



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Alterações químicas de solos da Caatinga sob cultivo da *Cryptostegia madagascariensis*

Jailma dos Santos de Medeiros¹, Francisco de Oliveira Mesquita², Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos³, Ana Beatriz Alves de Araújo⁴, Rafael Oliveira Batista⁵, Alex Serafim de Lima⁶, Evandro Franklin de Mesquita⁷, Jeane Cruz Portela⁸

¹Doutora em Ciência do Solo pela UFPB. Campus de Areia-PB. E-mail correspondente: jailma@bol.com.br

² Pesquisador do Instituto Nacional do semiárido - INSA. Núcleo de Solos. E-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br

³ Pesquisadora do Instituto Nacional do semiárido - INSA. Núcleo de Solos. E-mail: erika.vasconcelos@insa.gov.br

⁴ Doutora em Manejo de Solo e Água - UFERSA. E-mail: anabiatrix@gmail.com

⁵ Professor Associado. Departamento de Ciências Ambientais. Mossoró-RN. E-mail: rafaeloliveira@yahoo.com.br

⁶ Mestrando pelo Departamento de Ciências agrárias e Exatas. E-mail: alexcdf14@gmail.com

⁷ Professor do departamento de Ciências agrárias e Exatas. E-mail: elmesquita@yahoo.com.br

⁸ Professor Adjunto. Departamento de Ecologia Vegetal. E-mail: jeaneportela@ufersa.edu.br

Artigo recebido em 08/09/2022 e aceito em 18/12/2022

RESUMO

A espécie *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne ocorre em zonas úmidas e áridas, encontrando-se dispersa em várias regiões do planeta, onde é empregada principalmente para fins ornamentais. Em determinados ambientes, como a Caatinga e ecossistemas associados do Nordeste brasileiro, a espécie vem se destacando como uma planta invasora. Dessa forma, um experimento foi desenvolvido em abrigo telado com o objetivo de avaliar as características químicas dos solos sob cultivo de plantas jovens de *C. madagascariensis* submetidas a diferentes níveis de salinidade e de umidade. Inicialmente, foram utilizados dois solos sendo um Neossolo Flúvico e um Vertissolo que foram irrigados com água salina (0,3; 1,0; 2,0 e 4,0 dSm⁻¹), sendo submetidos a quatro níveis de umidade (20% da CC, 40% da CC, 70% da CC e Saturado). Os solos foram acondicionados em vasos com capacidade de 21 litros, onde em cada vaso continha 19 kg de solo e 4 plantas de *C. madagascariensis* com tratamentos arranjados em blocos casualizados com 4 repetições. Decorrido 152 dias após a semeadura foram retiradas amostras de solo para análise dos atributos químicos do solo. As amostras de solo foram analisadas para a determinação da Condutividade elétrica do solo, do pH, dos teores de P e K. O aumento da salinidade da água e dos níveis de umidade até a saturação aumentaram a salinidade dos dois solos. Com os resultados observou-se que as análises da composição química dos dois tipos de solo ao final do experimento apresentaram diminuição em seus valores tanto da fertilidade como da salinidade quando comparados com as análises no início do experimento, houve aumento do pH e da acidez potencial.

Palavras-chave: Bioinvasora, química do solo, salinidade, fertilidade

Chemical changes in Caatinga soils under cultivation of *Cryptostegia madagascariensis*

Abstract

The species *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne occurs in wet and arid areas, found dispersed in several regions of the planet, where it is used mainly for ornamental purposes. In determining environments, such as the Caatinga and associated ecosystems of the Brazilian Northeast, the species has been standing out as an invasive plant. Thus, an experiment was carried out in a screened shelter with the objective to evaluate the chemical characteristics of grounds under cultivation of young plants of *C. madagascariensis* being subjected to different levels of salinity and, humidity. Initially, two soils were used, one Fluvic Neosol and a Vertisol that were irrigated with saline water (0.3; 1.0; 2.0 and 4.0 dSm⁻¹), being subjected to four levels of humidity (20% of CC, 40% of CC, 70% of CC and Crowded). The soils were placed in pots with a capacity of 21 liters, where each pot contained 19 kg of soil and four plants of *C. madagascariensis* with treatments arranged in randomized blocks with four replications. After 152 days after sowing, soil samples were taken to analyze the chemical attributes of the soil. Soil samples were analyzed to determine soil electrical conductivity, pH, N and K contents. The increase in water salinity and moisture levels until saturation increased the salinity of both soils. With the results it was observed of that the analyzes of the chemical composition of the two types of soil at the end of the experimente showed a decrease in their values of both fertility and salinity when compared with the analyzes at the beginning of the experiment, there was an increase in pH and potential acidity.

Keywords: Bioinvasive; soil chemistry; soil salinity; fertility.

Introdução

A introdução de espécies de plantas em novas áreas geográficas é uma prática comum em projetos agrícolas, florestais ou em jardinagem. No entanto, nos últimos 50 anos, tem-se verificado que uma proporção variável dessas espécies não nativas é estendida para além dos limites da sua introdução e o estabelecimento de populações dominantes que deslocam comunidades de plantas nativas e alteraram significativamente o funcionamento dos ecossistemas afetados. Estas espécies são conhecidas como espécies invasoras, e agora são consideradas uma ameaça grave para a biodiversidade e integridade dos ecossistemas em todo o mundo (Silveira et al., 2020).

A invasão biológica altera tanto as condições químicas dos solos invadidos, como a salinidade, a umidade, o pH e os teores de Carbono e Nitrogênio (Gorgone-Barbosa et al., 2020), como também as condições físicas do solo, como por exemplo a estabilidade dos agregados (Barbosa et al., 2019). Uma espécie invasora que se destaca como redutora da salinidade do solo é *Prosopis juliflora*, que além de se comportar como redutora da salinidade, também se destaca por reduzir o pH, a condutividade elétrica e os níveis de sódio trocáveis (Mojzes et al., 2020).

A espécie *Cryptostegia madagascariensis* conhecida como unha do cão, dedo do diabo, viuvinha, constitui uma planta invasora na região Nordeste do Brasil (Morais et al., 2021). A Caatinga é vista como uma das formações vegetais onde se tem observado a ocorrência de áreas com forte presença de espécies exóticas invasoras, a exemplo de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Meira et al., 2020), *Parkinsonia aculeata* L. (Romão et al., 2021), e *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. (Souza et al., 2021), as quais já foram identificadas como

espécies invasoras, constatando-se sérios prejuízos a biodiversidade autóctone da Caatinga.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar possíveis alterações nas características químicas de solos da caatinga em função da salinização e déficit hídrico.

Material e métodos

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 2016 a janeiro de 2017. 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.

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, localizadas no município de 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	2016				2017	
	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro
Temperatura média (°C)						
Máxima	25,8	26,3	27,1	28,0	28,5	32,0
Mínima	24,5	25,2	26,0	26,7	27,1	28,8
Umidade Relativa do ar (%)						
Máxima	75,1	71,3	69,8	63,6	66,5	66,5
Mínima	67,0	61,2	62	58,9	61,5	46,9
Média do Dia	71	66,2	66	61,2	64	56,7

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 procera*.

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 secalas. Após essa etapa, 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 dos solos, do pH, dos teores de P e K⁺ do solo (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)	361	861
Silte (g kg ⁻¹)	291	84
Argila (g kg ⁻¹)	342	44
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,62	1,73
Densidade da partícula (kg dm ⁻³)	2,51	2,85
Porosidade total (m ³ m ⁻³)	2,79	37,1
Classificação textural	Franco Argilo Siltoso	Areia Franca
Atributos da Fertilidade		
	Vertissolo	Neossolo
pH (1:2,5 água)	6,15	6,12
P (mg dm ⁻³)	11,7	171
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	9,25	3,27
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	13,32	1,4
K ⁺ (mg dm ⁻³)	0,31	0,48
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,46	0,33
SB (cmol _c dm ⁻³)	23,34	5,48
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0	0
(H ⁺ +Al ³⁺) (cmol _c dm ⁻³)	4,11	0,5
CTC (cmol _c dm ⁻³)	27,45	5,98
V (%)	84,02	91,64
MOS (g kg ⁻¹)	20,12	7,7
Atributos da Salinidade		
	Vertissolo	Neossolo
CEes (dSm ⁻¹)	0,79	0,49
pH	5,83	7,05
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,25	1,87
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,75	4,00

K ⁺ (mg dm ⁻³)	0,53	0,88
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	11,94	5,41
Cl ⁻ (cmol _c dm ⁻³)	6,75	5,75
CO ₃ ²⁻ (cmol _c dm ⁻³)	0	0

Tabela 2, Continuação...

Atributos da Salinidade		
	Vertissolo	Neossolo
HCO ₃ ⁻ (cmol _c dm ⁻³)	4,06	0,5
SO ₄ ²⁻ (cmol _c dm ⁻³)	-	-
RAS	8,47	3,84
PST%		
PSI	10,11	4,23

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 (dm³) 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 Medeiros et al. (2007) e Sucre et al. (2011).

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.

Durante o período da semeadura até o final da fase de plântula todos os vasos permaneceram próximos à capacidade de campo (CC). Após a fase de plântulas (30 dias após a germinação), iniciaram-se os tratamentos com diferentes regimes hídricos, constituindo da manutenção da umidade do solo em quatro níveis, a saber: N₁ (20% da CC); N₂ (40% da CC); N₃ (70% da CC) e; N₄ (110%, alagado), mantidos até o final do ensaio. A partir de então, os controles das umidades do solo foram realizados três vezes por semana consistindo na reposição da água evapotranspirada através da diferença de peso medida pela balança digital entre os dias de pesagem.

A determinação do volume de água para elevar os solos à capacidade de campo e à saturação foram realizadas em vasos extras no 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.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com quatro

repetições. Para avaliar a fertilidade do solo após plantio, os tratamentos consistiram nos níveis de salinidade do solo e umidade nos dois solos estudados onde foram distribuídos em esquema fatorial com quatro níveis de água do solo e quatro níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo e dois tipos de solos (4 x 4 x 2).

A avaliação das alterações das características químicas dos solos decorrentes da irrigação com água salina foi feita no final do experimento. Foram determinadas a fertilidade do solo, tal como pH, dados da condutividade elétrica do solo, do Potássio e Fósforo de acordo com Embrapa (2011).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo o nível de significância determinado pelo teste "F" e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis quantitativas (Salinidade) foram submetidas à análise de regressão polinomial (Banzatto e Kronka, 2013). Para o processamento

dos dados foi utilizado um software SISVAR (Ferreira, 2011).

Resultados e discussão

Os resultados das análises referente aos atributos químicos do solo avaliado sob cultivo das plantas jovens de *C. madagascariensis* testados após o período de 152 dias da semeadura das plantas em dois tipos de solos e diferentes níveis de salinidade e de umidade estão apresentados na Tabela 3, onde pode ser observado o efeito isolado da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai), da umidade e dos solos em estudo, como também para o estudo da interação entre estes fatores sobre a fertilidade desses solos. A condutividade elétrica da água de irrigação interferiu sobre a condutividade elétrica do solo (CE), do pH, do P e K⁺. Já para os tipos de solos houve diferenças significativas para todas as variáveis estudadas, exceto para a condutividade elétrica do solo.

Tabela 3. Resumo dos quadrados médios e análise de regressão referentes ao potencial hidrogeniônico (pH), da Condutividade elétrica do solo (CEs), Fósforo (P) e Potássio (K⁺) avaliados no solo cultivado com *Cryptostegia madagascariensis* para efeitos da Salinidade (CEai), Umidade do Solo (U) e Tipos de Solos (S) avaliados no período de 152 DAE.

F.V	GL	CE	pH	P	K ⁺
CEai (C)	3	59,68**	0,177**	16,937 ^{ns}	0,005**
UMIDADE (U)	3	21,11**	0,434**	245,383**	0,036**
SOLO (S)	1	0,838 ^{ns}	47,995**	224345**	0,068**
C x UMID	9	3,1717**	0,020 ^{ns}	56,304**	0,003*
C x SOLO	3	0,1777 ^{ns}	0,059 ^{ns}	24,450 ^{ns}	0,014**
UMID x SOL	3	8,3056**	0,231**	106,118**	0,018**
C x U x SOL	9	3,2956**	0,042 ^{ns}	52,779**	0,005**
BLOCO	3	0,8231	2,483	0,002	0,0005
Erro	93				
Regressão					
E.Linear	1	52,9263**	0,0687*	0,602**	0,0014**
E.Quadrático	1	11,782**	1,565**	0,061**	0,003**
E.Cúbico	1	5,5072**	0,603 ^{ns}	0,004 ^{ns}	0,0054 ^{ns}
Desvio de Regr	1	0,0001	0,0001	0,001	0,001
Erro	93	0,4568	0,0266	11,254	0,0013
C.V%		21,58	2,39	6,52	17,85
Total	127				

Dados: GL = grau de liberdade; CE = Condutividade elétrica do solo; pH = potencial hidrogeniônico; P = Fósforo do solo; K = Potássio do solo;

Na interação condutividade elétrica da água de irrigação e umidade do solo houve efeito significativo para a maioria das variáveis analisadas, exceto para o pH, Al³⁺, Ca²⁺ e a CTC. Testado ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo

teste F foi constatado comportamento semelhante na interação entre umidade e solos, com exceção do pH que foi significativo.

Os valores da condutividade elétrica do Neossolo Flúvico no final do experimento quando

comparadas ao valor inicial que era de 0,49 dS m⁻¹ (Tabela 2), apresentaram um acréscimo em todas as umidades testadas. Porém, os maiores valores foram encontrados nas umidades de 40 e 70% da CC, sendo os valores máximos respectivamente, de 7,20 dS m⁻¹ e 5,58 dS m⁻¹, correspondente a condutividade de 4,0 dS m⁻¹ e os menores valores nas umidades de 20% da CC e em SAT com 3,80 dS m⁻¹ e 4,34 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 1 A).

No Neossolo Flúvico após a incubação com água salina, a maior CEes apresentou o valor de 3,78 dS m⁻¹ para a CEai de 4 dS m⁻¹, ao comparar os valores da CEes no final do experimento observa-se que houve aumento na Condutividade

elétrica do solo para todas as umidades testadas, com valores semelhantes após a incubação para a umidade de 20% da CC quando submetida a CEai de 4 dS m⁻¹ que foi de 3,80 dS m⁻¹.

Como visto no capítulo anterior. Quando as plantas de *C. madagascariensis* foram submetidas as condições de 40% e 70 da CC apresentaram um crescimento, porém houve uma redução à medida que a condutividade elétrica aumentou, principalmente quando as plantas foram submetidas a umidade de 40% da CC, onde foi observado a maior condutividade (Figura 1 A).

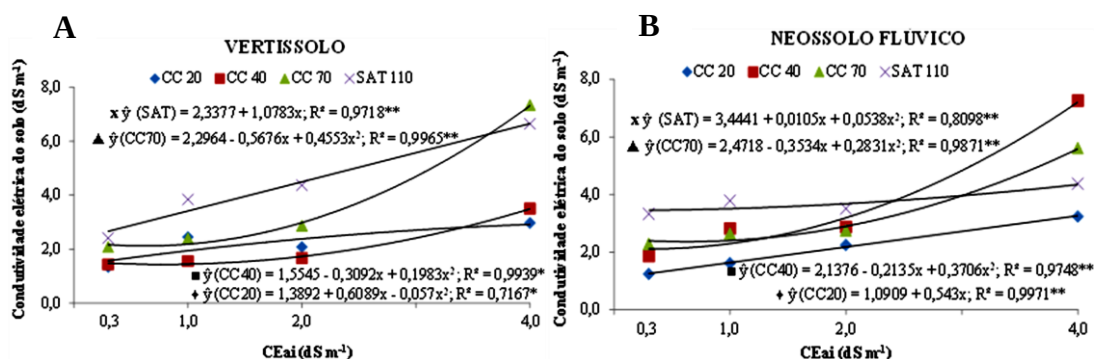


Figura 1. Valores da condutividade elétrica do solo em função da condutividade elétrica da água de irrigação (CEai) para o Neossolo Flúvico (A) e Vertissolo (B), Areia-PB, 2015.

Já para o Vertissolo (Figura 1B), os valores da condutividade elétrica no final do experimento também foram observados acréscimo em todas as umidades testadas, apenas na umidade de 20% da CC foi observado o menor aumento da salinidade quando comparados as demais umidades testadas, chegando ao valor máximo de 2,91 dSm⁻¹ (Figura 1B), sendo seu valor inicial da condutividade elétrica do solo de 0,79 dS m⁻¹ (Tabela 2). Porém os maiores valores foram encontrados nas umidades de 40 e 70% da CC e SAT com 3,49 dS m⁻¹ e 7,28 dSm⁻¹, 6,65 dSm⁻¹, respectivamente correspondente a condutividade máxima de 4,0 dS m⁻¹.

No Vertissolo após a incubação com água salina, a maior CEes apresentou o valor de 7,36 dS m⁻¹ para a CEai de 4 dS m⁻¹, ao comparar os valores da CEes no final do experimento observa-se que houve redução na Condutividade elétrica do solo para todas as umidades testadas, mantendo valor semelhante para a umidade de 70% da CC quando submetida a CEai de 4 dS m⁻¹ que foi de 7,28 dS m⁻¹.

Porém, ao contrário do que aconteceu no Neossolo Flúvico (Figura 1) com a umidade de 40% da CC, onde foi encontrada a maior salinidade (7,20 dSm⁻¹) e as plantas de *C. madagascariensis*

apresentaram um melhor desenvolvimento vegetal, no Vertissolo (Figura 1B) foi observada semelhança para a umidade de 70% da CC que também apresentou maior salinidade (7,28 dS m⁻¹) e as plantas apresentaram um melhor desenvolvimento, porém, em ambas as umidades quando se aumentou a salinidade houve decréscimo no seu desenvolvimento. Apesar da condição SAT aumentar em 63,39% a sua salinidade em relação a dose de 0,3 dS m⁻¹, vimos no capítulo anterior que suas variáveis de crescimento não foram influenciadas com o aumento da salinidade.

Os níveis de salinidade utilizados prejudicam a germinação das sementes e a formação das mudas das plantas sensíveis à salinidade, principalmente durante o crescimento inicial das plantas (Ayers e Westcot, 1999; Moraes et al., 2021). Tendências semelhantes foram observadas por Oliveira (2014), trabalhando com jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam) em solo com biofertilizante bovino e água de irrigação com salinidade de 4,0 dSm⁻¹ e por Souto et al. (2013), em plantas de noni (*Morinda citrifolia* L.) em solo com biofertilizante bovino e água com salinidade de até 6,0 dS m⁻¹.

Com base na Figura 2, o Neossolo Flúvico atingiu seu valor máximo do pH na ordem de 7,61 e esse comportamento foi observado na umidade de 49,25% CC. Após isso verificou-se uma redução no seu pH a medida que se aumentava a umidade do solo. Porém quando comparados aos valores iniciais do pH (6,88) houve um aumento em seu valor em todas as umidades testadas.

Constatou-se a redução do pH com o aumento dos níveis de umidade para o Vertissolo

(Figura 2). O valor máximo do pH do substrato de 6,32 foi registrado quando o Vertissolo foi submetido a umidade de 20% da CC e o valor de 6,22 na umidade de saturado (110%). Porém quando comparado ao valor inicial do experimento que era de 6,10 (Tabela 2), ainda sim foi superior ao valor inicial. O pH de ambos os solos não foi afetado pela salinidade do solo aplicada com a água de irrigação.

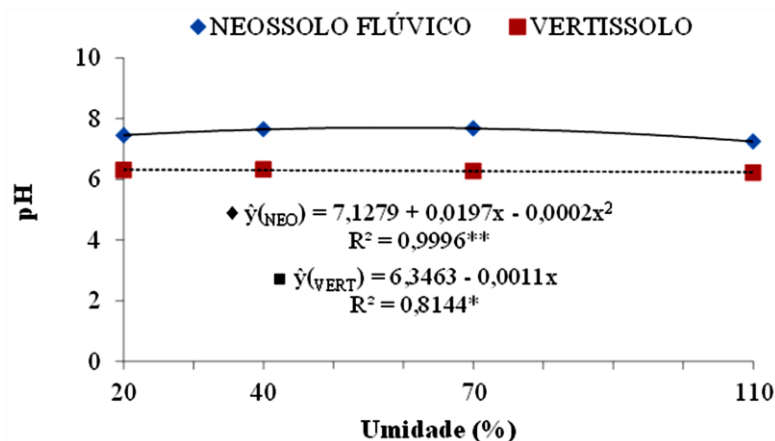


Figura 2. Valores de pH em função dos níveis de umidade para o Neossolo Flúvico e Vertissolo, Areia – PB, 2015.

Estes dados divergem dos estudos realizados por Franco (2008), em dois tipos de solos com a invasora *Prosopis juliflora* testando níveis crescentes de lâminas de água em seu crescimento inicial observou que no início esses solos apresentaram um pH acima de 8,0, entretanto ao final do experimento ao fazer uma nova análise, foi verificou que o pH dos solos em 65% do lisímetros havia baixado de 8,0 chegando a atingir um menor índice de 7,1.

Em experimentos de campo, tem sido demonstrado que, após a invasão de *Carpobrotus edulis* em habitats costeiros, algumas propriedades do solo, tais como teor de matéria orgânica e pH são modificados (Conser e Connor, 2008). Lichter (1998), em um estudo utilizando um cronossequência de diferentes idades de dunas, relatou uma redução no pH 8,5 - 4,3 após 400 anos de estabilização nas dunas.

Uma das explicações para a diminuição do pH nesses casos é que essas plantas invasoras como a *C. edulis* possuem mecanismo de acidificação na qual absorve grandes quantidades de cálcio do solo (Lichter, 1998; Hartmann, 2002; Mojzes et al., 2020), resultando em menores valores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e um aumento de íons de hidrogênio (H^+) em seu complexo de troca do solo, o que diminui o pH. Novoa et al. (2013), constataram que em ambientes não invadidos foi observado valores de cátions do

solo muito alto, mas menor em solos invadidos, onde o pH era dois pontos mais baixo.

Quando analisou o pH em ambos os casos, os resultados divergem dos encontrados por (Bhojvaia et al., 1996) que observaram redução dos solos com a invasora *Prosopis juliflora*, logo quando foram observados os valores médios encontrados para os tratamentos do Neossolo Flúvico, estes valores são sempre superiores aos encontrados na análise inicial, porém o pH observado em 110% CC chegou a ser semelhante ao valor inicial apresentando o valor de 6,87 (houve um aumento do pH até a umidade máxima de 49,25%).

O Vertissolo teve redução à medida que se aumentava a umidade no solo, porém os valores encontrados foram superiores ao do início do experimento, o maior valor de pH foi observado para a capacidade de campo a 20% com 6,32, enquanto a menor foi observada quando o solo se encontrava alagado (6,22). Este fato nos mostra que a *Cryptostegia madagascariensis* em geral se adapta bem as condições dos solos onde ela é introduzida.

Como pode ser visto na Figura 3 (A), o teor de fósforo no Neossolo Flúvico em função da condutividade elétrica da água de irrigação se ajustou ao modelo de regressão quadrática em todas as umidades testadas. Sendo os maiores

valores encontrados nas umidades de 20, 40, e 70% da CC e os menores quando o solo foi submetido à condição de alagado, onde a condição de 20%, 40%, 70% da CC os maiores valores de P foram encontrados na salinidade de 1,52 dS m⁻¹, 4,31 dS m⁻¹, 1,80 dS m⁻¹, respectivamente. Já quando submetido à condição de alagado o valor máximo de P⁻ foi encontrado na salinidade 1,67 dS m⁻¹. Quando se compara os valores iniciais de P (Tabela 2) pode-se observar que houve uma redução nos seus valores para o Neossolo Flúvico.

Quando observado os teores de fósforo para o Neossolo Flúvico (Figura 3A), verifica-se que o maior valor encontrado foi para o tratamento 20% CC que atingiu 101,73 cmol/dm³, entretanto os valores de todos os outros tratamentos ficaram abaixo do valor de 90,03 cmol/dm³ com o menor para a condição de alagado que atingiu 49,52 cmol/dm³. Por outro lado, quando se analisa os resultados encontrados para o tratamento de 40% CC o valor máximo ultrapassa os 4 dS m⁻¹ da salinidade. No entanto houve um decréscimo nos valores desse elemento ao final do experimento.

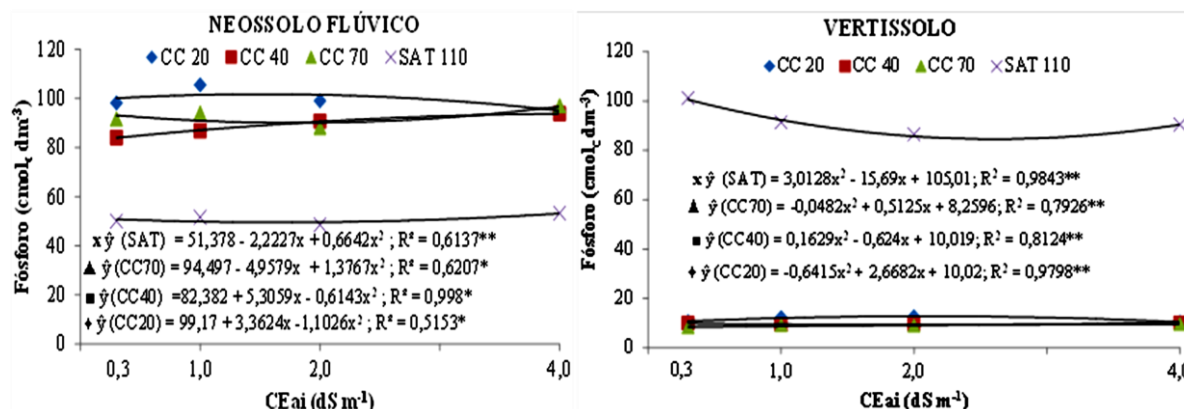


Figura 3. Valores de Fósforo em função dos níveis de salinidade e de umidade para o Neossolo Flúvico (A) e no Vertissolo (B), Areia – PB, 2015.

Ao contrário do Neossolo Flúvico, os valores de P no Vertissolo apresentaram-se maiores quando submetidos a condição de alagado (SAT) e quando submetidos as condições de 20, 40% da CC foram encontrados os menores teores de P (Figura 3 B), obtendo os maiores valores na condutividade de 2,08, 1,91 dS m⁻¹ e na condição de 70 % da CC ultrapassou os máximos de 4 ds m⁻¹. Já na condição de alagado o valor máximo de fósforo foi para a salinidade de 2,60 dS m⁻¹.

Na condição de alagado (SAT) foi encontrado o maior valor de P chegando a 84,58 cmol dm⁻³, em seguida na condição de 20% da CC com 12,79 cmol/dm³ e com menor valor na condição de 40% da CC e 70% da CC de 9,42 e 9,62 cmol dm³, respectivamente para o Neossolo Flúvico.

Uma das possíveis causas pelo decréscimo do elemento fósforo nos dois solos com a *C. madagascariensis* possivelmente, está relacionada com o aumento do pH, o qual influencia diretamente a sua disponibilidade quando está elevado, onde o fósforo é liberado e precipitado como sais (Fisher et al., 2006) e sua faixa de melhor absorção está entre 6,8 e 7,2 (Grootjans et al., 2004). Sabe-se que em condições de campo, já foi constatado que há grandes quantidades de fósforo, sendo encontrado em ambientes invadidos por

espécies invasoras. Uma das explicações é a grande quantidade de entrada de matéria orgânica através da serrapilheira, como exemplo, a *Prosopis juliflora* e *Carpobrotus edulis* (Franco, 2008; Novoa et al., 2013).

Como pode ser visto na Figura 4A, o teor de Potássio no Neossolo Flúvico em função da condutividade elétrica da água de irrigação se ajustou ao modelo de regressão quadrática em todas as umidades testadas. Sendo os maiores valores encontrados nas umidades de 70% da CC e na condição de alagado e os menores valores quando o solo foi submetido a condição de 20 e 40% da CC. Na condição de alagado (SAT), os maiores valores de P foram encontrados na salinidade máxima de 3,22 dS m⁻¹ e na umidade de 70% da CC o valor mínimo de 3,26 dS m⁻¹, respectivamente. Já quando submetido à condição de 20 e 40% da CC o valor máximo de K foi encontrado na salinidade máxima 0,43 e 2,65 dS m⁻¹, respectivamente. Quando se compara os valores iniciais de K (Tabela 2) pode-se observar que houve uma redução nos seus valores para o Neossolo Flúvico.

Quando se observa o elemento K para o Neossolo Flúvico, verificou-se que o maior valor foi para o tratamento na condição de alagado que atingiu 0,34 mg/dm³, entretanto, os valores de

todos os outros tratamentos ficaram abaixo de 0,30 mg/dm³ com o menor valor para a condição de 70% da CC que atingiu 0,18 mg/dm³, a condição de 20 e 40% da CC com valores de 0,23 e 0,28 mg/dm³, respectivamente. No entanto houve um decréscimo nos valores de K ao final do experimento.

Pode-se perceber que o maior decréscimo foi encontrado quando as plantas jovens de *C.*

madagascariensis foram submetidas a 70% da CC, justamente onde as plantas em geral apresentam o seu maior crescimento, no entanto, o decréscimo nos teores de K possa ter ocorrido provavelmente, devido uma maior absorção deste nutriente, já que nesta condição foi observado um maior crescimento da planta (Figura 3 do capítulo III).

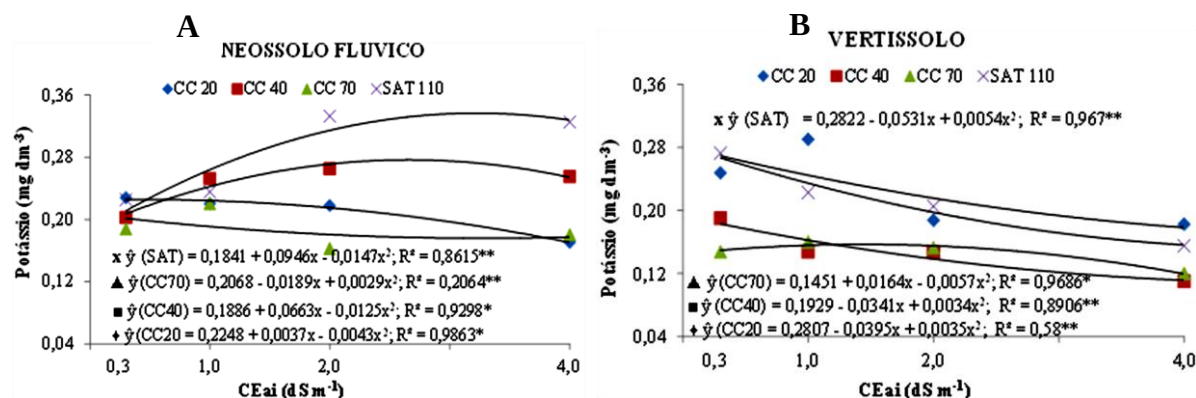


Figura 4. Valores de Potássio em função dos níveis de salinidade e de umidade para o Neossolo Flúvico (A) e Vertissolo (B), Areia – PB, 2015.

No vertissolo, (Figura 4B) foi observado que em todas as umidades testadas os valores mínimos da salinidade ultrapassam os 4 dSm⁻¹, indicando que a condutividade mínima atingida foi superior aos 4 dSm⁻¹, com exceção da umidade de 70% da CC que atingiu o valor máximo de 1,44 dS m⁻¹, onde nesta condição os valores de K chegaram a 0,16 mg/dm³. Em todos os tratamentos foi observado um decréscimo nos teores de K⁺, com o menor valor observado quando a planta foi submetida a 40% da CC chegando a um valor de 0,11 mg/dm³ em relação aos valores iniciais do experimento (Tabela 2).

O fato do decréscimo nos valores de K⁺ pode ser explicado pelas variáveis biométricas das plantas de *C. madagascariensis* no capítulo anterior, onde a planta em seu crescimento inicial se desenvolveu melhor nas condições de 70 e 40% da CC, consequentemente uma maior absorção deste nutriente que favoreceu o seu desenvolvimento neste tipo de solo no Vertissolo (Silveira et al., 2020).

Conclusão

O aumento da salinidade da água e dos níveis de umidade até a saturação aumentaram a salinidade dos solos estudados.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação elevou o consumo de água pelas plantas, principalmente no Vertissolo com maior nível de umidade.

O aumento da umidade em ambos os solos sob crescimento das plantas jovens de *C. madagascariensis* elevou os teores de sódio, refletindo dessa forma, desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção, mesmo assim não prejudicou o crescimento da espécie. Esse comportamento está de acordo com Gorgone-Barbosa et al., 2020, tendo em vista que os altos teores de Cálcio podem apresentar desequilíbrios nos sítios de ligação no metabolismo das plantas.

Referências

- Ayers, R. S., Westcot, D. W., 1999. A qualidade da água na agricultura. Trad. H. R. Gheyi et al., Campina grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29)
- Barbosa, E. M.; Bonilha, O. H.; Lucena, E. M. P.; Araújo, L. M. A.; Oliveira, S. R. S. Estrutura de um Fragmento de Caatinga Infestado por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne¹. Revista Brasileira de Geografia Física, 12 (2019) 1952-1966. DOI: 10.26848/rbgf.v12.5.p1952-1966
- Banzatto, D. A., Kronka, S. N., 2013. Experimentação agrícola. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 121. Recuperado de <https://www.docsity.com/pt/experimentacao-agricola-banzatto-ekronka/4911710/>
- Conser, C., Connor, E. F., 2008. Assessing the residual effects of *Carpobrotus edulis* invasion, implications for restoration. Biological Invasions, 11, 349–358.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2011. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro.
- Ferreira, D. F., 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35, 1039-1042.
- Fisher, J., Veneklaas, E., Lambers, H., Loneragan, W., 2006. Enhanced soil and leaf nutrient status of a Western Australian *Banksia* woodland community invaded by *Ehrharta calycina* and *Pelargonium capitatum*. *Plant Soil*, 284, 253–264.
- Franco, E. S., 2008. Os discursos e contra-discursos sobre a algarobeira (*prosopis* sp) no cariri paraibano. Campina Grande, 2008. 97f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
- Grootjans, A. P., Adema, E. B., Bekker, R. M., Lammerts, E. J., 2004. Why young coastal dune slacks sustain a high biodiversity. In: Martínez, M.L., Psuty, N. (Eds.), *Ecological Studies*. Springer, p. 85–101.
- Orgone-Barbosa, E.; Novaes, R. B.; Pivello, V. R.; Fidelis, A., 2020. Fire cues and germination of invasive and native grasses in the Cerrado. *Acta Botânica Brasilica*, 34, p.185-191. <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0337>
- Hartmann, H. E. K., 2002. *Illustrated Handbook of Succulent Plants: Aizoaceae A-E*. Springer.
- Medeiros, J. F., Silva, M. C. C., Sarmento, D. H. A., Barros, A. D., 2007. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11, 248–255. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000300002>
- Meira, M. R.; Santos, L. H. T.; Anjos, Q. Q. A.; Santos, B. E. F.; Guimarães, L. S.; Silva, C. B. M. C. Caracterização molecular de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. por meio de marcadores moleculares e índices de similaridade genética. *Biotemas*, 33, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2020.e70282>
- Morais, S. M.; Pinheiro, H. B.; Rebouças Filho, J.; Cavalcante, G. S.; Bonilha, O. H. *Gênero Cryptostegia: fitoquímica, atividades biológicas e aplicações industriais*. Revisão • Quím. Nova 44 (6) • Jun 2021 • <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170716>
- Mojzes A, Ónodi G, Lhotsky B, Kalapos T, Kröel-Dulay G., 2020. Experimental drought indirectly enhances the individual performance and the abundance of an invasive annual weed. *Oecologia*, 193, 571-581. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-020-04711-y>
- Novoa, A., González, L., Moravcová, L., Pysek, P., 2013. Constraints to native plant species establishment in coastal dune communities by *Carpobrotus edulis*: Implications for restoration. *Biological Conservation*, v. 164, p. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.04.008>
- Lichter, J., 1998. Primary succession and forest development on coastal lake Michigan sand dunes. *Ecological Monographs*, 68, 487–510.
- Oliveira, F. I. F., 2014. Salinidade da água, fontes de nitrogênio e biofertilizante bovino, na formação de mudas de jaca mole. 2014. 37f. Monografia (Graduação em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba, areia.
- Richards, L. A., 1954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. México.
- Romão, M. V. V.; Mansano, V. F. Taxonomic review of the species of *Parkinsonia* (Leguminosae, Caesalpinioideae) from the Americas. *Rodriguésia*, 72, 2-21, 2021. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202172119>
- Silveira, A. P.; Menezes, B. S. de; Loiola, M. I. B.; Lima-Verde, L. W.; Zanina, D. N. e; Carvalho, E. C. D. de; Souza, B. C. de; Costa, R. C. da; Mantovani, W.; Menezes, M. O. T. de. Flora and Annual Distribution of Flowers and Fruits in the Ubajara National Park, Ceará, Brazil. *Floresta e Ambiente*, [S.L.], 27, 2020.
- Souza, D. P.; Silva, M. A. D.; Alves, R. M.; Alves, R. J. R.; Silva, E. F.; Silva, L. M. Pre-germinative treatments in seeds of *Sesbania virgata* cav. pers after storage. 10, e48810414252, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.14252. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14252>. Acesso em: 28 nov. 2022.
- Souto, A. G. L., Cavalcante L, F., Nascimento, J. A. M., Mesquita, F. O., Lima Neto A. J., 2013. Comportamento do noni à salinidade da água de irrigação em solo com biofertilizante bovino. *Irriga*, 18, 442-453. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n3p442>
- Sucre, B., Suáres, N., 2011. 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*, 70, 192–203. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.09.004>