

Revista Agrária Acadêmica

[*Agrarian Academic Journal*](#)

Volume 2 – Número 4 – Jul/Ago (2019)



doi: 10.32406/v2n42019/90-101/agrariacad

Emergência e crescimento inicial de feijão guandu em função dos substratos e salinidade da água de irrigação. Emergency and initial growth of guandu beans in the function of substrates and salinity of irrigation water

Beatriz de Abreu Araújo¹, Francisco José Carvalho Moreira^{2*}, Fernando Lisboa Guedes³

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará - UFC. Campus do Pici, Departamento de Engenharia Agrícola - Bloco 804, Caixa Postal: 12.168, CEP: 60.450-760. Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: beatrizdeabreuaraujo@gmail.com

² Doutor em Biotecnologia/RENORBIO/UFRN, Prof. do Eixo de Recursos Naturais - Instituto Federal do Ceará, IFCE – Campus Sobral. Sobral - CE, Av. Dr. Guarani, 317 - Derby Clube. CEP: 62.042-030. Sobral, Ceará, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: franze.moreira@ifce.edu.br

³ Doutor em Genética/UFV, Pesquisador em Melhoramento Genético Vegetal. Embrapa Caprinos e Ovinos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral/Groaíras, Km 4, Caixa Postal: 71, CEP: 62.010-970 - Sobral, Ceará, Brasil. E-mail: fernando.guedes@embrapa.br

Resumo

Um dos fatores de maior preocupação na agricultura atual é a salinização do solo, especialmente a irrigada, sendo o manejo inadequado da irrigação e dos fertilizantes utilizados na atividade agrícola um dos principais determinantes responsáveis pelo aumento de áreas com solos degradados. No semiárido nordestino a evapotranspiração supera a precipitação e, por consequência, impossibilita a percolação da água através do perfil e, conseqüentemente, não ocorre a lixiviação dos sais do solo. Diante das condições presentes na região Semiárida e dos problemas ocasionados pela salinização dos solos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar emergência e crescimento inicial de feijão guandu em função de dois substratos e níveis de salinidade da água de irrigação. O experimento foi conduzido em Telado Agrícola, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus* Sobral. O ensaio foi disposto em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco níveis de salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dS m⁻¹), e dois tipos de substratos (arenoso e argiloso), com 4 repetições de 18 sementes cada. Realizou-se a Análise de Variância (ANOVA), utilizando o programa estatístico R Development Core Team (2011). De acordo com os resultados observados no ensaio, a cultivar BRS Mandarin obteve maior taxa de sobrevivência, com o aumento do nível de salinidade em substrato argiloso; todas as variáveis analisadas sofreram influência dos tratamentos; a cultivar germinou normalmente até o nível 3,0 dS m⁻¹, comportando-se como uma planta com capacidade moderada de tolerância à salinidade.

Palavras-chave: Tolerância, estresse, salinização de solos, vigor, BRS Mandarin, *Cajanus cajan*

Abstract

One of the factors of greatest concern in current agriculture is the salinization of soil, especially irrigated land, with inadequate management of irrigation and fertilizers used in agriculture, one of the main determinants responsible for increasing the area with degraded soils. In the northeastern wilderness, evapotranspiration overcomes precipitation and, as a consequence, makes it impossible to percolate the water through the profile and, consequently, does not result in the leaching of soil salts. Considering the conditions present in the northeastern semi-arid region and the problems caused by salinization of soils, the present study had the objective of evaluating emergence and initial growth of pigeon pea as a function of two substrates and irrigation water salinity levels. The experiment was conducted at Green House, at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará - *Campus Sobral*. The experiment was conducted in a completely randomized design (DIC), in a 5 x 2 factorial scheme, with five salinity levels (0.27, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 dS m⁻¹), and two types of substrates (sandy and clayey), with 4 replicates of 18 seeds each. The Analysis of Variance (ANOVA) was performed using the statistical program R Development Core Team (2011). According to the results observed in the trial, the cultivar BRS Mandarin obtained a higher survival rate, with the increase of the level of salinity in clayey substrate; All variables analyzed were influenced by treatments; the cultivar normally germinated up to the level 3.0 dS m⁻¹, behaving like a plant with moderate capacity of tolerance to the salinity.

Keywords: Tolerance, stress, soil salinization, vigour, BRS Mandarin, *Cajanus cajan*

Introdução

Pertencente à família Fabaceae e subfamília Faboideae o feijão guandu é uma leguminosa arbustiva anual ou semiperene. É uma cultura importante para diversos países dos trópicos e subtropicais, principalmente os países asiáticos e africanos. A sua origem ainda é motivo de controvérsia, divergindo entre o Continente Africano e a Índia (NENE; SHEILA, 1990). É um arbusto semiperene cujo ciclo que vai da sementeira até o pleno florescimento dura entre 80 (variedades anãs) e 180 (variedades normais) dias. A produção de massa verde varia de 20 a 40 t ha⁻¹ (FORMENTINI *et al.*, 2008).

Como cultura de subsistência em áreas semiáridas, o feijão guandu tem uma longa história social e a sua habilidade em produzir economicamente em solos com déficits hídricos o torna uma importante cultura para a agricultura dependente de chuva (CHAUHAN, 1990).

Além de ser utilizado na alimentação humana na forma de farinha e de grãos, o feijão guandu pode ser usado para os mais diversos fins, como na alimentação de animais domésticos e na pecuária, na recuperação de solos e áreas degradadas e renovação de pastagens (AZEVEDO *et al.*, 2007), como planta antagonista de nematoides (MOREIRA *et al.*, 2018). É utilizado principalmente na forragicultura, por apresentar elevado potencial de produção de forragem, aliado ao alto valor nutritivo. Sendo assim, é um excelente suplemento proteico para os ruminantes. Além disso, tem sua utilização na alimentação de suínos e aves na forma de farinha (COSTA *et al.*, 2001).

Como o seu sistema radicular é profundo e ramificado, a cultura do feijão guandu é capaz de resistir a períodos de seca e de diminuir a compactação dos solos. De acordo com Pires *et al.* (2006), ela também pode ser usada como planta fitorremediadora, transferindo metais e água do solo para a parte aérea, removendo os assim, da área poluída. Além disso, atua como adubo verde, fazendo a manutenção da fitomassa e beneficiando a atuação dos micro-organismos heterotróficos do solo.

Um dos fatores de maior preocupação na agricultura atual é a salinidade do solo, especialmente a irrigada e o manejo inadequado desta e dos fertilizantes utilizados na atividade agrícola, sendo um dos principais ocasionadores responsáveis pelo aumento da quantidade de solos degradados com este problema (D'ALMEIDA *et al.*, 2005; EPSTEIN; BLOOM, 2006). O efeito da salinidade sobre o

desenvolvimento das plantas é um assunto discutido em vários países, principalmente, nos que apresentam regiões áridas e semiáridas (RIBEIRO *et al.*, 2009).

No Brasil, uma maior ênfase é dada ao Semiárido nordestino, onde a evapotranspiração supera a precipitação e, por consequência, impossibilita a percolação da água através do perfil e, conseqüentemente, ocorre a lixiviação dos sais do solo (FREIRE; FREIRE, 2007). Nestes ambientes, há tendência de acúmulo de sais, liberados dos minerais do material de origem (plagioclásio), predominantemente os cátions Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+2} , K^{+} e os ânions Cl^{-} , SO_4^{-2} , HCO_3^{-} e CO_3^{-2} (RIBEIRO *et al.*, 2009). Assim como outras propriedades químicas e físicas do solo, a salinidade apresenta variabilidade temporal e espacial natural em função da profundidade do lençol freático, das práticas de manejo utilizadas, da taxa de evapotranspiração, da salinidade da água, da pluviosidade e de outros fatores hidrogeológicos (D'ALMEIDA *et al.*, 2005).

Em todo o território nordestino, em especial no Estado do Ceará é sabido que as precipitações não são uniformes e que há aproximadamente cinco anos (2013-2018) os agricultores clamam por um bom inverno, desde o início da segunda década do século XXI. Uma das saídas para manterem seus pomares vivos e continuarem vivendo da agricultura foi à criação de poços profundos, nos quais em sua maioria a qualidade físico-química da água é inferior e salobra, porém, como têm que manter a plantação, a opção que eles têm é essa, para tanto é importante saber quais culturas são adaptadas ou tolerantes as quantidades de sais presentes na água.

A qualidade da água para irrigação não só prejudica o desenvolvimento vegetal como também agride o ecossistema, contamina o lençol freático e contribui de forma determinante para uma possível erosão do solo, em função da desestruturação deste. É importante ressaltar que o solo também é um ser vivo e precisa de cuidados assim como as plantas. Os solos no semiárido nordestinos, em sua maioria, são rasos e diante disso, não retém quantidade de água suficiente e por passarem longos períodos de secas sofrem com a alta taxa de evaporação.

No solo, os efeitos da salinidade no desenvolvimento vegetal provem de alterações nas suas propriedades químicas e físicas. Em relação às propriedades químicas, o aumento das concentrações de sais e sódio trocável, ocasiona a redução de sua fertilidade e, em longo prazo, pode levar a desertificação (D'ALMEIDA *et al.*, 2005). Além dos efeitos maléficos da salinidade no solo, outro efeito pode ser visto é na germinação de sementes e estabelecimento das plantas no campo. A presença de sais interfere no potencial hídrico do solo, reduzindo o gradiente de potencial entre o solo e a superfície da semente, restringindo a captação de água pela semente, e reduzindo as taxas de germinação (LOPES; MACEDO, 2008).

Diante das condições presentes no Semiárido nordestino e os grandes problemas ocasionados pela salinização de solos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar emergência e crescimento inicial de feijão guandu 'BRS Mandarin' em função de substratos e níveis de salinidade da água de irrigação.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido em Telado Agrícola, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Sobral*, no período de novembro a dezembro de 2016, na cidade de Sobral - CE, a qual está situada sob as coordenadas geográficas (03°40' S e 40°14' W). O clima é tropical quente semiárido, segundo classificação climática de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013), com temperatura média de 30 °C e altitude de 70 metros.

A cultivar utilizada do feijão guandu (*Cajanus cajan*) foi a BRS Mandarim cedida pela Embrapa Caprinos e Ovinos, localizada em Sobral - CE. Em seguida, foram levadas ao Laboratório de Fitossanidade e Sementes, IFCE - *Campus* Sobral, onde foi realizada a limpeza e seleção das mesmas, sendo, em seguida, postas em sacos de papel e armazenadas em geladeira (16° C) até o início do ensaio.

A determinação da relação entre a condutividade elétrica das soluções e os totais de sais dissolvidos, nas proporções desejadas, utilizou-se como referência a equação proposta por RICHARDS (1954), sendo:

$$C = CEa \times 640 \quad \text{eq. 01}$$

Em que C - concentração de sais por mg L⁻¹; CEa - condutividade elétrica dos sais, dS m⁻¹; 640 - fator de correção/ajuste intrínseco da fórmula.

As concentrações totalizaram cinco soluções, com intervalos de 1,5 dS m⁻¹, a partir do controle (0,27; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹). A amostra em branco (0,27 mg L⁻¹) correspondeu à condutividade elétrica inicial da água do abastecimento público (SAAE) sem a adição do NaCl, com base no resultado obtido na primeira fase do experimento.

As sementes foram postas para germinar em bandejas de polietileno com 162 células, contendo os dois substratos testados, quais sejam areia e solo. As irrigações foram realizadas diariamente, uma vez ao dia sempre no mesmo horário. O experimento foi desenvolvido em um período de 25 dias. As variáveis analisadas foram porcentagem de emergência, a qual foi calculada de acordo com LABOURIAU e VALADARES (1976):

$$\%EMER = (N/A) \times 100 \quad \text{eq. 02}$$

Em que: %EMER – porcentagem de emergência; N - número total de sementes emergidas; A - número total de sementes colocadas para germinar.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi avaliado mediante contagem diária do número de plântulas emergidas, usando-se como critério o surgimento do epicótilo na superfície dos substratos, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O cálculo foi realizado de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRE (1962).

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn \quad \text{eq. 03}$$

Em que: IVE - Índice de velocidade de emergência; E1, E2 e En - número de plântulas normais computadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2 e Nn - número de dias após a implantação do teste.

O tempo médio de emergência (TME) foi calculado de acordo com (LABOURIAU, 1979):

$$TME = \Sigma (Ni/Ti) / \Sigma Ni \quad \text{eq. 04}$$

Em que: TME - tempo médio de emergência; Ni - número de sementes emergidas no i-ésimo dia; Ti - tempo (dias).

A variável porcentagem de plantas sobreviventes (%SOB) foi calculada de acordo, com a fórmula:

$$\%SOB = (Ni \times 100) / Nc \quad \text{eq. 05}$$

Onde: SOB – sobrevivência de plantas (%); Ni – número de plantas que sobreviveram ao i-ésimo dia; Nc – número de sementes postas para germinar em cada repetição.

A avaliação final do ensaio ocorreu no dia 01 de dezembro de 2016, aos 25 dias após a semeadura. No desenvolvimento inicial, as variáveis analisadas foram: o número de folhas (NF) foi obtido na avaliação final do ensaio, contando-se o número total de folhas por planta; altura da planta (AP) foi obtida por meio da mediação com régua do coleto ao ápice caulinar de cada planta; o diâmetro do caule (DC) foi realizado com o auxílio de paquímetro digital (Digimess®), medindo-se na região do coleto das plantas; o comprimento da raiz (CR) foi obtida pela medição com régua, do coleto ao final

da maior raiz. Depois de mensuradas tais variáveis, as plantas foram agrupadas por repetição, postas em sacos tipo Kraft e colocadas para secar em estufa a $105\pm 3^\circ\text{C}$, por 24 horas, com circulação forçada de ar (foram separados a parte aérea da raiz) podendo assim ser realizado posteriormente o peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR). Os resultados foram expressos em centímetros (cm) e milímetros (mm) e gramas (g), respectivamente.

O ensaio foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 5×2 , sendo cinco níveis de salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0 dS m^{-1}), e dois tipos de substratos (Argiloso e Arenoso) com quatro repetições de 18 sementes cada, caracterizando assim a unidade experimental.

Os dados obtidos foram tabulados em planilha eletrônica no programa Microsoft Excel[®]. Com as médias, realizou-se a Análise de Variância (ANOVA), pelo teste F, utilizando o programa estatístico R Development Core Team (2011), quando houve significância a comparação das médias dos tratamentos qualitativos foi realizada pelo teste de Scott-Knott, com nível de significância de 1,0% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão contidos os valores referentes ao resumo de análise de variância com os quadrados médios e CV (%) das seguintes variáveis: percentagem de emergência (%EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), sobrevivência de plantas (SOB), altura da planta (ALT), comprimento de raiz (CR), peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR) de plantas de feijão guandu submetidas a cinco níveis de salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1}) e dois substratos (argiloso e arenoso).

Tabela 1. Resumo de análise de variância com quadrados médios e CV(%) das variáveis de percentagem de emergência (%EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), sobrevivência de plantas (SOB), altura da planta (ALT), comprimento de raiz (CR), peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR) de plantas de feijão guandu submetidas em cinco níveis de salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m^{-1}) e dois substratos (Argiloso e Arenoso). IFCE – Campus de Sobral, 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios								
		%EME	IVE	TME	AP	DC	NF	CR	PSPA	PSR
Salinidade	4	3209,67**	378,91**	361,17**	59,92**	0,27**	3,83**	13,52**	0,71**	0,12**
Substrato	1	16670,88**	950,62**	87796**	10,0ns	0,36**	0,01ns	19,74**	0,15**	0,25**
Interação	4	109,80**	96,83*	93,05*	13,93*	0,28**	1,53**	5,52**	0,16**	0,095**
Resíduo	27	84,02	3,86	35,53	3,81	0,02	0,25	1,29	0,008	0,005
Total	39	36054,62	3958,21	3786,73	436,93	3,54	29,23	137,42	3,98	1,30
CV (%)	-	15,17	21,50	21,79	29,21	21,54	26,31	24,13	18,31	32,73

*, ns - valores significativos a 1,0% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F.

Da análise da Tabela 1, verifica-se que os tratamentos apresentaram efeito significativo ($p \leq 0,05$) para todas as variáveis analisadas, tanto para os efeitos principais (níveis de salinidade e substratos), como para a interação (níveis de salinidade x substratos). Em trabalhos realizados por Souza *et al.* (2007), avaliando a salinidade no desenvolvimento de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* Walp.) e

Santana *et al.* (2003) estudando o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), também encontraram resposta significativa em todas as características avaliadas para os tratamentos propostos.

Não só os tratamentos (níveis de sais e substratos) obtiveram respostas significativas isoladamente, mas também a interação entre esses dois fatores (F1 x F2) também apresentaram influência nas variáveis analisadas.

Para Van Der Moezel e Bell (1987), o NaCl afeta a germinação pelo efeito osmótico e/ou pelo efeito iônico, dificultando a absorção de água ou facilitando a penetração de íons nas células. Com a diminuição do potencial osmótico do solo, causado pelo estresse salino, as plantas têm uma maior dificuldade de absorver água e nutrientes, mesmo que o solo esteja aparentemente úmido. Consequentemente isso afetará seu metabolismo, podendo causar a uma queda de produção ou até mesmo a morte da cultura.

Na Figura 1 os dados referem-se à tendência da resposta das variáveis percentagem de emergência (%EMER) e sobrevivência de plantas (%SOB) em função dos níveis de salinidade (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) nos substratos (argiloso e arenoso).

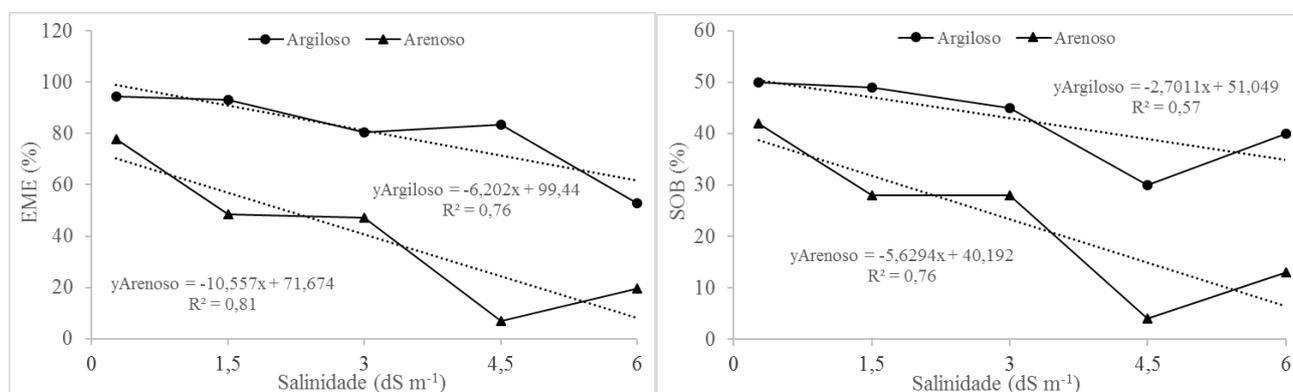


Figura 1. Gráficos apresentando resultados das variáveis emergência (EMER) e sobrevivência de plantas (SOB), em função dos níveis de salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e dos substratos (argiloso e arenoso) estudados. IFCE – Campus Sobral. Sobral - CE, 2019.

Para a variável percentagem de emergência se obteve maior número de plantas emergidas no substrato arenoso, com média de 58,3%, mostrando aumento do número de plantas em relação a todos os níveis de salinidade da água para o substrato argiloso. Porém em relação à sobrevivência de plantas nos níveis de salinidade, o resultado foi melhor para substrato argiloso. O solo arenoso contém na sua solução do solo uma quantidade de nutrientes menor do que em solos de caráter argiloso, salienta-se ainda que um solo argiloso tem uma maior capacidade de retenção de água, esses fatores podem ter influenciado nos resultados obtidos.

Ainda da análise da Figura 1, pode se perceber que os níveis de salinidade influenciaram na sobrevivência das plantas de feijão guandu ao final do ensaio para ambos os substratos (argiloso e arenoso) testados. À medida que o nível de salinidade aumentava o número de plantas sobreviventes diminuía, porém no nível 6,0 dSm⁻¹ houve um aumento em relação ao nível 4,5 dS m⁻¹, o que remete dizer que não foram somente os níveis de sais que influenciam nesse resultado, mas também algum outro fator externo pode ter influenciado para o aumento do número de plantas sobreviventes nesse nível (6,0 dS m⁻¹).

Segundo os limites de tolerância relativa das plantas aos sais proposto por Ayers e Westcot (1999) pode-se dizer que a espécie de feijão guandu cultivar BRS Mandarin mostrou comportamento moderadamente sensível á salinidade, pois germinou até o terceiro nível de 3,0 dS m⁻¹ de NaCl.

Observa-se em Lima *et al.* (2005) e Lima *et al.* (2007), os quais estudaram as culturas do arroz, feijão e algodão, respectivamente, observaram redução na germinação com o aumento dos níveis de salinidade.

Na Figura 2 os dados referem-se à tendência da resposta das variáveis de índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME), em função dos níveis de salinidade (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) nos substratos (argiloso e arenoso).

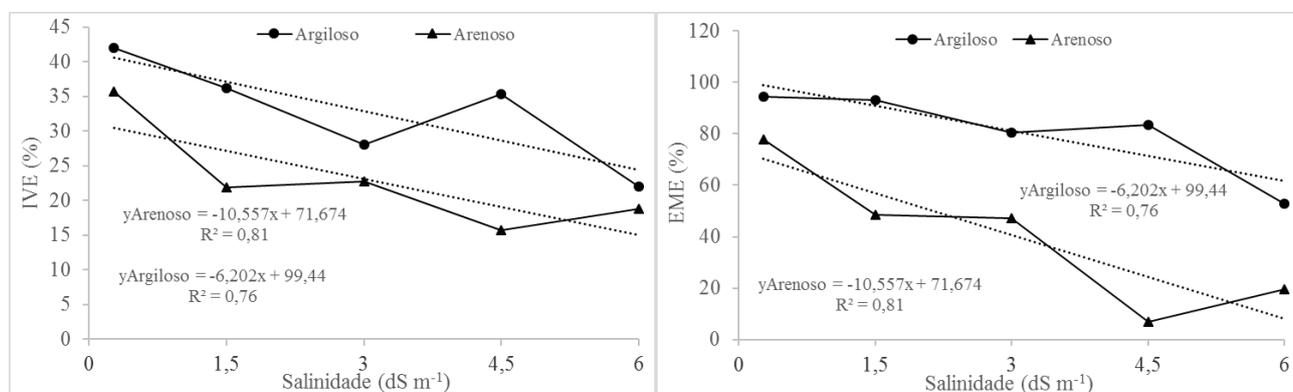


Figura 2. Gráficos apresentando resultados das variáveis de índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME), em função dos níveis de salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e substratos (argiloso e arenoso) estudados. IFCE – Campus Sobral. Sobral - CE, 2019.

A partir da análise da Figura 2, percebeu-se que o IVE e TME tiveram uma queda à medida que houve o acréscimo dos níveis de salinidade da água. Entre substratos também houve diferenças, mostrando maiores valores de IVE de 42,01 no substrato argiloso e 35,71 em arenoso, mesmo no nível de 0,0 dS m⁻¹. Para o TME o resultado foi semelhante, o substrato argiloso teve maior resultado em relação ao substrato arenoso no mesmo nível de salinidade da água, de 0,0 dS m⁻¹.

Segundo Nobre *et al.* (2003) a salinidade pode diminuir significativamente a velocidade de emergência das plântulas. Tal efeito pode ser observado no presente trabalho. Em outro trabalho, Dan *et al.* (2010), observaram que a velocidade de germinação é um fator preponderante para um rápido estabelecimento das plântulas em condições de campo. Plântulas com maior IVG possuem maior desempenho e, conseqüentemente, maior capacidade de resistir a estresses que porventura possam interferir no crescimento e no desenvolvimento da planta.

Na Figura 3 os dados referem-se à tendência da resposta das variáveis altura da planta (AP) e número de folhas (NF) em função dos níveis de salinidade (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) nos substratos (argiloso e arenoso).

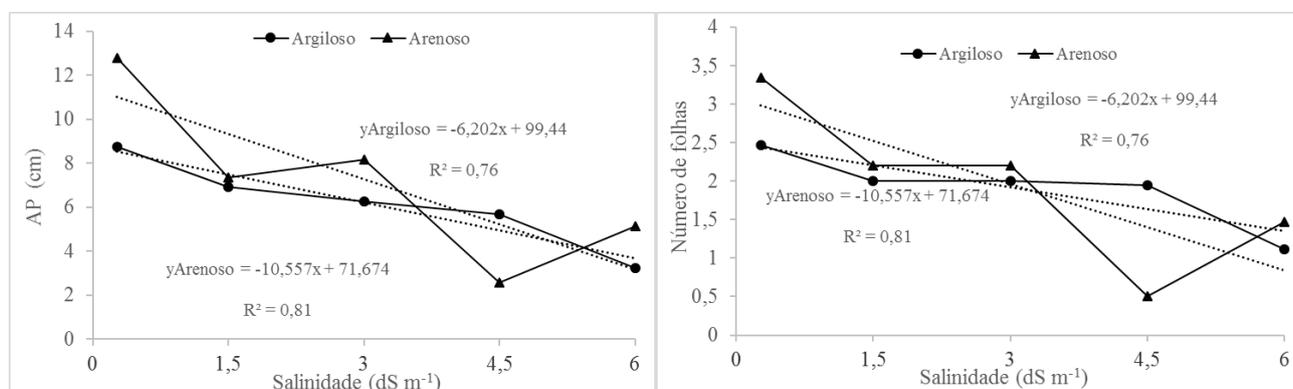


Figura 3. Gráficos apresentando resultados das variáveis altura da planta (AP) e número de folhas (NF), em função dos níveis de salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e substratos (argiloso e arenoso) estudados. IFCE – Campus Sobral. Sobral - CE, 2019.

De acordo com a Figura 3 as variáveis, altura de planta (AP) e número de folhas (NF) mostraram oscilação entre os níveis de salinidade, o que mostra que existiu outros fatores além dos utilizados que foram responsáveis por esse acréscimo entre os níveis mais altos, já que a hipótese seria que à medida que essas concentrações aumentassem as variáveis seriam influenciadas de maneira decrescente. Entre os substratos as mesmas mostraram diferenças, mostrando que para o solo arenoso, ambas as variáveis tiveram resultados melhores apresentados pela planta.

Ribeiro *et al.* (2016), trabalhando com maracujá-amarelo sob estresse salino em diferentes substratos pode observar que a emergência das sementes de maracujazeiro-amarelo não foi influenciada pelos substratos avaliados. O que difere dos resultados encontrados no presente trabalho, onde houve diferenças na emergência e desenvolvimento das plantas em função dos substratos utilizados.

Trabalhos realizados com outras culturas também demonstram o efeito da salinidade sobre o número de folhas. Oliveira *et al.* (2006) constataram redução no número de folhas em mamoneira e Oliveira *et al.* (2007) na cultura do milho pipoca para o híbrido ‘Jade’.

Segundo Santos (2014), a salinidade da água de irrigação causou efeito negativo no crescimento da *Crotalaria spectabilis*, aos 40 dias, a partir da condutividade elétrica de 2,4 dS m⁻¹. Já avaliando a espécie *C. juncea*, o mesmo autor constatou que os níveis de salinidade da água de irrigação utilizados não interferiram no crescimento da *C. juncea* até a condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹ no mesmo de dias que a *C. spectabilis*.

Na Figura 4 os dados referem-se à tendência da resposta das variáveis de diâmetro do caule (DC) e comprimento de raiz (CR) em função dos níveis de salinidade (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) nos substratos (argiloso e arenoso).

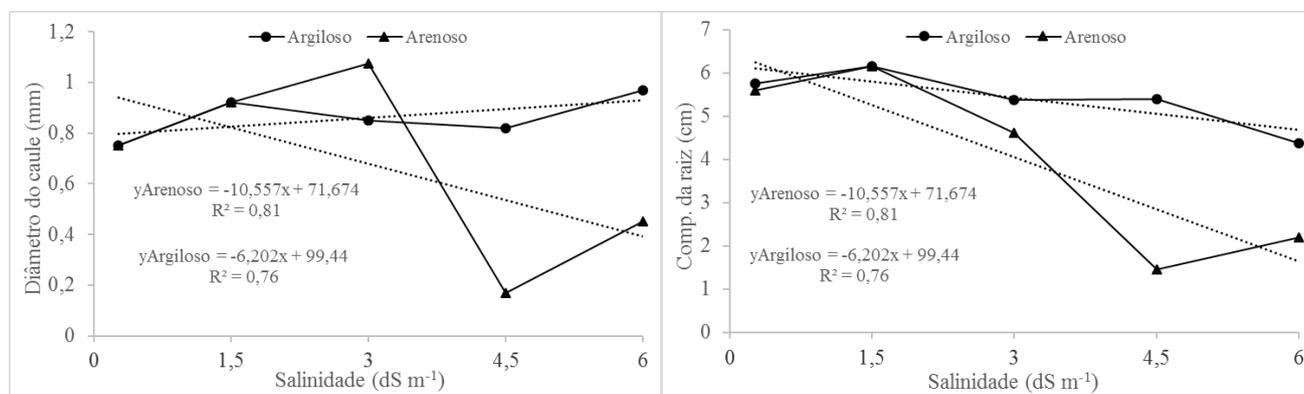


Figura 4. Gráficos apresentando resultados das variáveis de diâmetro do caule (DC) e comprimento da raiz (CR), em função dos níveis de salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e substratos (argiloso e arenoso) estudados. IFCE – Campus Sobral. Sobral - CE, 2019.

Os resultados em forma de gráficos para a variável DC, expressos na Figura 4, mostraram um aumento nos valores das médias do nível 0,0 ao nível 1,5 dS m⁻¹ e do nível 4,5 a 6,0 dS m⁻¹. Havendo uma queda somente entre os níveis 1,5 a 3,0 dS m⁻¹, isso para os dois substratos utilizados (argiloso e arenoso). Esse resultado pode ser acompanhado de perto na avaliação final do experimento. Em alguns níveis de salinidade, principalmente no de 6,0 dS m⁻¹ foi possível observar que o desenvolvimento da planta era prejudicado e que o seu caule se mostrava mais grosso do que os demais, porém a parte aérea não conseguia se desenvolver satisfatoriamente. Tal comportamento pode ser justificado por efeitos tóxicos causados pelos sais na solução do solo.

Os efeitos tóxicos acontecem quando as plantas absorvem os sais do solo, juntamente com a água, permitindo que haja toxidez na planta por excesso de sais absorvidos. Este excesso promove, então, desbalanceamento e danos ao citoplasma, resultando em danos principalmente na bordadura e no ápice das folhas, a partir de onde a planta perde, por transpiração, quase que tão somente água havendo, nessas regiões, o acúmulo do sal transportado do solo para a planta e, obviamente, intenso toxidez de sais. Os problemas de toxidez nas plantas frequentemente acompanham ou complicam os de salinidade ou permeabilidade, podendo surgir mesmo quando a salinidade for baixa (DIAS *et al.*, 2010).

Na Figura 5 os dados referem-se à tendência da resposta das variáveis de peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR) em função dos níveis de salinidade (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) nos substratos (argiloso e arenoso).

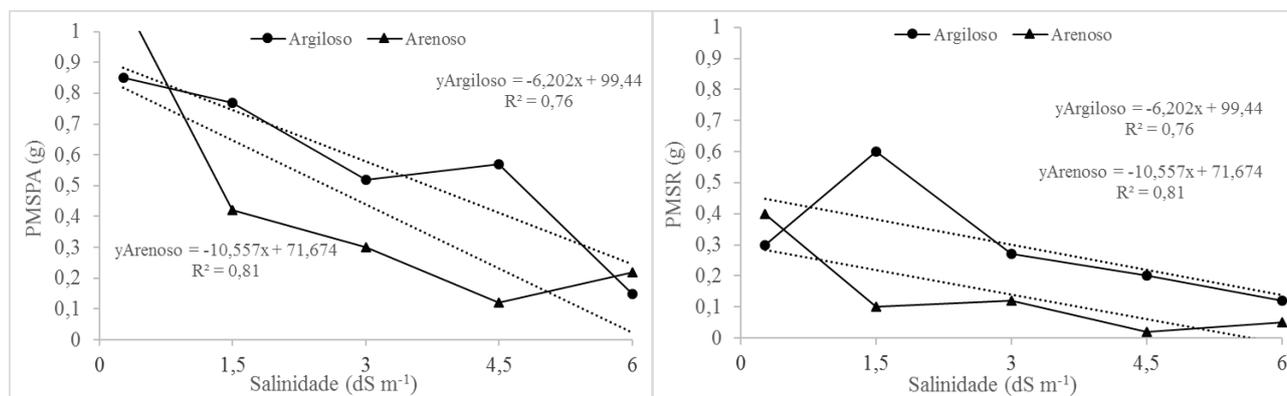


Figura 5. Gráficos apresentando resultados das médias de cada substrato (argiloso e arenoso) em função de níveis de Salinidade (0,27; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) sobre as variáveis peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco da raiz (PSR). IFCE – Campus Sobral. Sobral - CE, 2019.

Em relação aos efeitos causados no desenvolvimento da parte aérea, os níveis de salinidade influenciaram no crescimento e desenvolvimento dessas variáveis, mostrando que houve influência dos níveis de salinidade e respostas diferentes entre os substratos utilizados no presente trabalho. Já Coelho *et al.* (2014), trabalhando com variedades de sorgo forrageiro submetidas a estresse salino encontrou resultados onde os níveis de salinidade entre 3,0 e 5,0 dS m⁻¹ favoreceram o crescimento da parte aérea e das raízes das plântulas, o que demonstrou boa tolerância à salinidade das variedades avaliadas.

Segundo Fageria *et al.* (2010), a parte aérea é a mais sensível a toxidez de salinidade do que o sistema radicular, tanto em experimentos de longa e curta duração, enquanto Araújo *et al.* (2016), acompanhou o crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água e constatou que o aumento da salinidade da água de irrigação inibiu o crescimento e o acúmulo de massa das plantas.

Nos últimos anos, devido à baixa uniformidade das precipitações no Nordeste, e a falta de recarga nos reservatórios, o uso de águas com qualidade inferior na agricultura tende a aumentar e poderá causar problemas para a produção agrícola, caso não haja conhecimento sobre quais culturas podem vir a ser utilizadas e até que ponto o solo suporta sem que ocorram maiores perturbações. Ainda assim, o uso de culturas que tolerem níveis de salinidade e que conseguem produzir em ambientes com condições adversas poderá ser um trunfo para a produção agrícola na região semiárida cearense, podendo atuar como uma alternativa para o aproveitamento de água de qualidade inferior e propondo também o cultivo de culturas e cultivares que tolerem a presença de sais.

Conclusões

De acordo com os resultados observados e analisados no presente trabalho, constatou-se que:

As sementes de feijão guandu cultivar BRS Mandarin germinam normalmente até o nível de salinidade de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, comportando-se como uma planta moderadamente tolerante à salinidade.

As plantas de feijão guandu cultivar BRS Mandarin, apresentam maior porcentagem de emergência sob estresse salino no substrato arenoso (58% na concentração de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$) e maior taxa de sobrevivência (44%) nos maiores níveis de salinidade no solo argiloso.

O feijão guandu cultivar BRS Mandarin pode ser cultivado empregando-se no manejo da irrigação, água de qualidade inferior, desde que a mesma não ultrapasse aos $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ e em solo arenoso, pois o mesmo não consegue reter muita quantidade de sais na solução do solo por conta da sua elevada capacidade de lixiviação.

Agradecimentos

Os autores agradecem a EMBRAPA Ovinos e Caprinos pela doação das sementes para a realização desta pesquisa e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, IFCE – Campus Sobral por oportunizar aos os espaços para o desenvolvimento de pesquisas e a PRPI pela Concessão de Bolsa de Iniciação Científica, pelo Programa PROAPP.

Referências bibliográficas

- A. A. RIBEIRO, F. J. C. MOREIRA, M. SEABRA FILHO e A. S. MENEZES. Emergência do maracujazeiro-amarelo sob estresse salino em diferentes substratos. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, UNESP, Tupã, SP, Brasil. v.10, n.1, p.27-36, 2016.
- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. DE M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728. 2013.
- ARAUJO, E. B. G.; SÁ, F. V DA SILVA.; OLIVEIRA, F. A. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v.11, n.2, p.463-471. 2016.
- ASHRAF, M. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. **Flora**, v. 199, p. 361-376, 2004.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, FAO. 153p. 1999.
- AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão Guandu: Uma planta multiuso. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 2, p.81-86, jul./dez. 2007.
- BONAMIGO, L. A. **Recuperação de pastagens com guandu em sistema de plantio direto**. Informações Agrônomicas nº 88, 8p, (Encarte Técnico Potafos). 1999.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA. Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 395p. 2009.

- BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S.; SOARES FILHO, W. S.; SANTOS, R. T. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.17-27. 2014.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.615-621, 2005.
- DAN, L. G. de M.; DAN, H. de A.; BARROSO, A. L. de L.; BRACCINI, A. de L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n.2, p. 131-139. 2010.
- DIAS, N. DA S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; SOUSA NETO, O. N.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.755-761, 2010.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta. 403p, 2006.
- FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C. **Algumas espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio recomendadas para revegetação de áreas degradadas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 8p. (Recomendação Técnica, 7). 2000.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I. B.; PINÃ-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, p.137-174. 1993.
- FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v.78, p.15-24, 2005.
- FONTENELE, A.C. F.; ARAGÃO, W. M.; RANGEL III, J. H. A.; ALMEIDA, S. A. Leguminosas tropicais: *Desmanthus virgatus* (L.) Willd. uma forrageira promissora. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.1-4, p.121-123, 2009.
- FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: INCAPER, 27p. 2008.
- FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. In: NOVAIS, R. F.; et al. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.929-954. 2007.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, p.174-186. 1976.
- LIMA, L. H. M.; MENESES, C. H. S. G.; LIMA, M. M. A.; FERNANDES, P. D.; PEREIRA, W. E.; BRUNO, R. L. A.; VIDAL, M. S. **Avaliação fisiológica de sementes de algodão sob estresse salino**. In: Congresso Brasileiro do Algodão, Uberlândia. Anais... Uberlândia: UFU, 2007.1 CD-ROM. 2007.
- LIMA, M. G. S.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; ABREU, C. M. Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.54-61, 2005.
- 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**, v.30, n.3, p.079-085, 2008.
- MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPQC, 4p, (Comunicado Técnico, 62). 2000.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, jan./feb. p.176-177. 1962.

- MOREIRA, F. J. C.; ALBUQUERQUE, A. M. de, ALMEIDA, B. K. da S.; SOUZA, I. M. de, ARAÚJO, B. de A.; GUEDES, F. L. Reação de genótipos de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) ao nematoide das galhas (*Meloidogyne enterolobii*). **Summa Phytopathologica**, v.44, n.4, p.380-385. 2018. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/170978>.
- NAND K. FAGERIA *et al.* **Manejo da salinidade na agricultura**: estudo básico e aplicado. Fortaleza, INCT Sal. cap. 13. p.2016-2018. 2010.
- NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F. Avaliação quantitativa e qualitativa da fitomassa de leguminosas para o uso como cobertura de solos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p.947-949, 2004.
- NOBRE R. G.; FERNANDES P. D.; GHEYI H. R.; SANTOS F. J. de S.; BEZERRA, I. L.; GURGEL M. T. Germinação e formação de mudas enxertadas de gravioleira sob estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.38, n.12, p.1365-1371, dez. 2003.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; LIMA, C. J. G. S.; GALVÃO. D.C. Desenvolvimento inicial do milho-pipoca 'Jade' irrigado com água de diferentes níveis de salinidade. **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, Mossoró, v.2, n.1, p.45-52, 2007.
- OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; GUIMARÃES, I. P. Efeito de diferentes teores de esterco bovino e níveis de salinidade no crescimento inicial da mamoneira (*Ricinus communis*). **Revista Verde de Agroecologia e Agricultura Sustentável**, Mossoró, v.1. n.1, p.68-74, 2006.
- PARDO, J. M. **Biotechnology of water and salinity stress tolerance**. Current Opinion in Biotechnology, v.21, p.185-196, 2010.
- PIRES, F. R.; PROCÓPIO, S. O.; SOUZA, C. M.; SANTOS, J. B.; SILVA, G. P. Adubos verdes na fitorremediação de solos contaminados com o herbicida tebuthiuron. Mossoró, **Caatinga**, v.19, n.1, p.92-97, 2006.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 289p. 1985.
- RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S. **Química dos solos salinos e sódicos**. IN: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. (ed). In: Química e mineralogia do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. v.2., cap.19, p.449- 484, 2009.
- SÁ, F. V. S., BRITO, M. E. B., MELO, A. S., ANTÔNIO NETO, P., FERNANDES, P. D., FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.17, n.10, p.1047-1054. 2013.
- SANTANA, M. J.; CARVALHO, J. A.; ANDRADE, M. J. B.; SILVA, E. L. Desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. ESAL 686) sob irrigação com água salina. **Irriga**, Botucatu, v.8, n.1, p.29-36, 2003.
- SANTOS, R. A; CARNEIRO, P. T; SANTOS, V. R. et al. Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.18, n.12, p.1255-1261, 2014.
- SOUSA, R. A.; LACERDA, C. F.; AMARO FILHO, J.; HERNANDEZ, F. F. F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.2, n.1, p.75-82, 2007.
- SOUZA, V. C. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil. 2º ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.
- VAN DER MOEZEL, P. G.; BELL, D. T. The effect of salinity on the germination of some Western Australian *Eucalyptus* and *Melaleuca* species. **Seed Science & Technology**, v.15, n.1, p.239-246, 1987.

Recebido em 17 de junho de 2019

Aceito em 3 de julho de 2019