

COMPORTAMENTO VEGETATIVO DE *Cryptostegia madagascariensis* BOJER EX DECNE EM SOLOS DA CAATINGA SOB ESTRESSES ABIÓTICOS

VEGETATIVE BEHAVIOR OF *Cryptostegia madagascariensis* Bojer Ex In CAATINGA SOILS UNDER ABIOTIC ESTRESS

Resumo:

A diversidade biológica constitui um fator de relevante importância para a conservação dos ecossistemas naturais e, por conseguinte, para o equilíbrio da vida no planeta, inclusive da espécie humana. A introdução, acidental ou deliberada, de espécies exóticas por diferentes vetores é atualmente uma das principais mudanças globais, resultando em uma série de problemas locais e globais. Embora nem todas as introduções de espécies não nativas possuam efeitos negativos, muitos desses táxons podem desencadear efeitos indesejáveis sobre a biodiversidade, desde o nível genético até o nível de paisagens. Este trabalho visou apresentar o conhecimento atual sobre as invasões biológicas por espécies vegetais e particularmente, sobre a invasora, no período de 2015 a 2016, município de Areia, PB. Aos 30 dias após a semeadura foram avaliados: diâmetro do caule, altura, número de folhas, área foliar, tamanho da folha, massas secas da folha, do caule, da parte aérea, da raiz e total, relação entre biomassa seca da raiz e da parte aérea, área foliar específica e razão da área foliar. A maioria das variáveis avaliadas foi influenciada negativamente pelo incremento da salinidade, com menor intensidade quando o substrato foi mantido com baixa e elevada umidade, apenas o número de folhas no Vertissolo foi estimulado pelo aumento da salinidade, assim como os índices de clorofila *a* e total no Neossolo Flúvico. A baixa disponibilidade de água no solo, assim como a sua saturação (alagado), restringiu o crescimento das plantas, principalmente no Neossolo Flúvico, mas não o impediu, caracterizando que a *C. madagascariensis* é uma espécie que necessita estar em níveis de umidades próximos a capacidade de campo para o seu máximo desenvolvimento. Esta espécie também mostrou ser eficiente na absorção de água.

Abstract:

The biological diversity is a factor of significant importance for the conservation of natural ecosystems and therefore for the balance of life on the planet, including the human species. The accidental or deliberate introduction of alien species by different vectors is currently one of the major global changes, resulting in a number of local and global problems. Although not all introductions of non-native species have negative effects, many of these taxa may trigger undesirable effects on biodiversity, from the genetic level to the landscape level. This work aimed to present the current knowledge about the biological invasions by plant species and particularly, on the invasive, from 2015 to 2016, county of Areia- PB. At 30 days after sowing, stem diameter, height, number of leaves, leaf area, leaf size, dry leaf mass, shoot, shoot, root and total mass, dry root biomass leaf area ratio and foliar mass. Most of the evaluated variables were negatively influenced by the increase of salinity, with lower intensity when the substrate was maintained with low and high humidity, only the number of leaves in the Vertisol was stimulated by the salinity increase, as well as the total and chlorophyll indexes in the Flossic Neosol. The low availability of water in the soil, as well as its saturation (flooded), restricted the growth of plants, mainly in the Flossic Neosol, but did not prevent it, characterizing that *C. madagascariensis* is a species that needs to be in levels of near humidity the field capacity for its maximum development. This species has also been shown to be efficient in water absorption.

Jailma dos Santos de Medeiros¹,
Francisco de Oliveira Mesquita²,
Leonardo Alves de Andrade³, Cleiton
José de Oliveira⁴, André Japiassu⁵,
Aline Carla de Medeiros⁶,
Patrício Borges Maracajá⁷

¹D. Sc. pela UFPB, Campus Areia-PB.

E-mail:santosjailma@yahoo.com.br

²- D. Sc. da Universidade Federal do Cariri - Campus Crato - CE. E-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br

³ Prof.D. Sc. da UFPB – CCA -. Campus de Areia-PB. E-mail: professorleonardo@gmail.com

⁴ Eng. Agrônomo pela UFPB - Campus de Areia-PB. E-mail: klaytonpara@hotmail.com

⁵ D. Sc. pela UFPB - Campus de Areia-PB. Bolsista do IFPB Campus de Sousa – PB . E-mail: japiassuagro@gmail.com

⁶ D ra, Sc. CCT – PPGEP - UFCG. Campina Grande-PB, E-mail:alinecarla.edu@gmail.com

⁷ D. Sc. do CCTA-PPGSA – UFCG – Pombal – PB E-mail: patriciomaracaja@gmail.com



Palavras-chaves: Estresse hídrico, espécies exóticas, salinização, Invasão Biológica.

Keywords: Hydrical stress, exotic species, salination, Biological Invasion.



INTRODUÇÃO

A invasão biológica está entre os mais graves problemas ambientais da atualidade em todo o mundo (Hulme et al., 2012). No Brasil, a invasão biológica por essas espécies vegetais é crescente, sendo reconhecidas mais de cem espécies exóticas com potencial invasor ou como invasoras já estabelecidas (Zenni & Ziller, 2011), que em todos os biomas, causam redução da diversidade, alteração das características dos ecossistemas e muitas vezes extinção de espécies autóctones.

No contexto da Caatinga e ecossistemas associadas diversas espécies já são consideradas invasoras que causam graves problemas, dentre estas, destacam-se *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Andrade et al., 2010); *Parkinsonia aculeata* L. (Cochard & Jackes, 2005), *Calotropis procera* (Ait.) R. Br., *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., *Sporobolus indicus* (L) R. Br. sendo constatados sérios danos sobre a vegetação onde elas se estabelecem.

Outra invasora agressiva desse mesmo contexto geográfico é *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne, pertencente à família Apocynaceae (Silva et al., 2008), conhecida popularmente como viúva alegre, é uma planta originária da ilha de Madagascar, na África e provavelmente foi trazida ao Brasil para fins de ornamentação, devido à beleza de suas flores de cor lilás e a abundante floração que apresenta por longos períodos (Starr, 2003). É uma planta bastante agressiva na ocupação dos espaços, elimina as demais espécies por competição e sombreamento. A planta apresenta dispersão de sementes do tipo anemocórica, pois suas sementes são dotadas de estruturas plumosas, que possuem alto poder de germinação (Silva et al., 2008). As plântulas nascidas em ambientes naturais instalam-se principalmente em solos de aluvião, junto às margens de rios e corpos de água.

Na região Nordeste do Brasil, a espécie *C. madagascariensis* é um táxon capaz de formar maciços populacionais em diversos nichos da Caatinga e ecossistemas associados, sobretudo nos sítios mais úmidos, podendo causar a supressão da vegetação autóctone atingida. Contudo nos últimos anos tem-se registrado uma explosão das populações da invasora no Estado do Ceará em áreas de matas ciliares e em terrenos baixos, formando maciços populacionais que alteram a paisagem e causam sérios impactos, sendo considerada uma planta invasora bastante agressiva (Sousa, 2014).

O semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar um baixo regime pluviométrico, com chuvas irregulares durante e entre os anos, com predominância

de solos poucos intemperizados como os Neossolos Flúvicos e os Vertissolos, o que favorece ao desenvolvimento da salinidade (Pedrotti et al., 2015). É neste contexto que se encontra a Caatinga nordestina, composta por formações estacionárias arbórea-arbustivas, algumas delas com fisionomia de savana, com temperatura elevada responsável pela acentuada evapotranspiração potencial (Coutinho, 2006; Batten et al., 2006). Entre os biomas brasileiros, a Caatinga se destaca por apresentar uma vegetação bastante heterogênea (Araújo & Martins, 1999) e está inserido entre os biomas mais degradados pela ação humana (MMA, 2002).

Considerando a introdução da *C. madagascariensis* em projetos paisagísticos no Brasil, a agressividade da espécie e a existência de regiões ecologicamente favoráveis ao seu desenvolvimento principalmente no Nordeste, com áreas alagadas temporariamente com água doce e salobra. Nesse sentido, este trabalho tem como avaliar o crescimento inicial da *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne em solos da Caatinga sob efeitos de estresses abióticos.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição do Local do Experimento

O ensaio foi conduzido no Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV), Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA), Centro de Ciências Agrárias (CCA) – Campus II – da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB, referente ao período de Agosto de 2015 a Janeiro de 2016. O local de realização do experimento situa-se nas seguintes Coordenadas Geográficas: 6°57'58,2" de Latitude Sul; 35° 42' 56,6" de Longitude a Oeste de Greenwich, a 518 metros de altitude, e está inserido na Microrregião do Brejo Paraibano.

2.2 Temperatura e Umidade Relativa do Ar

As temperaturas máximas e mínimas e os valores de máximos e de mínimos para umidade relativa do ar foram registrados pelo termômetro digital, sendo coletadas diariamente às 9:00 horas. Para a umidade relativa média do ar foi determinada através de uma média aritmética entre as umidades máxima e mínima.

A Tabela 1 apresenta os valores médios mensais das temperaturas máxima, mínima e das umidades relativa do ar máxima, mínima e média da estufa do LEV/CCA/UFPB, Areia-PB, durante os meses de condução do ensaio.

Tabela 1 – Valores médios mensais de temperaturas e de umidades relativas do ar do interior da estufa do Laboratório de Ecologia Vegetal, Areia – PB.

Dados	2015			2016		
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro
Temperatura média (°C)						
Máxima	25,5	26,3	27,1	28,0	28,5	32,0
Mínima	23,2	25,2	26,0	26,7	27,1	28,8
Umidade Relativa do ar (%)						
Máxima	74,6	72,3	67,8	64,6	64,5	65,5
Mínima	65,0	65,2	65	57,9	60,5	45,9
Média do Dia	73	62,2	63	62,2	62	55,7

2.3. Local e Coleta dos Frutos

Os frutos de *C. madagascariensis*, quando apresentavam deiscência, foram coletados manualmente na copa de indivíduos de uma população existente na Fazenda Triunfo, localizada no município de Ibaratama – CE, nas coordenadas 05° 27' 27,2" S e 94° 76' 65,2" W. A fazenda possui uma área total de 740 ha, dos quais aproximadamente 100 ha estão ocupados pela espécie exótica invasora.

A coleta dos frutos nas matrizes foi feita de forma aleatória, percorrendo-se a área invadida pela referida espécie. Os frutos foram coletados em agosto de 2015. Após coletados, estes foram acondicionados em sacos plásticos e posteriormente transportados para o LEV/CCA/UFPB, em Areia - PB.

2.4. Caracterização dos Atributos Físicos, Químicos e da Salinidade dos Solos

Os substratos foram constituídos de um Vertissolo de textura Franco argilo siltoso e de um Neossolo Flúvico de textura Areia Franca, ambos sem correção de pH e sem adição de fertilizantes ou matéria orgânica. Os dois solos foram coletados na profundidade de 0-20 cm, o Vertissolo foi coletado na propriedade agrícola do Senhor Severino Cruz do município de Alagoa Grande-PB, nas coordenadas geográficas 07° 05' 20" S, 35° 38' 06" O e altitude média de 143 metros e o Neossolo Flúvico na área agrícola situado na Gruta Funda do município de Algodão de Jandaira-PB, nas coordenadas 06°51'11,3" S, 35°55'51,5" W e altitude média de 407 ± 3 m. Ambos os solos estavam sob invasão de outra espécie invasora, como a *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia aculeata* e a *Calotropis prucera*.

Após a coleta dos dois solos para as análises físico-químicas e da salinidade, as amostras foram transportadas para o laboratório de DSER/CCA/UFPB a fim de destorroa-las e seca-las. As amostras de cada solo depois de passadas em peneira de 2 mm de malha, foram caracterizadas fisicamente e quanto à fertilidade, empregando as metodologias compiladas pela Embrapa (2011). Foram caracterizadas também quanto à

salinidade do extrato de saturação conforme Richards (1954), cujos resultados estão indicados na (Tabela 1).

As análises químicas constituíram na determinação da Condutividade elétrica do solo, do pH, acidez potencial e os teores de P, K⁺, Na⁺, H+Al³⁺, Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, CTC, saturação de bases e matéria orgânica (Embrapa, 2011). As características físicas determinadas nos dois solos antes do experimento foram: composição granulométrica e argila dispersa em água pelo método da pipeta; densidade do solo (método da proveta) e densidade de partículas (método do balão volumétrico); calcularam-se, ainda, a porosidade total, como também a classificação textural (Embrapa, 2011) e cujos valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedades físicas, químicas e atributos de salinidade do Vertissolo e do Neossolo Flúvico coletados nos municípios de Alagoa Grande-PB e Algodão de Jandaira – PB, respectivamente, referente à profundidade de 0 - 20 cm.

	Atributos Físicos	
	Vertissolo	Neossolo
Areia (g kg ⁻¹)	372	862
Silte (g kg ⁻¹)	253	84
Argila (g kg ⁻¹)	447	46
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,69	1,65
Densidade da partícula (kg dm ⁻³)	2,75	2,86
Porosidade total (m ³ m ⁻³)	2,56	35,7
Classificação textural	Franco	
	Argilo	Areia Franca
	Siltoso	
Atributos da Fertilidade		
	Vertissolo	Neossolo
pH (1:2,5 água)	6,50	6,68
P (mg dm ⁻³)	12,0	164
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	9,25	3,55
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	13,25	1,45
K ⁺ (mg dm ⁻³)	0,45	0,44
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,45	0,37
SB (cmol _c dm ⁻³)	22,63	5,25

Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0	0
(H ⁺ +Al ³⁺) (cmol _c dm ⁻³)	4,16	0,42
CTC (cmol _c dm ⁻³)	26,65	6,12
V (%)	84,25	91,54
MOS (g kg ⁻¹)	20,14	7,65

Atributos da Salinidade

	Vertissolo	Neossolo
CEes (dSm ⁻¹)	0,88	0,42
pH	5,63	6,89
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,35	1,57
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,55	4,20
K ⁺ (mg dm ⁻³)	0,73	0,78
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	11,49	5,34
Cl ⁻ (cmol _c dm ⁻³)	6,57	5,65
CO ₃ ²⁻ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00

Atributos da Salinidade

	Vertissolo	Neossolo
HCO ₃ ⁻ (cmol _c dm ⁻³)	4,16	0,52
SO ₄ ²⁻ (cmol _c dm ⁻³)	-	-
RAS	8,45	3,48
PST%		
PSI	10,31	4,33

2.5 Instalação e Condução do Experimento

O experimento foi conduzido em ambiente telado do Laboratório de Ecologia Vegetal, onde as plantas de *C. madagascariensis* foram cultivadas em 128 vasos plásticos com capacidade para 21 litros (dm⁻³) com 4 repetições, sendo colocado em cada vaso 19 Kg do substrato, seco e salinizado. Antes da salinização dos substratos, os mesmos foram passados em peneira com malha de 8 mm e, em seguida, postos para secar.

Os substratos, após secos, foram colocados nos vasos os quais foram separados em quatro lotes, sendo cada lote irrigado com água contendo os seguintes valores de condutividades elétricas da água de irrigação: 0,3 (média da condutividade elétrica da água de torneira utilizada no experimento); 1,0; 2,0 e 4 dSm⁻¹. Os níveis de condutividade elétrica da água utilizados para salinização dos solos foram obtidos através da diluição dos sais Cloreto de Sódio com 70%, Cloreto de Cálcio a 20% e Cloreto de Magnésio na proporção de 10% em água de torneira e as medidas feitas com condutivímetro portátil como procederam também Mesquita et al. (2015).

Antes da semeadura, as sementes foram retiradas da cápsula que as envolve e não foi preciso nenhum tipo de tratamento físico ou químico para acelerar a sua germinação. Para cada vaso, utilizaram-se 10 sementes, as quais foram dispostas no substrato a uma profundidade média de 1,5 cm, utilizando como cobertura uma leve camada dos substratos, de modo a favorecer a emergência. Previamente à semeadura, o solo foi umedecido para que houvesse uma melhor acomodação das partículas do solo nos vasos e condições adequadas de semeio a fim de obter maior homogeneidade no vigor das sementes. Após a

estabilização da emergência, realizou-se um desbaste das mudas 10 dias após a semeadura, permanecendo quatro plântulas mais vigorosas em cada vaso. As quatro plantas foram mantidas até o fim do ensaio (152 dias), sendo 4 plantas por vaso, com 32 vasos para cada repetição, sendo 4 repetições totalizando 128 vasos.

A unidade experimental constou 4 repetições com um total de 128 vasos plásticos com capacidade unitária para 21 litros, acondicionados com 19 kg do substrato, seco e salinizado com quatro plantas de *C. madagascariensis*.

Os substratos foram salinizados pela aplicação de água com níveis crescentes de sais de acordo com a casualização dos tratamentos propostos. Dessa forma, as unidades experimentais foram irrigadas com água contendo os seguintes valores de condutividades elétricas: 0,3 ; 1; 2; e 4 dSm⁻¹. Os níveis de condutividade elétrica da água utilizados para salinização dos solos foram obtidos através da diluição dos sais cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cloreto de cálcio (CaCl₂.H₂O) e, cloreto de magnésio (MgCl₂.6H₂O) na proporção de 7:2:1 de íons de sódio, cálcio e magnésio, respectivamente.

Cada unidade experimental recebeu 10 sementes semeadas a uma profundidade de 1,5 cm e cobertas por uma leve camada de substrato, de modo a favorecer a emergência. Previamente à semeadura, o solo foi umedecido para que houvesse uma melhor acomodação das partículas do solo nos vasos e condições adequadas para o semeio. Após a estabilização da emergência, realizou-se um desbaste deixando-se apenas as quatro plântulas mais vigorosas em cada vaso, o que ocorreu 10 dias após a semeadura, as quais foram avaliadas até o fim do ensaio (152 dias).

A determinação do volume de água para elevar os solos à capacidade de campo e a saturação foram realizadas em vasos extras do ensaio os quais foram perfurados na lateral inferior e acoplou-se uma mangueira plástica. Para determinar à capacidade de campo (método gravimétrico) a mangueira acoplada no vaso foi conectada a uma garrafa pet, em seguida, adicionou-se água até que se iniciasse a drenagem, sendo considerada como volume de água para elevar o solo seco à capacidade de campo à água retida, quando cessada a drenagem (Souza et al., 2011). Para determinar à saturação do solo a extremidade da mangueira permaneceu voltada para cima, sendo adicionada água até que o seu nível na mangueira estivesse igual ao nível do solo no vaso, sendo considerada como volume de água para elevar o solo seco à saturação à água adicionada. Durante o período da semeadura ao final da fase de plântula todas as parcelas receberam água até a capacidade de campo (CC). A partir desse momento, iniciou-se o fornecimento de água de acordo com os níveis de água propostos para o estudo os quais, foram ajustados por pesagem, três vezes por semana, repondo a água evapotranspirada.

2.6 Variáveis analisadas

2.6.1 Diâmetro ao Nível do Solo (DNS), altura de planta e número de folhas

O diâmetro ao nível do solo foi obtido utilizando-se um paquímetro digital, no colo da planta, cujos resultados foram expressos em valores médios por planta (mm). A altura com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, compreendida entre a distância do colo o meristema apical da planta, e o número de folhas obtido por contagem direta de todas as folhas por planta, sendo os resultados expressos em valores médios por planta, todas feitas quinzenalmente, com o intuito de registrar o seu desenvolvimento neste período.

2.6.2 Área Foliar (AF)

A área foliar foi obtida através do software para análise de cobertura vegetal versão 1.0 (SisCob®) (JORGE e SILVA, 2009), a partir de imagens de folhas capturadas com auxílio de um scanner, sendo os resultados expressos em valores médios por planta ($\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), a fim de se identificar os efeitos dos sais e dos solos, através do teste F ($p \leq 0,05$). Os efeitos quantitativos dos sais sobre a salinidade do solo, a emergência e o crescimento inicial de *C. madagascariensis* foram ajustados à regressão e as diferenças entre os solos foram comparadas pelo teste F, admitindo-se erro de até 5 % de probabilidade (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se pelo resumo da ANOVA que houve diferenças ($p > 0,05$) entre todas as variáveis analisadas em função dos solos estudados e da umidade, exceto a área foliar específica, que não obteve diferença ($p > 0,05$) para os solos estudados (Tabela 3). Para o fator isolado condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) observou-se significância com 1% de probabilidade para as variáveis: massa seca do caule, da parte aérea, massa seca total e da evapotranspiração (Tabela 3). Para a probabilidade a 5%, as variáveis influenciadas na pesquisa foram: diâmetro do caule ao nível do solo e a massa seca da raiz (Tabela 3).

Ainda na Tabela 3, observa-se a ocorrência de interações significativas ($p > 0,01$ e $p > 0,05$) entre os solos estudados e a umidade desses solos para a maioria das variáveis analisadas, com exceção para os índices de Clorofila A e de Clorofila B onde não foi possível identificar interações. Não foram observadas interações para as variáveis analisadas em relação aos efeitos dos solos e da condutividade da água de irrigação (Tabela 3). As interações entre os níveis de umidade e a condutividade da água de irrigação apresentaram diferenças ($p > 0,01$ e $p > 0,05$) para a maioria das variáveis estudadas, exceto para a relação

da biomassa seca da raiz/massa seca da parte aérea, a área foliar específica e razão de massa foliar (Tabela 3). Para as interações entre os solos estudados, os níveis de umidade e as condutividades da água de irrigação, observou-se apenas diferenças ($p > 0,01$ e $p > 0,05$) nas variáveis: diâmetro do caule ao nível do solo, massa seca do caule, parte aérea, raiz e a total. As demais variáveis analisadas não apresentaram significância (Tabela 3).

O aumento do teor de sais na água de irrigação (CEai) provocou redução nos valores de diâmetro de caule ao nível do solo (DNS) das plantas jovens de *C. madagascariensis* quando submetidos a umidade de 40% da CC em Neossolo Flúvico e Vertissolo (Figura 1 A e 1 B). O DNS apresentou uma redução linear em função da CEai em nível de 0,47mm e 0,27mm para cada aumento unitário da CEai nos ensaios experimentais no Neossolo Flúvico e Vertissolo respectivamente (Figura 1A e 1B).

Na umidade de 70% da CC observou-se no Neossolo Flúvico que houve aumento no DNS até a condutividade elétrica da água de irrigação máxima de $2,23 \text{ dSm}^{-1}$ chegando a um valor de 7,66mm (Figura 1A). No Vertissolo, para a mesma umidade, houve uma redução linear no DNS de 0,33mm para cada aumento unitário da CEai (Figura 1 B).

Na condição de solo saturado (SAT) para o Vertissolo, observou-se que DNS foi estimulado até a CEai máxima de $2,05 \text{ dS m}^{-1}$, chegando a um valor de 3,37mm (Figura 1B). No Neossolo Flúvico, as plantas submetidas a 20% CC e SAT, o DNS não se ajustou aos modelos de regressões testados, obtendo médias de 2,53 mm na condição de 20% CC e 4,08 mm na condição SAT (Figura 1 A). O mesmo comportamento foi observado quando as plantas foram submetidas a 20% da CC no Vertissolo, tendo, em média 2,95 mm (Figura 1 B).

Munns & Tester (2008) relatam que a inibição no crescimento do sistema radicular e caulinar sob condições salinas pode ser atribuída à redução da fotossíntese. Possivelmente podemos relacionar a redução no DNS das plantas jovens de *C. madagascariensis* aos 152 dias após a emergência, à redução de fotossíntese ocasionada pelo aumento de sais na água de irrigação do experimento.

Os resultados de DNS apresentados neste trabalho, foram inversos aos obtidos por Bezerra (2013), que avaliou a espécie invasora *Parkinsonia aculeata*, submetidas a níveis crescentes de salinidade e sob condições semelhantes de umidade, onde o diâmetro do caule foi estimulado pelas irrigações salinas e pelos níveis crescentes de umidade.

Para a altura de planta (ALT) no Neossolo Flúvico, ajustou-se ao modelo de regressão quadrática 70% da CC, resultando no máximo de crescimento em altura na salinidade de $2,07 \text{ dSm}^{-1}$, com valor máximo de 79,71cm (Figura 1 C). Nas umidades de 20%, 40% e SAT, não houve diferenças na altura das plantas quando submetidas a níveis crescentes de CEai, com médias 18,48, 81,66 e 23,68cm respectivamente.

Tabela 3 – Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referentes aos valores de diâmetro do caule ao nível do solo (DNS), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF) e Tamanho da Folha (TF), Areia-PB, 2015.

Fonte de Variação	GL	DNS	ALT	NF	AF	TF
Bloco	3	1,7647	220,1472	10,2934	10258,614	8,3369
Solo (S)	1	2,3342*	6244,1326**	248,8688**	173258,888**	20,6142**
Umidade(U)	3	244,7831**	51895,2200**	6628,9641**	2739315,715**	1159,9111**
CEai (C)	3	1,3532*	62,1150 ^{ns}	9,9311 ^{ns}	8627,44 ^{ns}	2,0560 ^{ns}
S x U	3	21,9319**	6199,6811**	303,3937**	410730,614**	93,9758**
S x C	3	0,1399 ^{ns}	146,6587 ^{ns}	11,5952 ^{ns}	7488,632 ^{ns}	2,4835 ^{ns}
U x C	9	1,1034**	206,6048*	26,3741*	15418,517**	7,0272**
S x U x C	9	0,9089*	129,6560 ^{ns}	15,5128 ^{ns}	2758,334 ^{ns}	1,3692 ^{ns}
Resíduo		0,3513	84,1535	10,7604	3767,20	1,7466
CV (%)		10,72	16,33	11,78	20,79	16,27
Média		5,53	56,19	27,82	295,22	8,12

^{ns}, ** e * : não significativo e significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

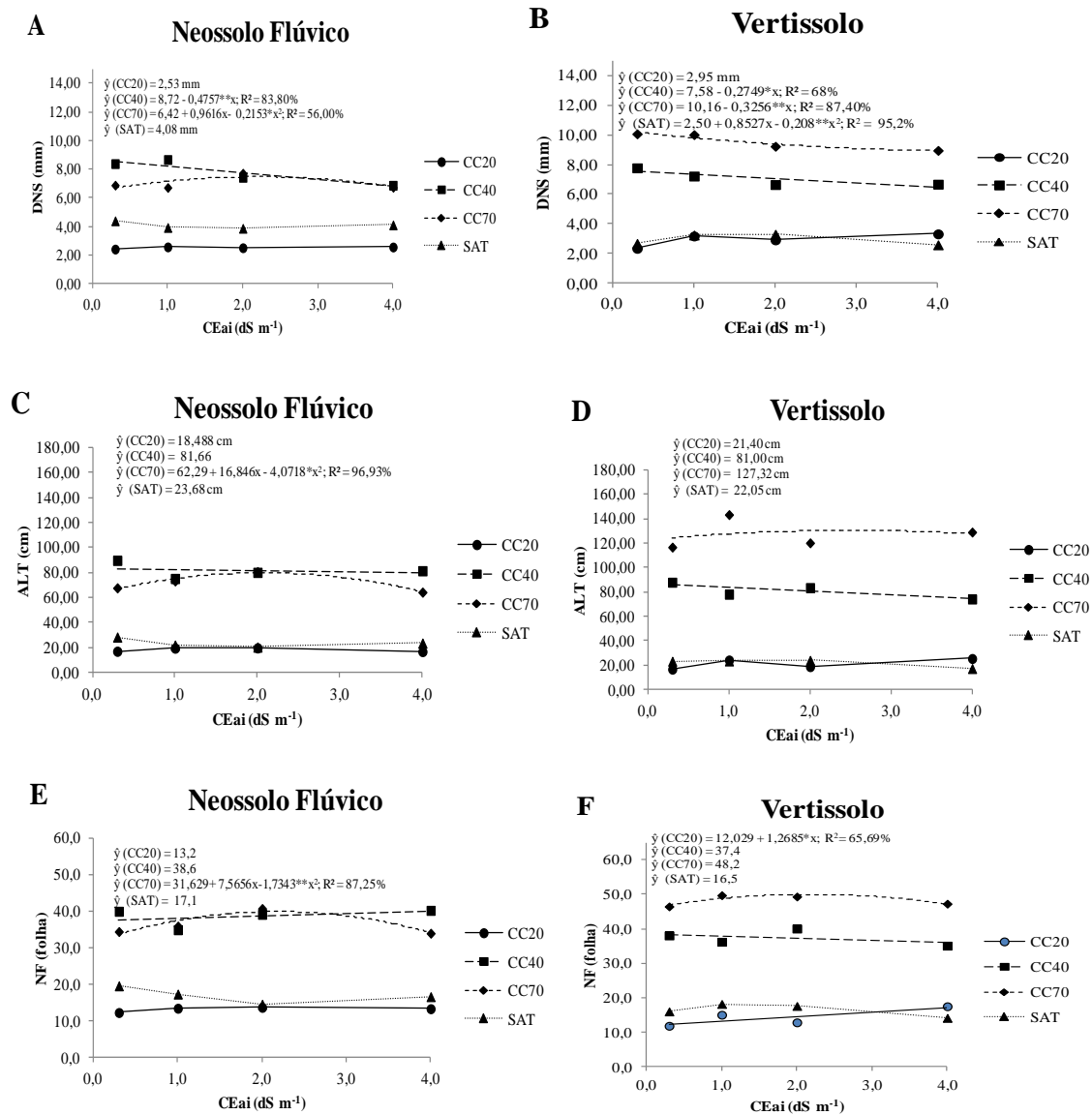


Figura 1 – Valores dos diâmetros ao nível do solo – DNS – (A e B), altura de plantas – ALT- (C e D), número de Folhas - NF- (E e F) de plantas jovens em função da água de irrigação salina (CEai) e dos níveis de umidade dos solos (CC20%; CC40%; CC70% e SAT) em dois tipos de solos (Neossolo Flúvico e Vertissolo), aos 152 dias após a semeadura, * e **: significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste T.

Avaliando a mesma variável (ALT), a níveis crescentes de CEai nos ensaios com o Vertissolo (Figura 1 D), as plantas jovens de *C. madagascariensis*, não se ajustaram ao modelo de regressão, obtendo médias de 21,40 cm quando cultivadas a 20% CC, 81cm quando a 40% CC, 127,32 cm quando a 70% da CC e 22,05 cm para SAT (Figura 1 D). Essas médias quando comparadas às médias da altura das plantas que estavam no Neossolo Flúvico, apresentaram tendência e valores semelhantes, exceto para a umidade de 70% CC (Figura 1 C e 1 D).

Em relação ao número de folhas (NF) nos ensaios ao nível de umidade de 70 % CC no Neossolo Flúvico, houve um aumento na produção de folhas até a CEai máxima de 2,18 dS m⁻¹ atingindo um valor de 40 folhas. Para as demais umidades avaliadas, não se observou ajuste ao modelo de regressão, obtendo estas variáveis as médias de 13 folhas quando cultivadas a 20% CC, 38 folhas quando a 40% CC e 17 folhas para SAT (Figura 1 E).

No Vertissolo, submetidos a umidade de 20% da CC, em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), o número de folhas (NF) quanto comparado com a CEai (Figura 1 F) mostraram uma tendência positiva, os valores foram aumentados linearmente de 12 para 17 folhas, resultando num ganho de 27% (Figura 1 F). Não houve significância para as umidades de 40% CC, 70% CC e SAT, nas quais as mesmas apresentaram médias de 37, 48 e 16 folhas, respectivamente (Figura 1 F).

Sob estresse salino, o número e tamanho das folhas de plantas glicófitas são reduzidos devido à baixa disponibilidade de água, aumento da concentração salina da solução e toxicidade pela alta concentração de sais no ambiente radicular (Taiz et al., 2017).

Para a variável área foliar (AF), no Neossolo Flúvico submetidos a umidade de 40% da CC, em função do aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), os valores da AF foram reduzidos linearmente em função do aumento da CEai (Figura 2 A), de 579,1cm² planta⁻¹ para 443,9cm² planta⁻¹, resultando em perdas de 23% (Figura 2 A). Quando submetidas a umidade de 70% da CC, a área foliar aumentou até a CEai máxima de 2,30 dS m⁻¹ com valor de 504,1 cm² planta⁻¹ (Figura 2A).

No Neossolo Flúvico, a AF das plantas jovens de *C. madagascariensis* sob as condições de umidade de 20% CC e SAT não se ajustaram a nenhum modelo matemático, sendo os valores representados pelas

médias de 52,77 e 32,14 cm² planta⁻¹, respectivamente (Figura 2 A).

No Vertissolo, submetidos a umidade de 40% da CC, em função do aumento da CEai, os valores da AF foram reduzidos linearmente de 443,39cm²planta⁻¹ para 354,91cm²planta⁻¹, resultando em perdas de 20% (Figura 2 B). Quando submetidas a umidade de 70% da CC, a AF aumentou até a CEai máxima de 2,31dS m⁻¹ com valor de 892cm² planta⁻¹ (Figura 2 B). Para as umidades de 20% CC e SAT não houve ajuste a nenhum modelo matemático, sendo os valores representados pelas médias de 60,61 e 33,31 cm² planta⁻¹, respectivamente (Figura 2 B).

A literatura cita que a redução da área foliar é um importante mecanismo adaptativo de plantas cultivadas sob excesso de sais e estresse hídrico, visto que, sob tais condições, é conveniente às plantas a redução do processo transpiratório e, conseqüentemente diminuição do carregamento de Na⁺ e Cl⁻ no xilema e conservação da água nos tecidos das plantas, segundo (Sucre & Suáres, 2011). Desta forma, a inibição na expansão do limbo foliar é uma das características mais comuns em plantas submetidas ao estresse, e já tem sido observada em espécies exóticas como o Noni (*Morinda citrifolia* L) (Souto et al., 2013), e algumas espécies nativas como constatado por Silva et al. (2008) em plantas jovens de umbu (*Spondias tuberosa*).

Para Silva et al. (2009), o órgão mais sensível das plantas, em geral, aos sais são as folhas, inclusive para o pinhão manso (*Jatropha curcas*). Nesse sentido, o estresse salino reduz a área foliar e exerce ação negativa na fotossíntese das plantas, absorção de água e nutriente e, conseqüentemente, no crescimento e produção de biomassa. Ao contrário da *C. madagascariensis*, a espécie invasora *Parksonia aculeata* quando cultivada sob estresse hídrico de menos de 40% da Capacidade de Campo e salino com mais de 8 dS⁻¹ obteve um aumento significativo em sua área foliar, demonstrando ser uma planta resistente a ambos fatores abióticos (Bezerra, 2013).

O comportamento do tamanho das folhas (TF) foi idêntico para ambos os solos estudados quando submetidos a umidade de 40% CC, ocorrendo uma redução linear com o aumento da água de irrigação em 26% para o Neossolo Flúvico e 16,2% no Vertissolo (Figura 2 C e 2D). No Neossolo Flúvico quando submetido a umidade do solo de 70 % CC o TF se ajustou ao modelo quadrático, observando-se uma resposta positiva até a salinidade máxima de 2,44 dSm⁻¹, com valor de 12,7 cm²planta⁻¹ (Figura 2C). Ainda no

Neossolo Flúvico, o TF para a umidade de 20% da CC e SAT não se ajustaram a nenhum modelo matemático, apresentando médias 4,01 e 1,79 $\text{cm}^2\text{planta}^{-1}$ respectivamente. Comportamento semelhante pode-se observar nas plantas no Vertissolo em condições de

umidade de 20% CC, 70% CC e SAT, não se ajustando a nenhum modelo matemático aplicado, com médias 4,02, 17,0 e 2,04 $\text{cm}^2\text{planta}^{-1}$ respectivamente (Figura 2 D).

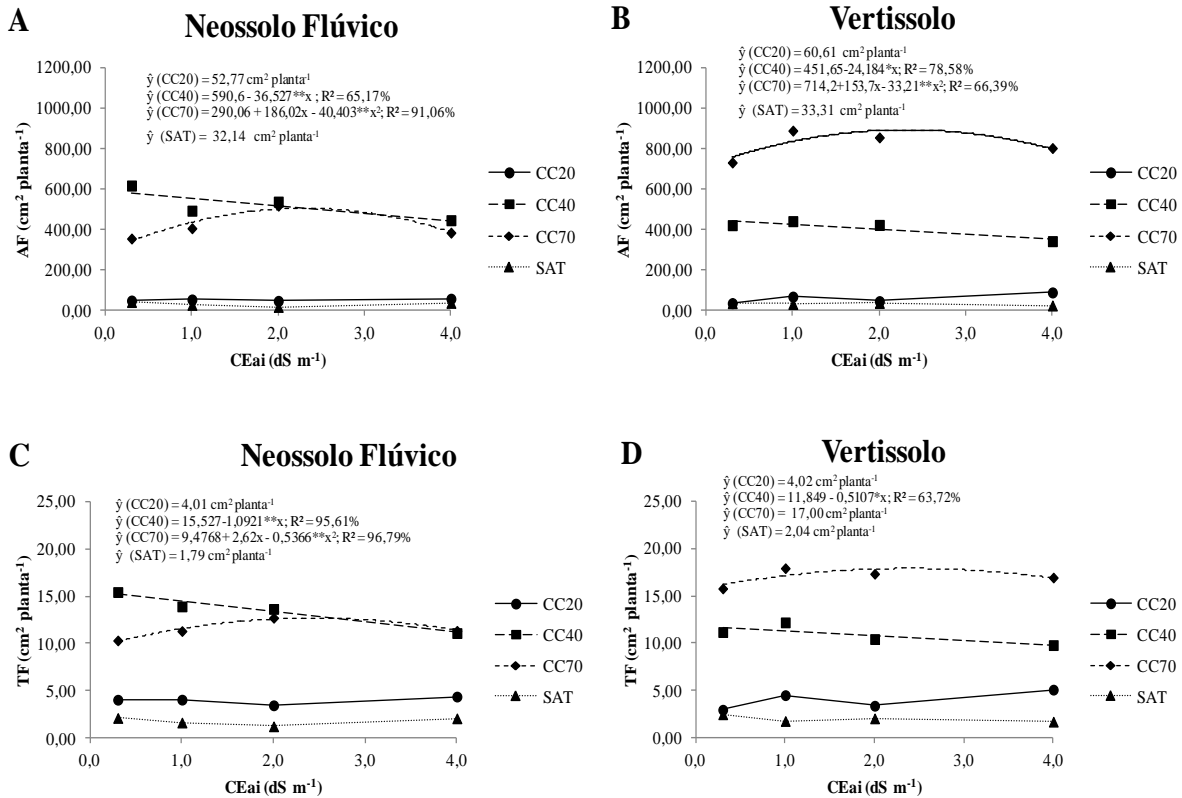


Figura 2 - Valores de Área Foliar (AF) – (A e B), Tamanho das folhas (TF) - (D e C), de plantas jovens em função da água de irrigação salina (CEai) e dos níveis de umidade dos solos (CC20%; CC40%; CC70% e SAT) em dois tipos de solos (Neossolo Flúvico e Vertissolo), aos 152 dias após a semeadura, * e **: significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste T.

CONCLUSÕES

A maioria das variáveis avaliadas apresentaram comportamento um pouco afetado pelo incremento de sais na água de irrigação, mas sempre com menor intensidade nos tratamentos com menores níveis de umidade e quando submetidos a umidade de SAT (alagado), apenas o número de folha no Vertissolo foi estimulado pelo aumento da salinidade, assim como os índices de clorofila A e total no Neossolo Flúvico. Apesar do incremento de sais na água a espécie invasora em estudo conseguiu se desenvolver nos solos estudados, como também com o excesso de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. A; Fabricante, J. R.; Oliveira, F. X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas

de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 3, n. 2, p. 249-255, 2010.

ARAÚJO, F.S.; Martins, F.R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba, estado do Ceará. **Acta. bot. bras**, 13: 1-13, 1999.

BATTEN K, Scow K, Davies K, Harrison S. Two invasive plants alter soil microbial community composition in serpentine grasslands. **Biological Invasions**, v. 8, p. 217–230, 2006.

BEZERRA, F. T. C.; Andrade, L. A. de; Cavalcante, L. F.; Pereira, E. P.; Bezerra, M. A. F. Emergência e crescimento inicial de plantas de *Parkinsonia aculeata* L. (FABACEAE) em substrato salino, **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 611-618, 2013.

- COCHARD, R.; Jackes, B. R. Seed ecology of the invasive tropical tree *Parkinsonia aculeata*. **Plant Ecology**. v. 180, n. 1, p. 13-31, 2005.
- COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 13-23, 2006.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2011, 230 p. (Embrapa – CNPS. Documentos, 132).
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- HULME, P. E.; Pyšek, P.; Winter, M. Biosecurity on thin ice in Antarctica. **Science**, v. 336, p. 1102-1104, 2012.
- MESQUITA, F. O.; Batista, R. O.; Costa, A. G.; Malheiros, S. M. M.; Costa, J. P. N.; Oliveira Filho, F. X.; Campos, V. C. Irrigação com águas salina e biofertilizante na produção de fitomassa de nim. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 11, n. 1, p. 85-92, 2015.
- MMA (Ministério do meio ambiente, dos recursos hídricos e da Amazônia legal). **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco/fundação de apoio ao desenvolvimento, Fundação Biodiversistas, EMBRAPA/Semiárido, MMA/SBF, Brasília-DF, 2002. 6p.
- MUNNS, R.; Tester, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annuario journal Plant Biology**, v. 1, n. 59, p. 651-81, 2008.
- PEDROTTI, A.; Chagas, R. M.; Ramos, V. C.; Prata, A. P. N.; Lucas, A. A. A. T.; Santos, P. B. Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.
- RICHARDS, L. A. **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, (Manual de Agricultura, 60). 1954. 174p.
- SILVA, J. L.; Barreto, R. W.; Pereira, O. L. Pseudocercospora *Cryptostegia*- *madagascariensis* SP. Nov.pn *Cryptostegia madagascariensis*, an Exotic vine involved in Major Biological Invasions in Northeast Brazil. **Mycopathologia**, v. 166, p. 87-91, 2008.
- SILVA, J. L.; Barreto, R. W.; Pereira, O. L. Pseudocercospora *Cryptostegia*- *madagascariensis* SP. Nov.pn *Cryptostegia madagascariensis*, an Exotic vine involved in Major Biological Invasions in Northeast Brazil. **Mycopathologia**, v. 166, p. 87-91, 2008.
- SILVA, S.M.; Cavalcante, A.M.B. Impactos Ambientais e Descrição Morfológica Comparada de Duas Espécies Fitoinvasoras (*Cryptostegia grandiflora* e *C. madagascariensis*) no Estado do Ceará. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço – MG, 2009.
- SOUSA, F. Q. de. **Estrutura Fitossociológica de Remanescentes de Caatinga e Avaliação do Banco de Sementes do Solo em Áreas Invasidas por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. no Estado do Ceará**. 2014. 123 F. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.
- SOUTO, A. G. L.; L, F. Cavalcante; Nascimento, J. A. M.; Mesquita, F. O.; Lima Neto A. J. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. **Irriga**, v. 18, n. 3, p. 442-453, 2013.
- SOUZA, V. C.; Andrade, L. A.; Bezerra, F. T. C.; Fabricante, J. R.; Feitosa, R. C. Avaliação populacional de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Fabaceae Lindl.), nas margens do rio Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 2, p. 314-320, 2011.
- STARR, F.; STARR, K.; LOOPER, L. ***Cryptostegia spp:Rubber vine, Asclepiadaceae***. Disponível em: http://www.hear.org/starr/hiplants/reports/pdf/cryptostegia_spp.pdf (Acesso em: 21/10/2014), 2003.
- SUCRE, B.; Suáres, N. Effect of salinity and PEG-induced water stress on water status, gas exchange, solute accumulation, and leaf growth in *Ipomoea pes-caprae*. **Environmental and Experimental Botany**, Venezuela, v. 70, p. 192-203, 2011
- TAIZ, L.; Zeiger, E; Moller, I.M.; Murphy, A. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 818 p.
- ZENNI, R. D.; Ziller, S. R. A overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 431-446, 2011.