema radicular mais profundo e fechamento dos estômatos nos horários mais quentes do dia (PIMENTEL, 2004).

O excesso de sódio e, numa proporção ainda maior, de cloro causa intumescimento do protoplasma, afetando a atividade enzimática, causando alterações quantitativas e qualitativas no metabolismo, as quais resultam em baixa produção de energia, distúrbios na assimilação do nitrogênio, alterações no padrão de aminoácidos e no metabolismo das proteínas. Dentre as alterações no metabolismo, está o acúmulo de solutos orgânicos, que promove redução no potencial osmótico, proporcionando absorção de água pela planta. Essa redução no

potencial osmótico leva ao aumento no potencial de turgor, exercendo importante papel no crescimento vegetal, mediante a intensificação do alongamento celular (NEUMANN; VOLKENBURGH e CLELAND, 1988).

De modo geral, as plantas têm duas alternativas para crescer e se reproduzir em ambientes salinos: 1) evitar o acúmulo excessivo de sais, principalmente no tecido fotossintetizante; 2) acumular sal no tecido fotossintetizante, porém de forma compartimentalizada, evitando que os mesmos atinjam os processos e as funções essenciais do vegetal. No caso das halófitas, há compartimentalização eficiente de íons inorgânicos no vacúolo, acompanhada do acúmulo de solutos orgânicos compatíveis no citoplasma, os quais mantêm o equilíbrio osmótico entre os compartimentos celulares. Para as glicófitas a compartimentalização dos íons não ocorre com mesma eficiência, mesmo havendo o ajustamento osmótico celular. (HASEGAWA et al., 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Generalidades

O experimento foi conduzido em ambiente telado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UAEF/CSTR/UFCG), Patos - PB, em vasos de 'Leonard', de acordo com metodologia descrita por Vincent (1970), utilizando-se areia grossa lavada e esterilizada como suporte para as plantas. A areia foi lavada em água corrente, submetida à secagem e depois colocada em vasos de Leonard (1 Kg de areia), confeccionados com garrafas plásticas tipo Pet com capacidade para 2 litros (Figura 2).

Figura 2 – Detalhes das plantas de faveleira crescendo em vasos de Leonard.



Fonte – COSTA JÚNIOR, 2011.

Após a escarificação, as sementes foram desinfestadas em hipoclorito de sódio a 5%, durante 5 minutos e lavadas com água destilada para retirada do excesso do hipoclorito. Em seguida, foram colocadas para germinar diretamente nos vasos de Leonard (3 sementes por vaso) e 10 dias após a emergência foi feito um desbaste, deixando-se 1 planta por vaso.

3.2 Tratamentos, delineamento experimental e condução do experimento

Os tratamentos de salinidade [0 (tratamento controle), 50, 100, 200 e 400 mmol/L de NaCl] foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foi utilizada solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) (meia força iônica) com as devidas concentrações de cloreto de sódio.

O tratamento salino iniciou 30 dias após o desbaste, quando foram adicionados 50 mmol/L de NaCl diariamente, até atingir a concentração desejada. O experimento foi conduzido até os 60 dias após o início dos tratamentos.

As soluções foram trocadas a cada cinco dias, afim de se manter o nível de salinidade e a adequada concentração de nutrientes da solução nutritiva.

3.3 Parâmetros avaliados

3.3.1 Avaliações biométricas

Antes do início do tratamento salino, um grupo de plantas foi retirado para que se realizassem as determinações da altura e da massa seca das plantas. As folhas, o caule e as raízes foram acondicionados em sacos de papel e colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até atingir massa constante. O material foi submetido à pesagem para a determinação da massa seca desses componentes. Essas avaliações também foram realizadas ao final do experimento. De posse desses dados, foi calculada a taxa de crescimento, de acordo com fórmula citada por Benincasa (2003), e determinadas massa seca de folhas (MSF), do caule (MSC), de raízes (MSR), da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTo).

3.3.2 Concentrações de açúcares totais, proteínas e aminoácidos

As concentrações desses solutos foram quantificadas nas folhas e nas raízes. Após a secagem e pesagem, foram feitas as extrações com metanol, clorofórmio e água (MCW) na proporção 12:5:3 (v/v/v). Amostras frescas de folhas e de raízes (500 mg) foram maceradas utilizando-se 5 mL de MCW por grama de massa seca. Em seguida, as amostras foram centrifugadas três vezes a 3.000 rpm, durante três minutos. O sobrenadante foi colocado em funil de separação e foram adicionados 1 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água destilada para cada 4 mL de sobrenadante. Após a separação, a porção do extrato sem os pigmentos foi colocada em tubo de ensaio em banho-maria a 30°C por duas horas, para evaporar o clorofórmio.

Para extração das proteínas, foi utilizado o precipitado da extração citada anteriormente, ressuspensando-o três vezes com NaOH 0,1 mol/L, utilizando-se 5 mL por grama de material vegetal e centrifugando-se o extrato a 3.000 rpm durante três minutos.

Para a determinação das concentrações de açúcares totais, foi empregada a metodologia de Yemm e Willis (1954). As concentrações de proteínas foram feitas segundo Bradford (1976) e as de aminoácidos, segundo Yemm e Cocking (1955).

3.4 Análises estatísticas

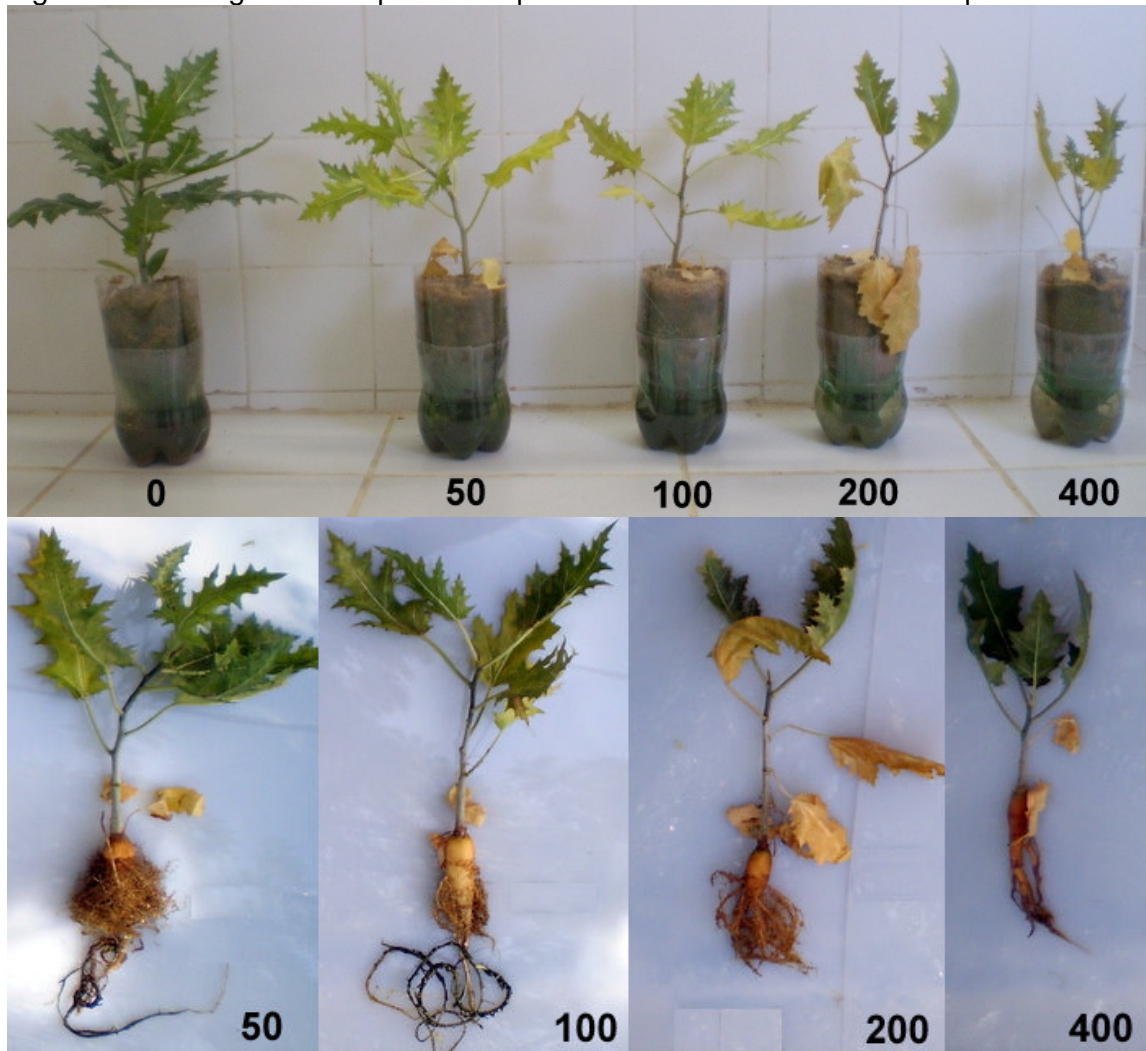
Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das doses de NaCl na altura, diâmetro e massas secas total, da parte aérea, das raízes e do caule das plantas.

Na Figura 3, tem-se uma visão do aspecto das plantas de faveleira após 60 dias mantidas na condição salina.

Figura 3 – Visão geral do aspecto das plantas de faveleira ao final do experimento.

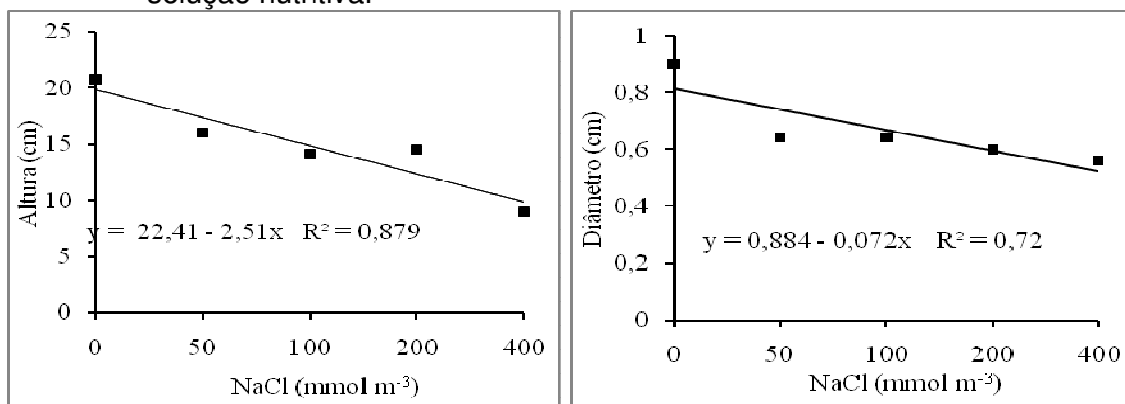


Fonte – COSTA JÚNIOR, 2011.

Analisando-se a Figura 4, nota-se que houve redução linear na altura e no diâmetro das plantas de faveleira com o aumento dos níveis de salinidade da solução nutritiva, com diminuição de 57% e 38%, respectivamente, quando se compara as plantas do tratamento controle com as do nível mais elevado de

salinidade. No entanto, comparando-as com aquelas submetidas aos níveis moderados de salinidade (50 e 100 mmol m⁻³ de NaCl), verificaram-se reduções na altura das plantas em torno de 23% e 32%, respectivamente. Quanto ao diâmetro do caule, essas reduções foram de 29%. Dessa forma, constata-se que estes níveis moderados de salinidade exercem pouca influência no crescimento das plantas.

Figura 4 – Altura e diâmetro de plantas de faveleira em função das doses de NaCl na solução nutritiva.

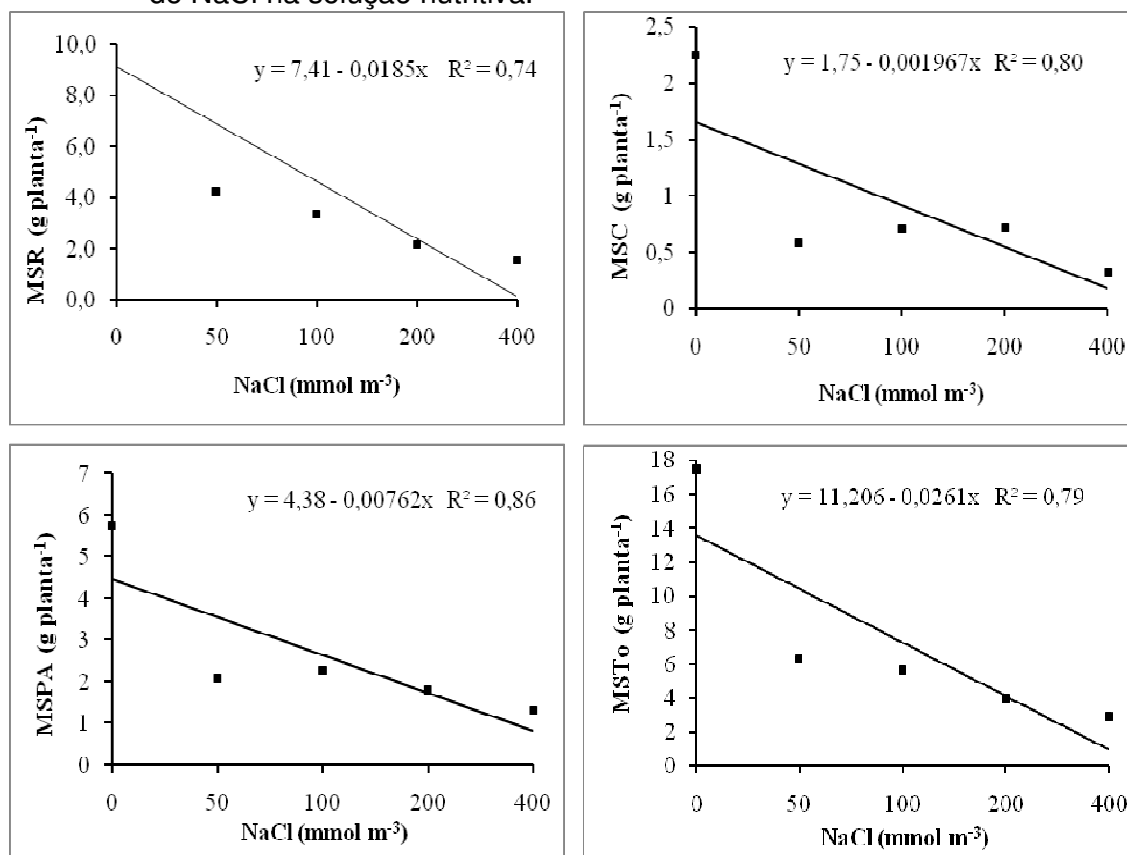


Fonte – COSTA JÚNIOR, 2011.

Silva et al. (2000), Miranda et al. (2002) e Neves; Carvalho e Rodrigues (2004) também comprovaram o efeito negativo do NaCl no crescimento de plantas. Essa redução do crescimento das plantas devido à salinidade, segundo Munns (2002), pode ser devido a um provável efeito osmótico, associado à toxidez de íons pela absorção excessiva de Na e Cl e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção e/ou distribuição dos nutrientes. A redução no crescimento causado pelo estresse salino pode também estar relacionada ao custo energético envolvido na síntese de compostos orgânicos osmoticamente ativos, necessários nos processos de compartimentação e na regulação do transporte de íons (MENDONÇA et al., 2007).

Quanto ao acúmulo de massa seca (Figura 5), os efeitos também foram lineares, reduzindo com aumento da salinidade. Os valores de MSR, MSTo, MSPA e MSC das plantas submetidas a 50 mmol m⁻³ de NaCl tiveram redução de 12,4%, 11,6%, 8,7% e 5,6%, respectivamente, quando comparadas às plantas do tratamento controle.

Figura 5 – Massas secas das raízes (MSR), do caule (MSC), da parte aérea (MSPA) e massa seca total (MSTo) de plantas de faveleira em função das doses de NaCl na solução nutritiva.



Fonte – COSTA JÚNIOR, 2011.

Comparando-se as plantas submetidas ao nível mais elevado de salinidade com aquelas que não receberam sal na solução nutritiva, verifica-se que as reduções foram muito altas, atingindo valores de 99,8%, 93,1%, 69,6% e 45%, respectivamente para MSR, MSTo, MSPA e MSC.

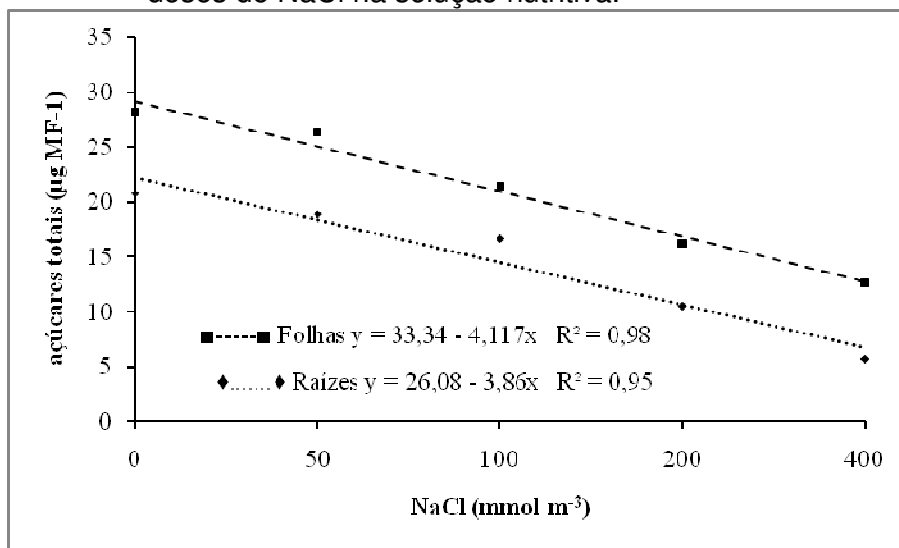
Os efeitos da salinidade no crescimento e no acúmulo de massa seca de plantas são bem evidenciados na literatura, e sua intensidade varia entre espécies. Cruz et al. (2006) submetendo o maracujazeiro-amarelo a concentrações inferiores que as utilizadas no presente estudo também comprovaram o efeito negativo do NaCl no acúmulo de massa seca, com decréscimos de 20%, 22% e 28% no acúmulo de matéria seca das raízes, das folhas e do caule + pecíolo, respectivamente. Reduções na produção de massa seca das plantas também foram observadas por Fernandes et al. (2002) em plantas de pupunheira (*Bactris gasipaes*), Neves; Carvalho e Rodrigues (2004), em umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e Silva et al. (2008), em meloeiro.

A redução da fitomassa das plantas nos níveis mais altos de salinidade ocorreu, provavelmente, devido ao aumento da pressão osmótica das soluções provocado pelo elevado nível de sal e conseqüente diminuição da absorção de água pelas plantas (KATERJI et al., 2003; BIE; ITO e SHINOARA, 2004). Devido à redução na absorção de água, pode ter ocorrido inibição da extensibilidade das paredes celulares, conduzindo a danos que causaram redução na capacidade fotossintética das folhas, reduzindo a produção de carboidratos, necessários ao crescimento das plantas, conforme afirmam Zidan; Azaizeh e Neumann (1990) e Munns (2002). Outro fator que deve ser levado em consideração é o efeito que os sais de Na^+ e Cl^- podem exercer nas plantas, causando perturbações na nutrição e no metabolismo, acarretando prejuízos no crescimento (CHUSMAN, 2001; MUNNS, 2002).

O comportamento das raízes sob condições de salinidade é uma das características mais importantes nos estudos de tolerância ao estresse salino, em virtude de estarem em contato direto com o sal e absorverem a água para o abastecimento celular (JAMIL e RHA, 2004). Demir e Arif (2003) observaram que o crescimento radicular foi mais afetado em relação ao da parte aérea pela salinidade. Jeannette; Craig e Lynch (2002) relataram que o peso fresco total da parte aérea e radicular de linhagens de feijão foi reduzido com o aumento do estresse salino.

Em relação ao acúmulo de solutos orgânicos, a salinidade exerceu influência significativa apenas no acúmulo de açúcares totais (Figura 6).

Figura 6 – Concentrações de açúcares totais em plantas de faveleira em função das doses de NaCl na solução nutritiva.



Fonte – COSTA JÚNIOR, 2011.

Verifica-se que houve redução linear nos teores de açúcares totais com aumento do nível de salinidade da solução nutritiva, o que pode ter sido devido aos efeitos da salinidade na fotossíntese, prejudicando a síntese de solutos necessários ao crescimento, uma vez que houve redução na altura e na massa seca das plantas (MSR, MSC, MSPA e MSTo) com aumento da salinidade. As plantas, portanto, não foram capazes de desenvolver ajustamento osmótico para a manutenção da turgescência celular e posterior crescimento. Plantas tolerantes à salinidade frequentemente desenvolvem ajustamento osmótico acumulando, principalmente, açúcares, aminoácidos, polióis, betaínas e compostos relacionados (HASEGAWA et al., 2000), contribuindo para a manutenção da absorção de água e turgescência celular, garantindo processos fisiológicos vitais, como a abertura estomática, fotossíntese e expansão celular (SAKAMOTO e MURATA, 2002; SERRAJ e SINCLAIR, 2002).

A fotossíntese é diretamente afetada à medida que ocorre aumento nas concentrações salinas, havendo mudanças significativas nas concentrações de carboidratos nos tecidos fonte, caracterizadas pelo aparecimento de oligossacarídeos do grupo rafinose, da verbascose e também inositol metilado (PHARR et al., 1995).

5 CONCLUSÃO

- As plantas de faveleira não foram capazes de se ajustar osmoticamente sob salinidade.
- O crescimento das plantas é fortemente afetado em níveis elevados de sal no meio.
- A espécie mostrou-se sensível aos níveis elevados de salinidade.

REFERÊNCIAS

- ARRIEL, E.F. **Divergência genética em *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.** 2004. 89f. Tese (Doutorado) - Produção Vegetal – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 2004.
- ARRIEL, E.F.; PAULA, R.C.; BAKKE, O.A.; ARRIEL, N.H.C. Divergência genética em *Cnidoscolus phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.2/3, p. 813- 822, 2004.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento** (noções básicas). 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BIE, Z.; ITO, T.; SHINOARA, Y. Effects of sodium sulfate and sodium bicarbonate on the growth, gas exchange and mineral composition of lettuce. **Scientia Horticulturae**, v.99, n.2, p.215-224, 2004.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgam quantities of protein utilizing the principle of protein binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste: Especialmente do Ceará**. Natal: Fundação Guimarães Duque, 1976. 509p. (Coleção Mossoroense,42).
- CANDEIA, B.L. **Faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus* (MART.) PAX et K. HOFFM.) inerme: obtenção de mudas e crescimento comparado ao fenótipo com espinhos**. 2005. 47f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande. Patos. 2005.
- CHAVES, M.M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v.125, p.1-10. 2008.
- CHUSMAN, J.C. Osmoregulation in plants: implications for agriculture. **American Zoologist**, v.41, n.4, p.758-769, 2001.
- CRUZ, J.L.; PELACANI, C.R.; COELHO, E.F.; CALDAS, R.C.; ALMEIDA, A.Q.; QUEIROZ, J.R. Influência da salinidade sobre o crescimento, absorção E distribuição de sódio, cloro e macronutrientes em plântulas de maracujazeiro-amarelo. **Bragantia**, v.65, n.2, p.275-284, 2006.
- DASGAN, H.Y.; AKTAS, H.; ABAK, K.; CAKMAK. I. Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotypes responses. **Plant Science**, v.163, n.1, p.695-703, 2002.
- DEMIR, M.; ARIF, I. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*). **Turkish Journal of Agriculture**, v.27, p.221-227, 2003.

DRUMOND, M.A.; KIILL, L.H.P.; LIMA, P.C.F.; OLIVEIRA, M.C.; OLIVEIRA, V.R.; ALBUQUERQUE, S.G.; NASCIMENTO, C.E.S.; CAVALCANTE, J. **Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma caatinga: Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga.** Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, UFPE e Conservation International do Brasil, 2000. 22p.

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas.** 3 ed., Mossoró- RN: ESAM-Fundação Guimarães Duque., Vol. CXLIII, 1980a. 337p.

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as Lavouras Xerófilas.** Brasília: Fundação Guimarães Duque, 1980b. 316p. (Coleção Mossoroense, 143).

EGLER, W.A. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Geografia**, v.13, n.4, p. 577-588, 1951.

FARIAS, S.G.G.; SANTOS, D.R.; FREIRE, A.L.O.; SILVA, R.B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição Mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p.1499-1505, 2009.

FERNANDES, A.R.; CARVALHO, J.G.; CURI, N.; PINTO, J.E.B.P.; GUIMARÃES, P.T.G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1613-1619, 2002.

GOMES, R.P. **Forragens Fartas nas Secas.** São Paulo: Nobel, 1982. 136p.

HASEGAWA, P.; BRESSAN, R.A.; ZHU, J.K.; BOHNERT, J. Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, p.463-499, 2000.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water culture method for growing plants without soil.** California Agriculture Experimental Study. 1950 (Circular, 347)

JAMIL, M.; RHA, E.S. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). **Korean Journal of Plant Resources**, v.7, p.226-232, 2004.

JEANNETTE, S.; CRAIG, R.; LYNCH, J.P. Salinity tolerance of *phaseolus* species during germination and early seedling growth. **Crop Science**, v.42, p.1584-1594, 2002.

KATERJI, N.; VAN HOORN, J.W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salinity effect on crop development and yield analysis of salt tolerance according to several classification methods. **Agricultural Water Management**, v.62, n.1, p.37-66, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima, 2004. 531p.

LEPSCH, I.F. **Formação e Conservação dos Solos.** São Paulo: Oficina de textos, 2002, 178p.

LIMA, D.A.; **Plantas da Caatinga**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989. 275 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press. 1995. 889p.

MATALLO JÚNIOR, H.A desertificação no Brasil. In: OLIVEIRA, T.S. et al. (Eds.). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: UFC, p.89-113, 2000.

MENDONÇA, A.V.R.; CARNEIRO, J.G.A. BARROSO, D.G.; SANTIAGO, A.R.; RODRIGUES, L.A.; FREITAS, T.A.S. Características biométricas de mudas de *eucalyptus* sp sob estresse salino. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.365-372, 2007.

MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G.; SANTOS, D.R.; FREIRE, A.L.O.; BERTONI, J.C.; MELO, J.R.M.; CALDAS, A.L. Silício de cloreto de sódio na nutrição mineral e produção de matéria seca de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.957-965, 2002.

MUNNS, R., TESTER, M., Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review Plant Biology**, v. 59, p., 651- 681. 2008.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell & Environment**, v.28, p.239-250, 2002.

NEUMANN, P.M., VOLKENBURGH, E., CLELAND, R.E. Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. **Plant Physiology**, v.88, p.233-237, 1988.

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G.; RODRIGUES, C.R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, p.997-1006, 2004.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA, E.C. Comportamento estomático em plantas jovens de *Schinopsis brasiliensis* Engl. cultivadas sob estresse hídrico. **Iheringia, Série Botânica**, v.57, n.1, p.31-38, 2002.

NOGUEIRA, R. J.M.C.; NOGUEIRA, R.J.M.; SILVA, E.C. **Aspectos ecofisiológicos da tolerância à seca em plantas da caatinga**. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U. M. T. Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. v.1,p. 22-31.

OLIVEIRA, M. Gênese, classificação e extensão de solos afetados por sais In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Ed.). **Simpósio “Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada”**. Campina Grande;UFPB, 1997. 35p.

PHARR, D.M., STOOP, J.M.H., WILLIAMSON, J.D., STUDER FEUSI, M.E., MASSEL, M.O., CONKLING, M.A. The dual role of mannitol as osmoprotectant and photoassimilate in celery. **Horticultural Science**, v.30, p.1182-8, 1995.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191p.

RIBEIRO, V.V.; BRITO, N.M. Fungos associados a sementes de *cnidoscolus quercifolius* pohl ET Baile em épocas distintas. **Revista de Biologia e Farmácia**, v.4, n.1, p. 73-77, 2010

RODAL, M.J.N. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de Caatinga em Pernambuco**. Campinas: UNICAMP, 1992. 89f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 1992.

SAKAMOTO, A.; MURATA, N. The role of glycine betaine in the protection of plants from stress: clues from transgenic plants. **Plant, Cell and Environment**, v.25, n.2, p.163-171, 2002.

SERRAJ, R.; SINCLAIR, T.R. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions. **Plant, Cell and Environment**, v.25, p.333-341, 2002.

SERRATO VALENTI, G., FERRO, M., FERRARO, D., RIVEROS, F. Anatomical changes in *Prosopis tamarugo* Phil. seedlings growing at different levels of NaCl salinity. **Annals of Botany**, v.68, p.47-53, 1991.

SILVA, F.A.M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J.R.P.; CARVALHO, J.G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Miracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v. 6, p.052-059, 2000.

SILVA, M.B.R.; BATISTA, R.C.; LIMA, V.L.A.; BARBOSA, E.M.; BARBOSA, M.F.N. Crescimento de plantas jovens da espécie florestal favela (*Cnidoscylus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm) em diferentes níveis de salinidade da água. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 2, s.p., 2005. Disponível em < <http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/favela.pdf>>. Acesso em: 06 de maio de 2011.

SILVA, M.O.; FREIRE, M.B.G.S.; MENDES, A.M.S.; FREIRE, F.J.; SOUSA, C.E.S.; GÓES, G.B. Crescimento de meloeiro e acúmulo de nutrientes na planta sob irrigação com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.593-605, 2008.

TROVÃO, D.M.B.M.; FERNANDES, P.D.; ANDRADE, L.A.; NETO, J.D.; OLIVEIRA, A. B.; QUEIROZ, J. A. Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade do solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, s.p., 2004. Disponível em: <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/potencialhidrico.pdf>>. Acesso em: 06 de maio de 2011.

TURNER, N.C.; BEGG, J.E. Responses of pasture plants to water deficits. In: WILSON, J. R. (Org.) **Plant relations in pastures**. Melbourne: CSIRO, 1978. p.50-66.

VINCENT, J.M. **A manual for the practical study of root-nodule bacteria.** Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1970. 200p. (IBP Hand book, 15).

YEMM, E.W., COCKING, E.C. The determination of amino acid with ninhydrin. **Analyst**, v.80, p.209-13, 1955.

YEMM, E.W.; WILLIS, A .J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, v.57, p.508-514,1954.

ZIDAN, I.; AZAIZEH, H.; NEUMANN, P.M. Does salinity reduce growth in maize root epidermal cells by inhibiting their capacity for cell wall acidification? **Plant Physiology**, v. 93, p. 7-11, 1990.