

Germinação e crescimento inicial de plantas de Algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] sob estresse salino

Luciano Majolo¹, Francisco José Loureiro Marinho^{*2}, Genilma Maria Gonçalves da Rocha³, Leonardo Afonso Pereira da Silva⁴, Marcus Vinicius Soares Conteiro⁵, Tayama Rodrigues Uchoa⁶

¹Universidade Estadual da Paraíba; ¹majolo.agroecologia@gmail.com; ²chicohare@yahoo.com.br; ³mariagenilma78@gmail.com; ⁴leozinhocg@hotmail.com; ⁵marcusconteiro.uepb@gmail.com; ⁶uchoa40@yahoo.com.

RESUMO: Considerando a necessidade de se desenvolver pesquisas que contribuam para a convivência das populações rurais com as adversidades do semiárido brasileiro, realizou-se um teste de germinação e desenvolvimento inicial de plantas de *Prosopis juliflora* sob diferentes níveis de salinidade do solo, visando encontrar de forma numérica o grau de tolerância à salinidade dessa espécie. O ensaio foi conduzido em ambiente protegido pertencente ao CCAA-UEPB, em Lagoa Seca-PB. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de cinco níveis de salinidade do solo, dados pela condutividade elétrica no extrato de saturação do solo (CEes): T1 - 0,3; T2 - 5,0; T3 - 10,0; T4 - 15,0 e T5 - 20,0 dS m⁻¹. Para obtenção dos resultados foram avaliados o percentual de germinação, comprimento das plântulas, número de folhas e número de folíolos. Verificou-se que os efeitos deletérios da salinidade foram mais acentuados no crescimento inicial das plântulas do que na emergência das sementes, que os níveis de salinidade ≥ 15 dS m⁻¹ provocaram morte das plântulas e que CEes de até 10 dS m⁻¹ não provocaram danos expressivos nem na germinação nem no crescimento inicial das plântulas de Algaroba.

PALAVRAS-CHAVE: Tolerância à salinidade; Recursos hídricos; Semiárido.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é caracterizado por um quadro de escassez hídrica que compromete a sobrevivência da sua população e o seu potencial de produção agrícola (ANDRADE; NUNES, 2014). Em virtude da baixa precipitação pluvial, a irrigação se torna fator essencial para garantir que tais áreas sejam produtivas e economicamente viáveis (NETTO *et al.*, 2007).

Devido às características edafoclimáticas e geológicas, em muitos locais da região semiárida brasileira ocorrem elevados teores de sais, tanto nos solos quanto nas águas, comprometendo sua qualidade e tornando-a imprópria tanto para o consumo humano quanto para a irrigação (ZANELLA, 2014). Aliado a essas condições naturais, o mau uso da irrigação e técnicas inadequadas de produção agrícola, como, por exemplo, a utilização intensiva de fertilizantes que possuem elevadas concentrações de sais em suas composições, contribuem de forma significativa para aumentar os níveis de salinização em solos agrícolas (CRUZ *et al.*, 2017).

O acúmulo de certos íons, a exemplo do Na⁺ e Cl⁻ no ambiente, além de causar danos às propriedades físicas do solo, resulta em uma redução generalizada do crescimento das plantas, afetando, negativamente, a absorção de água e as trocas gasosas, devido à redução do potencial osmótico do solo que está diretamente relacionado ao aumento na concentração de sais (PRISCO *et al.*; 2016; BEZERRA *et al.*, 2018; YADAV *et al.*, 2019).

Conhecer a tolerância à salinidade das espécies vegetais é fundamental para definir o tipo de cultura a ser cultivada em determinada região, especialmente em áreas salinas, bem como para se identificar as técnicas adequadas de manejo e irrigação para cada ambiente (PEREIRA *et al.*, 2017).

A Algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] é uma árvore da família Leguminosae, pertencente ao gênero *Prosopis*, que ocorre, naturalmente, em três continentes: América, Ásia e África. A espécie possui grande potencial produtivo de farinha e melado para a alimentação humana, com elevada aceitabilidade e valor nutritivo (RIBASKI *et al.*, 2009). Além disso, a Algaroba é considerada uma excelente alternativa para a suplementação alimentar de animais, produzindo uma grande quantidade de vagens com alta porcentagem de proteína e digestibilidade (EMBRAPA, 2016). A madeira da Algaroba é durável, com densidade básica na ordem de 0,85 g.cm³, sendo utilizada para mourões, tábuas, estacas para cercas, lenha e carvão (RIBASKI *et al.*, 2009).

A *P. juliflora* é uma planta altamente resistente ao estresse hídrico e longas estiagens, com um rápido desenvolvimento e baixa necessidade nutricional (CAREVIC, 2014). Tais características facilitaram muito o seu desenvolvimento na região semiárida, estimando-se uma área ocupada pela Algaroba no Nordeste maior do que um milhão de hectares (ANDRADE *et al.*, 2010). Alguns pesquisadores alertam para os impactos ambientais sobre a biodiversidade dos ecossistemas locais e biomas das regiões invadidas (PASIECZNIK *et al.*, 2001; PEGADO *et al.*, 2006; ANDRADE *et al.*, 2008), permanecendo a polêmica entre o perigo da sua disseminação e a importância das suas múltiplas utilidades.

Segundo Ribaski *et al.* (2009), no Nordeste brasileiro, a invasão dessa espécie acontece, principalmente, em áreas de planície aluvial por haver maior disponibilidade de água, causando redução da riqueza e da diversidade de espécies nativas destes ambientes. Não ocorre invasão em ambientes com vegetação em estágio avançado de sucessão,

mesmo com disponibilidade de umidade no solo. Nos ambientes mais elevados (comumente denominados tabuleiros), por existir menor umidade no solo, a Algaroba não forma densos povoamentos, portanto, não causa impacto sobre a riqueza e a diversidade das plantas nativas.

Segundo Franco *et al.* (2015), a espécie *P. juliflora*, em geral, se adapta bem a solos com elevados níveis de salinidade e alcalinidade, contudo o referido autor não especifica valores numéricos de salinidade limiar e queda proporcional do rendimento por aumento unitário de salinidade da referida espécie. Dessa forma, objetivou-se avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de plantas de Algaroba sob diferentes níveis de salinidade do solo, visando encontrar resultados que contribuam para se identificar, de forma numérica, o grau de tolerância à salinidade da mesma, o que proporcionará conhecimentos que facilitarão a exploração dessa espécie em condições de salinidade do solo e das águas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido pertencente ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais do Campus II da UEPB, em Lagoa Seca – PB (Latitude 7 ° 09 S, Longitude 35 ° 52 W e altitude 634 m), no período de junho/julho de 2019. As sementes de Algaroba (*P. Juliflora*) submetidas à experimentação foram obtidas em condições de campo no semiárido paraibano. O substrato utilizado foi um Neossolo Regolítico enriquecido com composto orgânico na proporção de 3:1 e padronizado em peneira de orifícios de 0,8mm de malha. As plântulas foram cultivadas em vasos de polietileno, previamente higienizados com álcool a 70% e escurecidos com tinta acrílica de cor preta. A dormência das sementes foi quebrada imergindo-as em água a uma temperatura de 80°C, durante um período de 3 minutos, sendo semeadas a uma profundidade de 0,5 cm (RIBASKI *et al.*, 2009). Semearam-se 5 sementes por vaso, sendo efetuado desbaste após um período de 10 dias, mantendo-se apenas uma plântula por vaso. As metodologias utilizadas na análise do solo foram os métodos analíticos constantes no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições para o genótipo avaliado. Os tratamentos constaram de cinco níveis de salinidade do substrato, dados pela condutividade elétrica no extrato de saturação do solo (CEes): T1 - 0,3; T2 - 5,0; T3 - 10,0; T4 - 15,0 e T5 - 20,0 dS m⁻¹. As salinizações necessárias para os diferentes tratamentos foram preparadas a partir da elevação do material de solo ao ponto de saturação (obtido pela análise física do solo), utilizando-se diferentes águas obtidas a partir da diluição de efluentes oriundos de poço localizado na Fazenda Caiçara, zona rural do município de Campina Grande-PB, com condutividade elétrica de 20,30 dS m⁻¹. Após a semeadura as plantas foram mantidas irrigadas em capacidade de campo com água proveniente de chuva obtida em cisterna de placa, sendo a solução drenada recolocada nos vasos a fim de se manter os níveis de salinidade pré-fixados.

Para obtenção dos resultados, foram avaliadas as seguintes características (BRASIL, 2009): percentual de germinação (PG), calculado mediante contagem do número total de plântulas emersas até o décimo dia do teste (sementes germinadas com a parte aérea emergida do solo), comparando-se com o número de sementes semeadas em cada repetição (10 sementes); comprimento das plantas (CP), as plantas de cada repetição foram medidas com régua graduada em centímetros para avaliação do comprimento da sua parte aérea; número de folhas (NF), calculado mediante a contagem do número de folhas abertas das plantas de cada repetição; e número de folíolos (NFOL), calculado pela contagem do número total de folíolos por planta de cada repetição.

Para a análise estatística dos dados, utilizou-se o software SISVAR 5.7, aplicando-se análise de variância (ANAVA) e o teste Tukey (GOMES, 1978; FERREIRA, 2000). Foram realizadas, também, análises de regressão polinomial, sendo obtidas equações de regressão a 0,05 de probabilidade (teste t), utilizando-se os modelos Linear e Linear Responde Plateau – LRP (BRAGA, 1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resumo da análise variância (Tabela 1), verificam-se que todas as variáveis estudadas foram afetadas, de forma significativa, pelos diferentes níveis de salinidade no substrato. Observa-se, na Figura 1, redução linear ($p < 0,05$) do percentual de germinação com o incremento da salinidade, expressa em termos de condutividade elétrica (dS m⁻¹), com decréscimo de 8,5% por aumento unitário da salinidade em relação ao início do declínio (10,8 dS m⁻¹), representados pelo modelo LRP

Perez e Moraes (1994) observaram que sementes de Algaroba submetidas a uma concentração de 700 mM de NaCl, colocadas em placas de Petri com papel de filtro e umedecido em diferentes concentrações salinas, tiveram sua germinação completamente inibida. Verificaram, também, que as sementes apresentaram, a partir de 250 mM, um atraso no processo germinativo. Já nesta pesquisa, em condições de solo salino, verificou-se que os efeitos deletérios da salinidade sobre a germinação se apresentaram a partir de concentrações bem maiores.

Guimarães *et al.* (2013), estudando a germinação de sementes de mulungu (*Erythrina velutina* Willd.), verificaram maiores taxas de emergência quando a irrigação foi feita com águas de menores índices de salinidade, com 95,5% de germinação para a salinidade de até 1,87 dS m⁻¹, decrescendo, a partir desse valor, de forma que os menores índices de emergência ocorreram na maior salinidade de 7,5 dS m⁻¹.

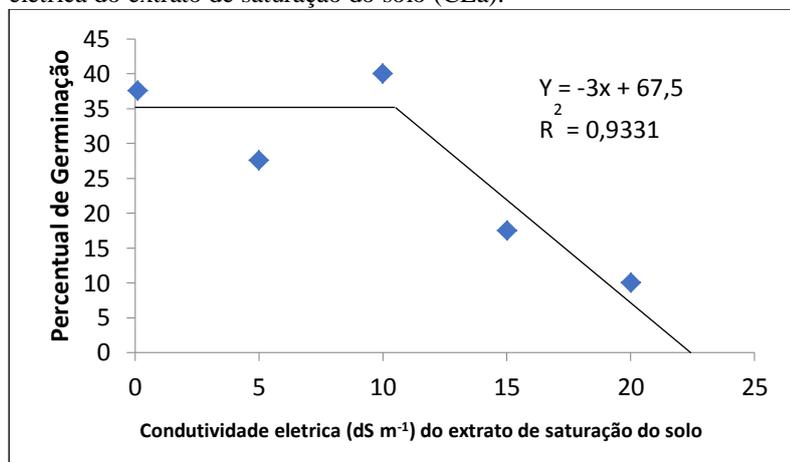
Tabela 1: Resumos de ANAVA e análise de regressão para porcentagem de emergência (PE), comprimento das plantas (CP), número de folhas (NF) e número de folíolos (NFOL), das plantas de algaroba submetidas a diferentes níveis de salinidade (CEes).

Fator	PG (%)		CP (cm)		NF	NFOL
	GL	Quadrado médio	Quadrado médio	Quadrado médio		
Salinidade	4	6,575*	225,33*	60,80*	16924,825*	
Regr. Pol. Linear	1	16,900*	769,129*	168,100*	47541,025*	
Resíduo	15	1,350	4,79	1,27	472,217	
CV (%)		43,85	23,81	26,17	30,76	

CEes (dS m ⁻¹)	Média				
T1 - 0,3	37,5	15,200	6,0	100,75	
T2 - 5,0	27,5	15,625	9,0	149,75	
T3 - 10,0	40,0	12,950	6,0	96,25	
T4 - 15,0	17,5	2,175	0,5	6,50	
T5 - 20,0	10,0	0,000	0,0	0,00	

(*) Significativo a 0,05 de probabilidade.

Figura 1 - Percentual de germinação (PG) das sementes de algaroba em função da salinidade dada pela condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEa).



Estudando o desenvolvimento da parte aérea aos 40 dias após plantio, verificou-se que houve redução linear significativa do comprimento das plantas de *P. Juliflora* a partir de 5,5 dS m⁻¹, com decréscimo de 7,36% por incremento unitário da salinidade (Figura 2). Em relação a variável número de folhas a redução linear ocorreu a partir 8,6 dS m⁻¹, com decréscimo de 10,3% por incremento unitário da salinidade (Figura 3); já no número de folíolos, os efeitos de decremento da salinidade do material de solo (CEes) aconteceram a partir de 6,5 dS m⁻¹ com decréscimo de 8,3% por aumento unitário da salinidade (Figura 4).

Santos *et al.* (2013) estudando o efeito da salinidade sobre o crescimento inicial e nutrição mineral de Algaroba (*Prosopis juliflora*) submetida à aplicação de silício, verificou que o maior desenvolvimento do caule se deu no solo cuja salinidade foi inferior a 6,0 dS m⁻¹, onde o silício estava presente; resultados de salinidade limiar semelhantes aos observados neste trabalho.

Verificou-se, nesta pesquisa, que a Algaroba foi mais sensível à salinidade na fase de crescimento inicial quando comparada com a fase de germinação, ou seja, algumas plântulas submetidas a CEes ≥ 15 dS m⁻¹ germinaram e depois sucumbiram aos efeitos da salinidade. Além disso, verificou-se que a salinidade limiar foi maior na germinação do que na fase de desenvolvimento inicial. Apesar das reduções significativas provocadas pela salinidade no extrato de saturação do solo observadas no desenvolvimento inicial das plantas, verificou-se nesse estudo que a Algaroba apresentou níveis elevados de tolerância aos sais quando comparados com outras culturas cultivadas.

Segundo Ayers e Westecot (1991), algumas plantas produzem rendimentos aceitáveis sob condições de salinidade do solo ou da água de irrigação em razão da melhor adaptação osmótica, sendo capazes de absorver, acumular e utilizar íons na síntese de compostos orgânicos e terem maior capacidade de absorção de água, mesmo em potenciais osmóticos muito baixos.

Figura 2 – Comprimento das plantas (CP) de Algaroba em função da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEa).

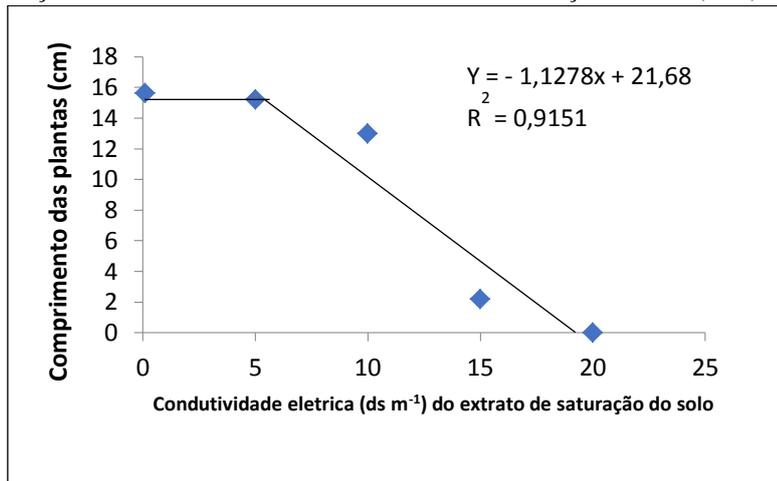


Figura 3 – Número de Folhas (NF) das plantas de Algaroba em função da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEa).

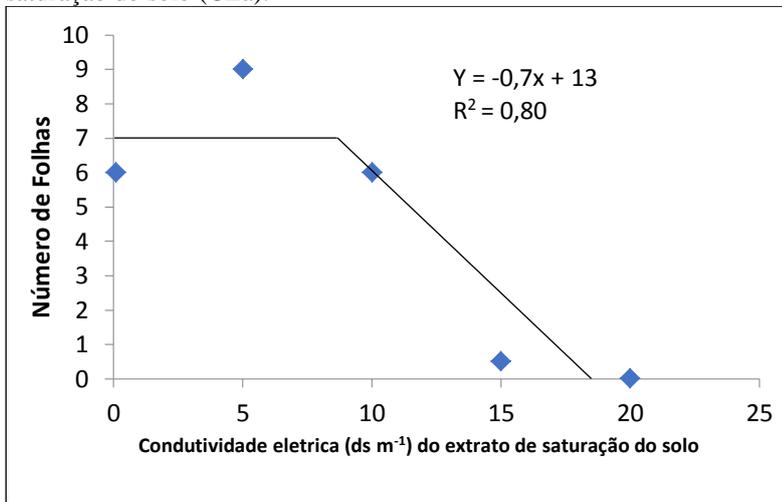
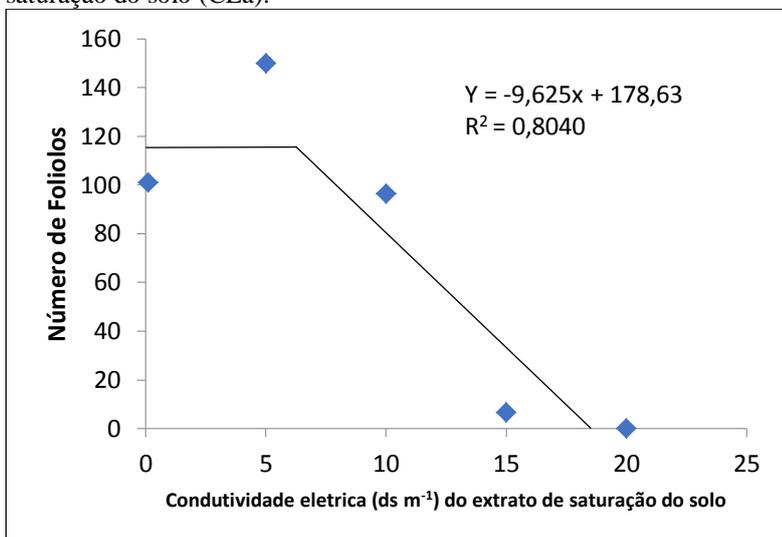


Figura 4 – Número de Foliólos (NFOL) das plantas de Algaroba em função da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEa).



CONCLUSÕES

- O efeito deletério da salinidade foi mais acentuado no crescimento inicial das plantas que na emergência das sementes de Algaroba;
- Plântulas de Algaroba germinaram e sucumbiram aos efeitos da salinidade iguais ou maiores que 15 dS m⁻¹ no extrato de saturação do solo;
- Níveis de salinidade de até 10 dS m⁻¹ não provocaram danos expressivos nem na germinação nem no crescimento inicial das plantas de Algaroba;

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; ALVES, A. S. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Algaroba): Impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. *Natureza e Conservação*, v.6, n.2, p.61-67, 2008.
- ANDRADE, L. A. de; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. de. 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*, v.32, n.3, p.249-255, 2010.
- ANDRADE, J. A. de; NUNES, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. *Revista Espinhaço, Diamantina*, v.3, n.2, p. 28-39, 2014.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB/FAO, 1991. 218 p. (FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 29).
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B. dos; FERNANDES, P. D. Interaction between soil salinity and nitrogen on growth and gaseous exchanges in guava. *Revista Ambiente & Água, Taubaté*, v.13, n.3, p.1-12, 2018.
- BRAGA, J. M. Avaliação da fertilidade do solo: ensaios de campo. Viçosa: UFV, 1983. 101p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CAREVIC, F. S. The role of ecophysiological studies in the genus *Prosopis*: implications for the conservation of drought-prone species. *IDESIA*, v.32, n.4, p.77-81, 2014.
- CRUZ, J. L.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; SANTOS, A. A. dos. Salinity reduces carbon assimilation and the harvest index of cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz). *Acta Scientiarum Agronomy*, v.39, n. 4, p. 545-555, 2017.
- EMBRAPA. Projeto da Embrapa vai definir manejo para evitar invasão da algaroba no ambiente semi-árido. Embrapa, Brasília, DF, 2016.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPQ. Documentos, v.1, 1997. 212p.
- FERREIRA, P. V. Estatística experimental aplicada à Agronomia. 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.
- FRANCO, E. S.; NETO, J. D.; GUIMARÃES, J. P.; FARIAS, M. S.; LIRA, V. M. Comparação de indicadores químicos do solo após o plantio da algaroba. *Agropecuária Científica no Semi-Árido, Patos*, v.11, n.2, p.61-66, abr/jun 2015.
- GOMES, F. P. Iniciação à estatística. 6 ed. São Paulo, Nobel, 1978. 205p.
- GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. N.; VIEIRA, F. E. R.; TORRES, S. B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.8, n.1, p.137-142, 2013.
- YADAV, S. P., BHARADWAJ, R., NAYAK, H., MAHTO, R., SINGH, R. K., PRASAD, S. K. Impact of salt stress on growth, productivity and physicochemical properties of plants: A Review. *IJCS*, v.7, n.2, p.1793-1798, 2019.

MAJOLO, L. et al. Germinação e crescimento inicial de plantas de Algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] sob estresse salino. In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais... Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.7, e-6929, 2019.

NETTO, A. de O. A.; GOMES, C. C. S.; LINS, C. C. V.; BARROS, A. C.; CAMPECHE, L. F. de S. M.; BLANCO, F. F. Características químicas e salino-sodicidade dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, SE, Brasil. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.6, p.1640-1645, nov/dez, 2007.

PEREIRA, F. A. de L.; MEDEIROS, J. F. de; GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; PRESTON, W.; VASCONCELOS, C. B. e L. Tolerance of melon cultivars to irrigation water salinity. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, n.12, p.846-851, dez. 2017.

PASIECZNIK, N. M.; FELKER, P.; HARRIS, P. J. C.; HARSH, L. N.; CRUZ, G.; TEWARI, J. C.; CADORET, K.; MALDONADO, L. J. The *Prosopis juliflora* - *Prosopis pallida* Complex: A Monograph. Coventry, UK: HDRA, pp.172, 2001.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A.; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, v.20, n.4, p.887-898, 2006.

PEREZ, S. C. J. G. A.; MORAES, J. A. P. V. Estresse salino no processo germinativo de algarobeira e atenuação de seus efeitos pelo uso de reguladores de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.3, p. 389-396, 1994.

PRISCO, J. T.; GOMES FILHO, E.; MIRANDA, R. de S. Physiology and biochemistry of plants growing under salt stress. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2016. Cap.12, p.163-180.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R. de; NASCIMENTO, C. E. de S. Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira. Embrapa Florestas: Comunicado Técnico 240, 8p. out. 2009.

SANTOS, L. C. A.; MOURA, S. R.; BARRETO, L. P. Efeito da salinidade sobre o crescimento inicial e nutrição mineral de algaroba (*Prosopis juliflora*) submetida à aplicação de silício. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 13, 2013, Recife. Anais... Recife: UFRPE, 2013.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino de Geografia*, n.36, p.126-142, 2014.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro: Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba - FAPESQ.