

**ESTRESSE SALINO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
Cryptostegia madagascariensis Bojer ex Decne.¹****SALT STRESS ON THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF
Cryptostegia madagascariensis Bojer ex Decne. SEEDS**Flávio Ricardo da Silva Cruz² Leonaldo Alves de Andrade³ Edna Ursulino Alves⁴**RESUMO**

A espécie *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. foi introduzida no Brasil com fins ornamentais, mas, atualmente, é uma invasora do bioma Caatinga. Apesar de sua elevada capacidade de ocupação de áreas alteradas do referido bioma, há carência de informações sobre esta espécie, particularmente em relação à capacidade de suas sementes germinarem em condições adversas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* em função da salinidade em diferentes temperaturas. O experimento foi realizado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 6 x 3, sendo seis níveis de salinidade promovidos pelo cloreto de sódio (NaCl): 0,0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹; e três temperaturas: 25 e 30°C constantes e alternada de 20-35°C. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada pelas seguintes variáveis: germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de raízes e do hipocótilo. Os resultados obtidos indicam que há elevada probabilidade de germinação de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* submetidas a estresse salino em temperatura constante de 30°C e alternada de 20-35°C, o que potencializa o seu caráter invasor.

Palavras-chave: germinação; tolerância salina; espécies invasoras.

ABSTRACT

The *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. species was introduced in Brazil with ornamental purposes, but currently, it is invasive in the Caatinga biome. Despite its high level of occupancy of altered areas of Caatinga, there is lack of information about this species, particularly in relation to the capacity of its seeds to germinate in adverse conditions. The objective of this study was to evaluate seed germination and the initial seedling growth of *Cryptostegia madagascariensis* in function of salinity at different temperatures. The experiment was conducted following a completely randomized design, with treatments arranged in a 6 x 3 factorial design with six salinity levels promoted by sodium chloride (NaCl): 0.0 (control); 2.0; 4.0; 6.0; 8.0 and 10.0 dS m⁻¹ and three temperatures: 25 and 30°C constant and alternating 20-35°C. The physiological quality of seeds was evaluated using the following variables: germination, first count and the speed of germination index, length and dry weight of roots and hypocotyl. The results indicate that there is high probability of seed germination of *Cryptostegia madagascariensis* subjected to salt stress at constant temperature of 30°C and alternating 20-35°C, which enhances its invasive character.

Keywords: germination; salt tolerance; invasive species.

1 Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.

2 Engenheiro Agrônomo, MSc., Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rod. PB 079, Km 12, Caixa Postal 66, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. flricardocruz@hotmail.com

3 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rod. PB 079, Km 12, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. landrade@cca.ufpb.br

4 Engenheira Agrônoma, Dr^a., Professora do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Rod. PB 079, Km 12, CEP 58397-000, Areia (PB), Brasil. ednaursulino@cca.ufpb.br

INTRODUÇÃO

Atualmente, vários problemas ambientais assolam distintos ecossistemas em várias partes do mundo, sendo que a invasão por espécies vegetais é um dos mais graves. A invasão biológica é um fenômeno complexo que resulta da translocação de determinada espécie de um local para outro em que não havia a presença da mesma (FALLEIROS et al., 2011). As plantas exóticas invasoras provocam modificações em propriedades ecológicas de grande importância como estrutura, dominância e funções das espécies autóctones das áreas invadidas (ZILLER, 2003). Além disso, podem interferir no equilíbrio dos recursos hídricos, eliminar plantações e devastar florestas (MAULI et al., 2009).

Diferentes espécies vegetais têm sido introduzidas no território brasileiro há séculos para utilização na alimentação e ornamentação, sendo muitas delas propagadas assexuadamente por estacas, bulbos, rizomas ou tubérculos (VIEIRA et al., 2004). De acordo com Zenni e Ziller (2011), atualmente no Brasil, há 117 espécies de plantas exóticas estabelecidas e reconhecidas como de potencial invasor ou invasoras, bem como um número desconhecido de plantas introduzidas.

Uma das espécies introduzidas no Brasil com fins ornamentais foi *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. Popularmente conhecida como leiteira, trepadeira, unha do cão, entre outros nomes populares (ANDRADE, 2013) é originária do continente africano (República de Madagascar) (MAROHASY; FORSTER, 1991), destacando-se como uma das espécies invasoras que mais danos tem causado ao bioma Caatinga. Pertencente à família Apocynaceae, o referido táxon é considerado uma invasora em distintos países, a exemplo da Austrália, Estados Unidos, Índia, e Porto Rico (INVASIVE SPECIES SPECIALIST GROUP, 2010), onde tem ocasionado danos ambientais e demandado elevados custos para minimizar seus impactos.

Pelo fato do bioma Caatinga se caracterizar pela insuficiência hídrica devido às chuvas distribuídas irregularmente no tempo e no espaço, bem como por apresentar solos com baixa capacidade de retenção de água e muitas vezes salinizados (OLIVEIRA; GOMES-FILHO, 2009; OLIVEIRA et al., 2010), avaliar o comportamento germinativo de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* em condição de estresse salino é imprescindível, pois permite verificar as limitações ambientais que

inibem o surgimento de novos indivíduos da espécie em áreas invadidas ou vulneráveis à invasão. A germinação das sementes se inicia com a absorção de água por embebição, entretanto, há necessidade de que as mesmas alcancem um nível de hidratação que proporcione a reativação dos seus processos metabólicos para o estabelecimento das plântulas (BRAGA et al., 2009).

A alta concentração de sais, por reduzir o potencial osmótico e proporcionar a ação de íons sobre o protoplasma, é considerado um fator de estresse para as plantas (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010), podendo limitar a germinação, retardando ou impedindo o crescimento e desenvolvimento da plântula e suas chances de sobrevivência (PEREIRA et al., 2012). Na literatura existem diversos estudos voltados para a determinação dos limites de estresse salino suportados por sementes de espécies vegetais economicamente importantes, sobretudo aquelas de interesse agrícola ou florestal (MOTERLE et al., 2006; REGO et al., 2011; ALMEIDA et al., 2012; CARVALHO et al., 2012), entretanto, há carências sobre a tolerância de sementes de espécies exóticas invasoras quando o meio se encontra com excesso de sais.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a germinação de sementes e o crescimento inicial de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* em função da salinidade em diferentes temperaturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV) do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia - PB, de maio a junho de 2013. As sementes de *Cryptostegia madagascariensis* foram provenientes de frutos coletados na Fazenda Triunfo (Latitude 4°44'18,2436" S, Longitude 38°45'08,3952" O, Altitude 110 m), localizada no município de Ibaretama - CE, Brasil. Os frutos foram coletados no mês de agosto de 2012, de forma aleatória em diferentes indivíduos da espécie. Após a coleta, os mesmos foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o laboratório, no qual foram abertos com o auxílio de um canivete para extração das sementes, sendo eliminadas as que estavam malformadas ou com algum tipo de dano. As sementes obtidas dos diferentes indivíduos de

Cryptostegia madagascariensis foram misturadas e acondicionadas em embalagem plástica formando um único lote e, posteriormente, mantidas em ambiente de laboratório por 270 dias até a instalação do experimento.

Na simulação do estresse salino foram avaliados 18 tratamentos distribuídos seguindo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 3, sendo seis níveis de salinidade: 0,0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m⁻¹ e três temperaturas: 25 e 30°C constantes e alternada de 20-35°C. Para a simulação do estresse salino foi utilizado o cloreto de sódio (NaCl) seguindo a tabela proposta por Richards (1980), em que as quantidades do referido sal foram diluídas em água destilada e, posteriormente, tiveram sua condutividade elétrica medida em condutivímetro. Foram colocados proporcionalmente 1,0; 2,0; 3,2; 4,4; 5,4 g NaCl L⁻¹ de água destilada para a obtenção dos níveis de salinidade acima citados, com exceção do nível zero que correspondeu ao controle, apenas com água destilada. Para a avaliação do efeito dos diferentes tratamentos foram realizados testes de germinação e vigor a seguir descritos.

Teste de germinação

Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes, divididas em quatro repetições de 25. As sementes foram tratadas com o fungicida Captan®, na concentração de 240 g 100 kg⁻¹ e, posteriormente, distribuídas sobre duas folhas de papel “germitest”, cobertas com uma terceira e organizadas na forma de rolos umedecidos com uma quantidade de solução, de cada nível de salinidade, equivalente a 3,0 vezes a massa seca do papel. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e mantidos em câmara de germinação do tipo Biological Oxygen Demand (B.O.D.), contendo lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W) com oito horas de luz e 16 de escuro. Foram consideradas sementes germinadas as que apresentaram raiz primária mais hipocótilo e as contagens foram realizadas diariamente, do o sétimo dia (plântulas normais).

Primeira contagem de germinação

Determinada conjuntamente com o teste de germinação. Correspondeu à porcentagem acumulada de sementes germinadas no terceiro dia após o início do teste.

Índice de velocidade de germinação

Determinado conjuntamente com o teste de germinação mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, do terceiro ao sétimo dia após a semeadura e calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1 + G_2 + \dots + G_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

Em que: IVG = índice de velocidade de germinação; G₁, G₂ e G_n = número de sementes germinadas no primeiro, segundo e último dia; N₁, N₂ e N_n = número de dias decorridos da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Tempo médio de germinação

Expresso em dias e calculado, conforme a fórmula citada por Labouriau e Valadares (1976), sendo:

$$t = \frac{\sum n_i t_i}{\sum n_i}$$

Em que: n_i = número de sementes germinadas por dia e t_i = tempo de avaliação (dias).

Comprimento de raiz primária e hipocótilo de plântulas

Foram medidos após a contagem final do teste de germinação. Para tanto, as raízes e o hipocótilo de cada repetição foram separados e medidos com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, com os resultados expressos em centímetro (cm).

Massa seca de raiz e hipocótilo de plântulas

Raízes e hipocótilos mensurados na avaliação anterior foram postos separadamente em sacos de papel kraft e levados à estufa regulada a 65°C até atingirem pesos constantes e, posteriormente, foram pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os resultados expressos em grama (g).

Os dados obtidos para a germinação e primeira contagem de germinação foram submetidos à análise de *deviance* e de regressão logística binomial. Para as demais variáveis os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo realizada a regressão polinomial testando os modelos linear e quadrático e escolhendo o modelo

de maior grau significativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resumo da análise de *deviance* (Tabela 1) das variáveis germinação e primeira contagem, observa-se efeito significativo para a interação entre nível de salinidade x temperatura a 1% de probabilidade pelo teste Qui-quadrado.

Foi constatado que a interação entre as temperaturas e os níveis de salinidade avaliados exerceu influência sobre a porcentagem de germinação (Figura 1). Na temperatura constante de 30°C e alternada de 20-35°C, a porcentagem de germinação das sementes apresentou tendência de diminuição com o aumento da concentração de cloreto de sódio (NaCl), entretanto, até 10,0 dS m⁻¹, ainda existe uma probabilidade de germinação superior a 80%, sugerindo que as mesmas podem continuar germinando mesmo com o aumento dos níveis de salinidade.

Ao avaliarem a germinação de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze (espécie nativa do Nordeste brasileiro, com presença na Caatinga hipoxerófila), Guedes et al. (2011) verificaram que, mesmo havendo redução na porcentagem de germinação em função do aumento dos níveis de salinidade em temperaturas constantes de 25 e 30°C bem como alternada de 20-30°C, as mesmas continuaram germinando até o nível de 6,0 dS m⁻¹. Para sementes de *Tabebuia caraiba* (Mart.) Bureau, a germinação foi afetada negativamente pela

salinidade sendo estimada uma máxima germinação no nível de salinidade correspondente a 1,79 dS m⁻¹, com posterior queda à medida que o meio se tornou mais salino (SILVA et al., 2014).

Levando em consideração que a espécie *Cryptostegia madagascariensis* produz uma grande quantidade de sementes por fruto, contribuindo assim para o aumento do banco de sementes da espécie nos solos das áreas invadidas, associada com a elevada probabilidade de germinação, principalmente na temperatura constante de 30°C e na temperatura alternada de 20-35°C, é possível inferir que a espécie possui capacidade de se estabelecer mesmo em ambientes salinos da Caatinga. Quando as sementes foram submetidas à temperatura de 25°C foi observado que, com o aumento da salinidade, a germinação foi superior a 80% até 6,0 dS m⁻¹, sendo reduzida a zero com o aumento da concentração de NaCl até 10,0 dS m⁻¹, indicando que a referida temperatura não favoreceu a germinação de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* com o aumento da salinidade. Além disso, a redução no percentual de germinação ocorreu porque o aumento da concentração de sais afetou a germinação, não só dificultando a cinética de absorção da água, mas também facilitando a entrada de íons (BRACCINI et al., 1996; BRADFORD, 1995), os quais, quando em excesso, podem reduzir a germinação por causarem diminuição da intumescência protoplasmática (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

A observação da porcentagem de

TABELA 1: Resumo da análise de *deviance* para a porcentagem de germinação (G) e primeira contagem de germinação (PC) de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* submetidas a estresse salino em diferentes temperaturas.

TABLE 1: Summary of deviance analysis for the germination percentage (G) and germination first count (PC) of *Cryptostegia madagascariensis* seeds subjected to salt stress at different temperatures.

FV	GL	Qui-quadrado	
		G	PC
Niv. Sal.	5	30,650**	362,330**
Temp.	2	0,020 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Niv. Sal. x Temp.	10	42,890**	75,370**
Resíduo	54	-	-

Em que: FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; Niv. Sal. = Nível de salinidade; Temp. = Temperatura.
^{ns} Não significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste Qui-quadrado; **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste Qui-quadrado.

germinação é um dos métodos mais utilizados para a determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais, tendo em vista que a redução na germinação em comparação ao controle (meio não salino) serve como indicador do índice de tolerância da espécie a vários níveis de salinidade (SECCO et al., 2010). A germinação das sementes pode ser alterada pela presença de sais no substrato, pelo fato dos mesmos interferirem no potencial hídrico reduzindo a diferença de potencial entre o solo e a superfície da semente, inibindo ou restringindo a captação de água pela mesma (LOPES; MACEDO, 2008).

Na primeira contagem do teste de germinação (Figura 2), foi constatado que, com o aumento da salinidade, a germinação diminuiu. Resultados semelhantes foram obtidos por Agra (2010), para sementes da espécie invasora na Caatinga *Parkinsonia aculeata* L., sendo observada uma redução na primeira contagem de germinação à medida que o potencial osmótico das soluções de NaCl tornou-se mais negativo, havendo inibição da germinação no potencial de -0,8 MPa nas temperaturas de 25 e 30°C. Para a espécie *Zizyphus joazeiro* Mart., o decréscimo significativo da germinação das sementes ocorreu em potenciais a partir de -0,3 MPa, em soluções de NaCl (LIMA; TORRES, 2009).

Pelo resumo da análise de variância das variáveis índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação, foi observado significativo para a interação entre nível de

salinidade x temperatura a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 2).

De forma semelhante ao que ocorreu com a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Cryptostegia madagascariensis* também foi afetado negativamente pelo aumento da concentração de NaCl (Figura 3). A velocidade de germinação reduziu em todas as temperaturas avaliadas, contudo, na temperatura de 25°C tendeu a aumentar até o potencial 2,71 dS m⁻¹ com posterior queda até os níveis mais elevados. Diante dos resultados obtidos para o IVG, percebe-se que a interação entre temperatura e salinidade tem grande influência no processo germinativo. Dependendo do nível de salinidade, quando associado a temperaturas mais elevadas (30°C constante e alternada de 20-35°C), as sementes de *Cryptostegia madagascariensis* podem germinar rapidamente e gerar indivíduos potencialmente aptos a se transformarem em adultos.

Na temperatura constante de 30°C foi observado um efeito linear, indicando uma queda progressiva no IVG até 10,0 dS m⁻¹. Embora tenha sido constatado um ajuste linear para a temperatura alternada de 20-35°C, foi observada uma estabilização para o IVG entre os níveis de salinidade de 6,0 a 10 dS m⁻¹. Silva et al. (2002) ressaltaram que sementes de muitas espécies, principalmente as menos domesticadas, requerem flutuação diária de temperatura para germinar adequadamente, mesmo

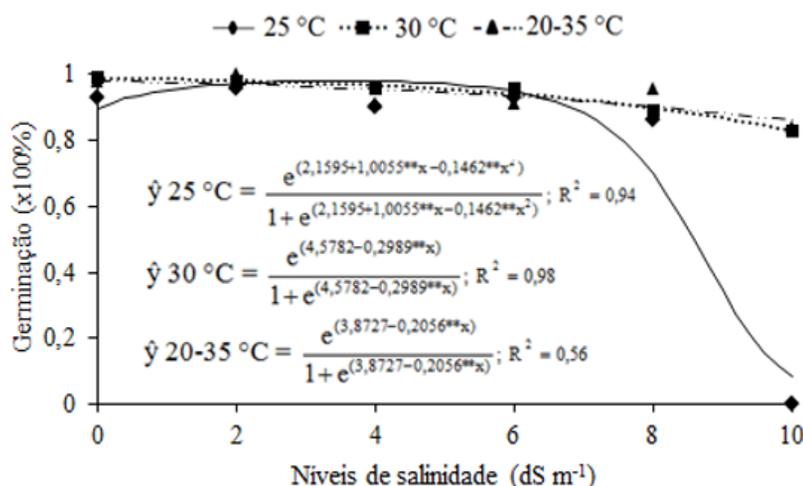


FIGURA 1: Germinação de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* submetidas a estresse salino por NaCl em diferentes temperaturas.

FIGURE 1: Germination of *Cryptostegia madagascariensis* seeds subjected to salt stress by NaCl at different temperatures.

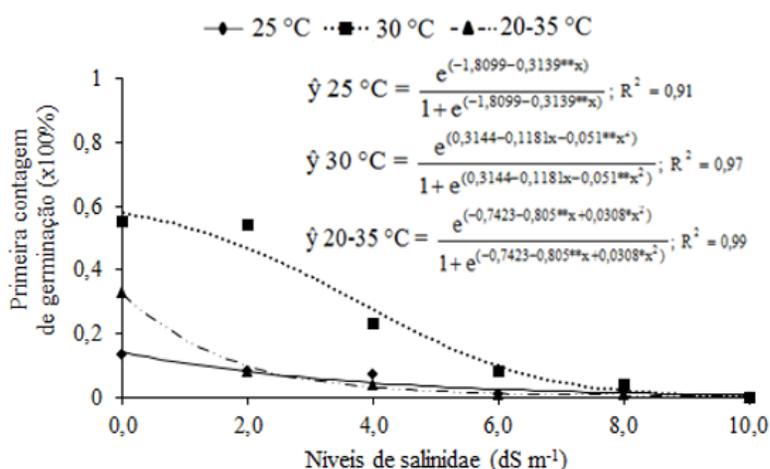


FIGURA 2: Primeira contagem de germinação de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* submetidas a estresse salino por NaCl em diferentes temperaturas.

FIGURE 2: First count of germination of *Cryptostegia madagascariensis* seeds subjected to salt stress by NaCl at different temperatures.

em condições adversas. Perez e Tambelini (1995) constataram que em sementes de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. houve uma redução na velocidade de germinação à medida que o potencial osmótico das soluções de NaCl tornou-se mais negativo, sendo observada uma redução mais acentuada a partir do potencial de -0,3 MPa. O índice de velocidade de germinação de sementes de *Parkinsonia aculeata* L. foi afetado pelos níveis de salinidade, sendo o efeito mais intenso em salinidade de 1,5 até 3,0 dS m⁻¹ (AGRA, 2010). Para sementes de *Emilia sonchifolia*

(L.) DC. (espécie com ocorrência em regiões quentes da Ásia, África, Polinésia e Américas e disseminada no território brasileiro), o estresse salino reduziu o índice de velocidade de germinação a partir de -0,2 MPa, na temperatura de 30°C (YAMASHITA et al., 2009).

Quanto ao tempo médio de germinação (TMG), pode-se observar na Figura 4 que o mesmo tende a ser mais elevado com o aumento da concentração de cloreto de sódio no substrato, principalmente nas temperaturas de 30°C constante

TABELA 2: Resumo da análise de variância para o índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* submetidas a estresse salino em diferentes temperaturas.

TABLE 2: Summary of the analysis of variance for the speed of germination index (IVG) and average time of germination (TMG) of *Cryptostegia madagascariensis* seeds subjected to salt stress at different temperatures.

FV	GL	Quadrado médio	
		IVG	TMG
Niv. Sal.	5	22,888**	3,180**
Temp.	2	14,546**	5,933**
Niv. Sal. x Temp.	10	2,669**	7,673**
Resíduo	54	0,135	0,031
Total	71	-	-
CV (%)	-	7,38	4,03

Em que: FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; Niv. Sal. = Nível de salinidade; Temp. = Temperatura; CV = Coeficiente de variação, em porcentagem. **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F (p ≤ 0,01).

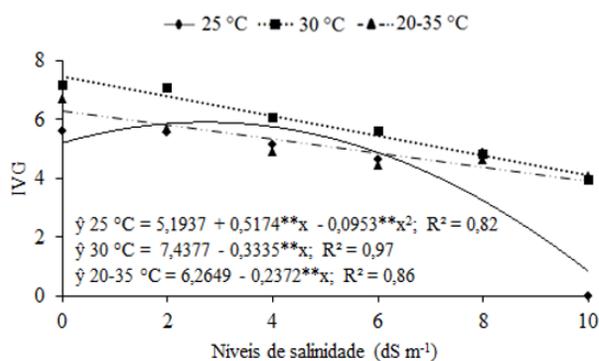


FIGURA 3: Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* submetidas a estresse salino por NaCl em diferentes temperaturas.

FIGURE 3: Speed of germination index (IVG) of *Cryptostegia madagascariensis* seeds subjected to salt stress by NaCl at different temperatures.

e de 20-35°C alternada. Na temperatura de 25°C, a curva de regressão estima um aumento do tempo médio até o nível de salinidade 3,8 dS m⁻¹ com posterior queda com o aumento da salinidade, o que é um reflexo do baixo IVG e da ausência de germinação a 10 dS m⁻¹. Segundo Ferreira e Borghetti (2004), as medidas de tempo médio de germinação ajudam a inferir que a germinação rápida é característica de espécies cuja estratégia é

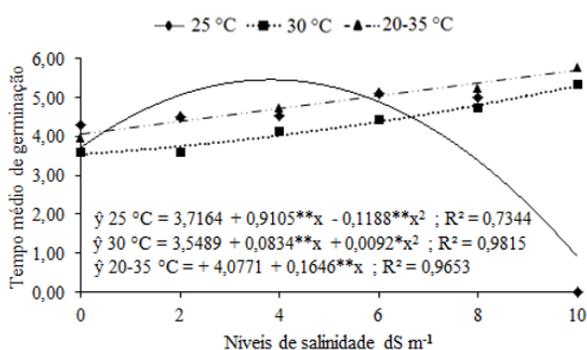


FIGURA 4: Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* submetidas a estresse salino por NaCl em diferentes temperaturas.

FIGURE 4: Average time of germination (TMG) of *Cryptostegia madagascariensis* seeds subjected to salt stress by NaCl at different temperatures.

se estabelecer no ambiente o mais rápido possível ou quando oportuno, aproveitando condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do novo indivíduo.

Na Tabela 3 observa-se que houve efeito significativo para a interação entre o nível de salinidade x temperatura a 1% de probabilidade pelo teste F para as variáveis comprimento da raiz primária, comprimento do hipocótilo, massa seca de raízes e massa seca do hipocótilo.

Quanto ao comprimento da raiz primária e do hipocótilo de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis*, observa-se (Figuras 5A e 5B) que os níveis de salinidade avaliados influenciaram significativamente no crescimento inicial da espécie nas diferentes temperaturas avaliadas. A 25°C foram registrados os menores valores para o comprimento da raiz primária, sendo que os mesmos tenderam a aumentar até 2,35 dS m⁻¹, cujo valor correspondeu a 2,52 cm, sendo registrados decréscimos à medida que o meio ficou mais salino. Plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* que cresceram submetidas à temperatura de 30°C tiveram um aumento no comprimento da raiz primária até 1,25 dS m⁻¹ (4,44 cm), com posterior queda.

Na temperatura alternada de 20-35°C, os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão, indicando uma queda constante para a variável em questão até 10,0 dS m⁻¹. Entretanto, para essa temperatura foram constatados os maiores valores para o comprimento da raiz primária até 2,0 dS m⁻¹ em relação às demais temperaturas avaliadas (25 e 30°C). O decréscimo no comprimento de raízes está relacionado com os danos ocasionados pelo efeito tóxico proporcionado pelo excesso de sais (GORDIN et al., 2012). A capacidade que as espécies exóticas invasoras têm para suportar estresses determina sua superioridade em relação àquelas com as quais estabelecem o processo competitivo durante a ocupação e permanência nas áreas invadidas. Pacheco et al. (2012) verificaram que as sementes de *Capparis flexuosa* L. (espécie florestal encontrada no bioma Caatinga) são muito tolerantes ao estresse salino proporcionado pelo NaCl, com comprimento médio de plântulas de 2,8 cm em concentração salina de 200 mM, ou seja, com aproximadamente 12% de NaCl. Pelos resultados obtidos observa-se que a espécie *Cryptostegia madagascariensis* é tolerante à salinidade, utilizando como estratégia adaptativa o aumento no crescimento da raiz. Plântulas, quando submetidas à condição de salinidade e consequente diminuição da disponibilidade de água, tendem a ter

TABELA 3: Resumo da análise de variância para o comprimento da raiz primária (CRP) e do hipocótilo (CH), massa seca de raízes (MSR) e do hipocótilo (MSH) de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* oriundas de sementes submetidas a estresse salino em diferentes temperaturas.

TABLE 3: Summary of the analysis of variance for length of the primary root (CRP) and the hypocotyl (CH), dry mass of roots (MSR) and hypocotyl (MSH) of *Cryptostegia madagascariensis* seedlings originating from seeds subjected to salt stress at different temperatures.

FV	GL	Quadrado médio			
		CRP	CH	MSR	MSH
Niv. Sal.	5	10,845**	2,641**	0,00000036**	0,00000200**
Temp.	2	26,430**	5,971**	0,00000017**	0,00000200**
Niv. Sal. x Temp.	10	0,594**	0,427**	0,00000005**	0,00000043**
Resíduo	54	0,124	0,043	0,00000001	0,00000003
Total	71	-	-	-	-
CV (%)	-	11,66	10,35	10,68	9,17

Em que: FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; Niv. Sal. = Nível de salinidade; Temp. = Temperatura; CV = Coeficiente de variação, em porcentagem. **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F ($p \leq 0,01$).

um crescimento no sistema radicular, buscando com isso, aumentar a superfície de contato para absorção de água e nutrientes (CORREIA; NOGUEIRA, 2004).

Quanto ao comprimento do hipocótilo de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* (Figura 5B), foram observados ajustes quadráticos para plântulas que cresceram nas temperaturas constantes de 25 e 30°C e ajuste linear para aquelas submetidas à temperatura alternada de 20-35°C. Na temperatura de 25°C, a curva de regressão estimou que o maior valor (1,95 cm) pode ser obtido a 2,96 dS m⁻¹, seguido de queda à proporção que a salinidade aumentou. Na temperatura constante de 30°C, plântulas da invasora foram mais tolerantes à salinidade, cujos valores tenderam a crescer até 3,65 dS m⁻¹ (2,64 cm), com posterior queda. Isso pode estar relacionado ao fato de que a espécie *Cryptostegia madagascariensis* tem um maior crescimento em temperaturas mais favoráveis à germinação de suas sementes, nas quais encontra maior facilidade para superar condições adversas do meio ambiente, quando existem. A inibição do crescimento do hipocótilo por causa da salinidade ocorre devido ao efeito osmótico, ou seja, à seca fisiológica produzida, bem como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma (DICKMANN et al., 2005). Plântulas de *Prosopis juliflora* foram bastante resistentes à salinidade promovida pelo NaCl, tendo sido constatado

redução no comprimento de plântulas em potencial de -0,9 MPa (PEREZ; TAMBELINI, 1995).

A massa seca de raízes e do hipocótilo de *Cryptostegia madagascariensis* refletem como o aumento na salinidade do meio influencia na sua produção. Para a massa seca de raízes foi registrado um ajuste quadrático para os valores obtidos na temperatura de 25°C e ajustes lineares para aqueles obtidos na temperatura constante de 30°C e alternada de 20-35°C. Embora tenham sido observados maiores valores para o comprimento da raiz, quando comparados àqueles registrados para o comprimento de hipocótilo, foram constatados os menores valores para a massa seca das raízes (Figura 6A). Dessa forma é possível inferir que, em condição de estresse salino e nos estágios iniciais de crescimento, a raiz da espécie tende a alongar-se, entretanto, mantendo-se fina e sem presença de raízes secundárias.

Quanto à massa seca do hipocótilo (Figura 6B), na temperatura de 30°C foram observados os maiores valores, principalmente entre 2,0 e 8,0 dS m⁻¹, contudo, na mesma temperatura a curva de regressão estima um decréscimo a partir de 2,5 dS m⁻¹. Holanda (2006) também constatou redução da massa seca em mudas de *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore com o aumento da salinidade, sendo o nível de 12,0 dS m⁻¹ o limite máximo de tolerância da referida espécie. Também houve um decréscimo da fitomassa seca de parte aérea e de

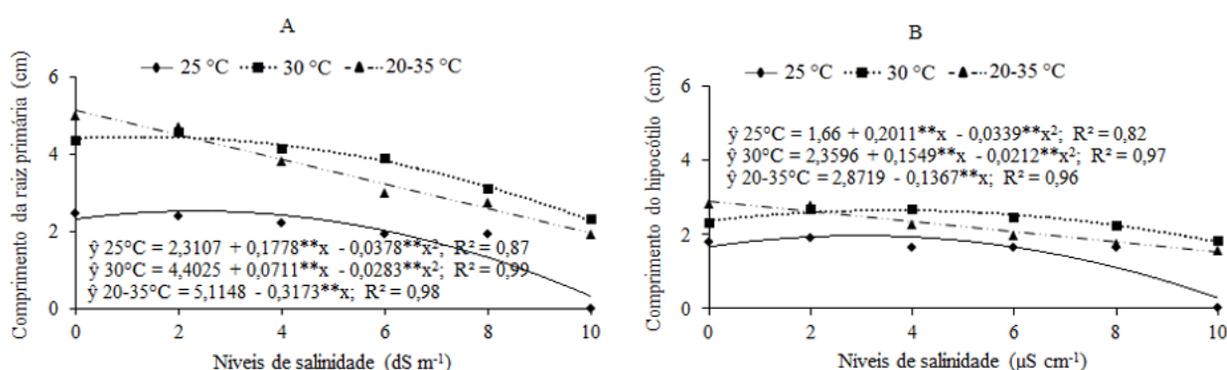


FIGURA 5: Comprimento da raiz primária (A) e do hipocótilo (B) de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* oriundas de sementes submetidas a estresse salino por NaCl em diferentes temperaturas.

FIGURE 5: Length of the primary root (A) and hypocotyl (B) of *Cryptostegia madagascariensis* seedlings originating from seeds subjected to salt stress by NaCl at different temperatures.

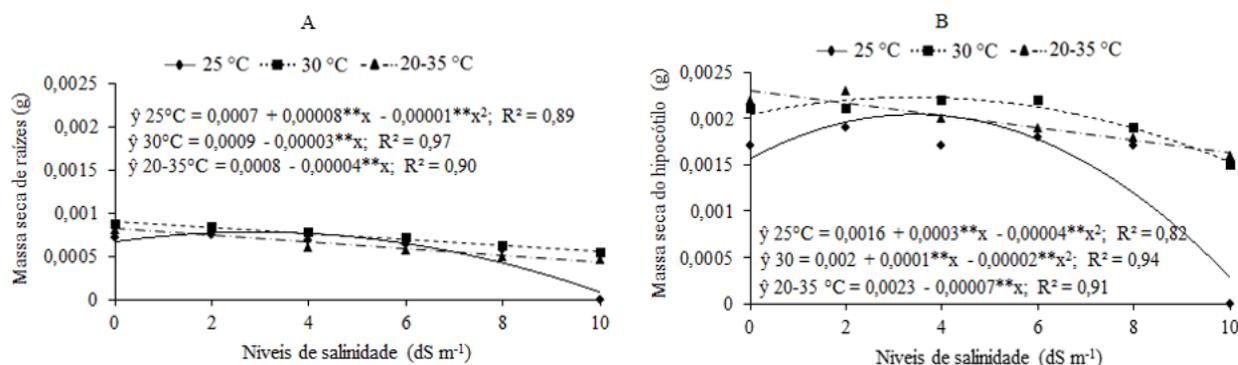


FIGURA 6: Massa seca de raízes (A) e do hipocótilo (B) de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* oriundas de sementes submetidas a estresse salino por NaCl em diferentes temperaturas.

FIGURE 6: Dry mass of roots (A) and hypocotyl (B) of *Cryptostegia madagascariensis* seedlings originating from seeds subjected to salinity stress by NaCl at different temperatures.

raiz em plantas de *Ricinus communis* L. que foram regadas com água salina a partir de 0,4 dS m⁻¹ (NOBRE et al., 2013).

CONCLUSÕES

O nível de salinidade de 10,0 dS m⁻¹ impede a germinação de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* na temperatura de 25°C;

Na temperatura constante de 30°C e alternada de 20-35°C, a germinação de sementes de *Cryptostegia madagascariensis* é menos inibida pela salinidade;

O crescimento inicial de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* é afetado negativamente com o aumento da salinidade

promovido pelo cloreto de sódio (NaCl), sobretudo na temperatura de 25°C.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e à Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) - Projeto Biomas, pelo suporte financeiro que permitiu a execução desta pesquisa;

Ao proprietário de Fazenda Triunfo (Sr. Wellington Ribeiro Gomes) pelo apoio que tornou possível a realização deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRA, P. F. M. **Invasão biológica por *Parkinsonia aculeata* L. (Fabaceae) no semiárido paraibano: uma abordagem voltada para ecofisiologia de sementes.** 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
- ALMEIDA, W. S. et al. Emergência e vigor de plântulas de genótipos de feijão-caupi sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1047-1054, 2012.
- ANDRADE, L. A. **Plantas Invasoras: espécies vegetais exóticas invasoras da Caatinga e ecossistemas associados.** Areia: CCA/UFPB, 2013. 100 p.
- ANDRÉO-SOUZA, Y. et al. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.
- BRACCINI, A. L. et al. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.
- BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Eds.). **Seed development and germination.** New York: Marcel Dekker, 1995. p. 351-396.
- BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P.; ALMEIDA, T. A. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth. submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 63-70, 2009.
- CARVALHO, T. C. et al. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de soja convencional e sua derivada transgênica RR em condições de estresse salino. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1366-1371, 2012.
- CORREIA, K. G.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 15-22, 2004.
- DICKMANN, L. et al. Comportamento de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 3, n. 1, p. 64-75, 2005.
- FALLEIROS, R. M.; ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. Invasão e manejo de *Pinus taeda* em campos de altitude do parque estadual do Pico Paraná, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 1, p. 123-134, 2011.
- FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- GORDIN, C. R. B. et al. Estresse salino na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 26, n. 4, p. 966-972, 2012.
- GUEDES, R. S. et al. Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 279-288, 2011.
- HOLANDA, S. J. R. **Efeito da salinidade induzida no desenvolvimento e crescimento inicial de Carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore): suporte a estratégias de restauração em áreas salinizadas.** 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- INVASIVESPECIESPECIALISTGROUP. **Global invasive species database.** 2010. Disponível em: <<http://www.issg.org/database/species/distribution.asp?si=1628&fr=1&sts=sss&lang=EN>>. Acesso em: 23. jul. 2013.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait) Ait. F. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.
- LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 93-99, 2009.
- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MAROHASY, J.; FORSTER, P. I. A taxonomic revision of *Cryptostegia* R. Br. (Asclepiadaceae: Periplocoideae). **Australian Systematic Botany**, Collingwood, v. 4, n. 3, p. 571-577, 1991.
- MAULI, M. M. et al. Alelopatia de leucena sobre soja e plantas invasoras. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1,

- p. 55-62, 2009.
- MOTERLE, L. M. et al. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 169-176, 2006.
- NOBRE, R. G. et al. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.
- OLIVEIRA, A. B.; GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 48-56, 2009.
- OLIVEIRA, I. R. S. et al. Crescimento inicial do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 40-45, 2010.
- PACHECO, M. V. et al. Germinação e vigor de sementes de *Capparis flexuosa* L. submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 301-305, 2012.
- PEREIRA, M. R. R. et al. Influência do estresse hídrico e salino na germinação de *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 537-545, 2012.
- PEREZ, S. C. J. G. A.; TAMBELINI, M. Efeito dos estresses salino e hídrico e do envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 11, p. 1289-1295, 1995.
- REGO, S. S. et al. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 2, n. 4, p. 37-42, 2011.
- RICHARDS, L. A. **Suelos salinos y sodicos**. México: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 1980. 171 p.
- SECCO, L. B. et al. Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 129-135, 2010.
- SILVA, L. M. M.; RODRIGUES, T. J. D.; AGUIAR, I. B. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 691-697, 2002.
- SILVA, T. T. S. et al. Estresse salino na germinação de sementes de craibeira. **Revista Educação Agrícola Superior**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 23-25, 2014.
- VIEIRA, M. F. et al. Biologia reprodutiva de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. (Periplocoideae, Apocynaceae), espécie ornamental e exótica no Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 325-334, 2004.
- YAMASHITA, O. M. et al. Fatores ambientais sobre a germinação de *Emilia sonchifolia*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 673-681, 2009.
- ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 431-446, 2011.
- ZILLER, S. R. **O processo de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras**. 2003. Disponível em: <<http://www.institutocarbonobrasil.org.br/artigos/noticia=110662>>. Acesso em: 12 mar. 2013.