

CRESCIMENTO DO PINHÃO-MANSO SOB DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE E SILÍCIO¹

GENELICIO SOUZA CARVALHO JUNIOR^{2*}, MARIA SUELI ROCHA LIMA³, MARIA DO SOCORRO ROCHA⁴,
NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO BELTRÃO⁵, KLERISSON VIDAL DE NEGREIROS⁶

RESUMO - O uso do silício no cultivo de plantas é uma das estratégias utilizadas para reduzir os efeitos negativos da salinidade do solo. Objetivou-se com este trabalho avaliar a influencia do silício sobre a minimização dos impactos negativos da salinidade da água de irrigação no crescimento vegetativo de plantas de pinhão-manso. O experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, em delineamento experimental inteiramente casualizado e tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 4 x 6, composto por quatro níveis de salinidade da água de irrigação (0,43; 2,5; 5,0; e 7,5 d Sm⁻¹), quatro níveis de silício (0; 221,76; 443,52; e 665,28 mg L⁻¹) e seis épocas de avaliação (40, 55, 70, 85, 100 e 115 dias após a emergência) com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F e regressão polinomial a 0.05% de significância. A altura planta⁻¹, diâmetro caulinar planta⁻¹, número de folhas planta⁻¹, área foliar planta⁻¹ e massa seca total planta⁻¹, massas secas da parte aérea planta⁻¹ e das raízes planta⁻¹ do pinhão-manso não foram afetadas pela salinidade da água aos 115 dias após a semeadura. Dentre as variáveis de crescimento somente o número de folhas e área foliar foram influenciado pelo silício.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L.. Estresse salino. Qualidade da água.

JATROPHA CURCAS GROWTH ON DIFFERENT LEVELS OF SALINITY AND SILICON

ABSTRACT - The use of Silicon on the plants cultivation is one the most used strategy in order to reduce the negative effects of soils salinity. The goal of this work is to evaluate the influence of Silicon on minimizing the negative impacts due to salinity of irrigation water in the *Jatropha curcas* plants growth. The experiment was carried out at the National Center of Cotton Research, in a completely randomized design and treatments arranged in a factorial 4 x 4 x 6, performed by four levels of salinity of irrigation water (0,43; 2,5; 5,0; and 7,5 dS m⁻¹), four levels of Silicon (0; 221,76; 443,52; and 665,28 mg L⁻¹) and six evaluation periods (40, 55, 70, 85, 100 and 115 days from emergence) with three replications. The analysis of variance, the F test and the polynomial regression to 0.05% significance were used to evaluate the data. height plant, diameter stem plant, number of plant leaves, leaves plant area, total dry matter, dry matter roots plants e dry mass stem plants, dry mass of shoots and roots of *Jatropha curcas* were not affected by salinity of water at 115 days after sowing. The leaves number and leaf area were influenced by Silicon.

Keywords: *Ricinus communis* L.. Salt stress. Water quality.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 31/08/2012; aceito em 21/08/2014.

²Biologo Universidade Estadual da Paraíba/UEPB, Campina Grande, PB, carvalhogenelicio@yahoo.com.br.

³Mestre em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba/UFPB, Areia-PB, mariasuelirocha@hotmail.com.

⁴Pós Dr^a em Agronomia, UEPB, Areia, PB, marialirium@hotmail.com.

⁵In memoriam, Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Campina Grande, PB, chgeral@cpna.embrapa.br.

INTRODUÇÃO

O Pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa perene pertencente à família Euphorbiaceas, originária possivelmente das Américas central ou do sul, explorada comercialmente especialmente na China e na Índia (Ásia), Continente Africano, América Central e do sul (DIAS et al., 2012; FERNANDES et al., 2013). Por concentrar teor de óleo em suas sementes, variando entre 25 e 30% (BOBADE et al., 2013), esta oleaginosa se apresenta como uma boa opção para produção de Biodiesel (DIAS et al., 2012; BOBADE et al., 2013). Porém, a produção de sementes obtida desta oleaginosa para atender a demanda de óleo para a indústria de produção do Biodiesel ainda é insuficiente.

Atualmente o interesse pelo cultivo do pinhão-manso originou-se a partir da implantação do Plano Nacional de Produção de Biodiesel (NERY et al., 2009; ANDRÉO-SOUZA et al., 2010). O cultivo dessa planta pode se tornar uma opção agrícola pela melhoria de condições de vidas dos agricultores familiares da região semiárida, devido à disponibilidade de mão de obra familiar, representando assim um importante papel socioambiental e econômico.

A salinidade influencia negativamente uma série de processos fisiológicos do crescimento e desenvolvimento em plantas de pinhão-manso, incluindo características como: altura de planta⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2010; PATEL et al., 2010), diâmetro caulinar planta⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2010; SOUSA et al., 2011), comprimento das raízes planta⁻¹ (PATEL et al., 2010), número de folhas planta⁻¹ e área foliar planta⁻¹ (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2010), massa seca planta⁻¹, massa seca caulinar planta⁻¹ e massa seca planta inteira planta⁻¹ (PATEL et al., 2010). Têm-se observado também que a salinidade provoca uma redução no teor e potencial de água nos tecidos, resultando em uma maior escassez de água interna para as plantas (PATEL et al., 2010), influenciando na produção de sementes de pinhão manso (ANDRÉO-SOUZA et al., 2010).

Para minimizar os efeitos negativos da salinidade do solo, o uso de silício (Si) é uma das estratégias que tem se expandindo nas últimas décadas (SIVANESAN et al., 2011). De acordo com Hussein et al. (2013) a aplicação de Si em conjunto com o sódio promoveu incrementos positivos sobre as variáveis de crescimento em plantas de *Moringa* (*Moringa oleifera* Lam.). Para a cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) a aplicação de 150 mg L⁻¹ de Si promoveu alívio sobre os efeitos negativos da salinidade do solo aos 32 dias após o transplantio das plantas em casa de vegetação (ALI et al., 2009). Em plantas de milho (*Zea mays* L.) Lima et al. (2011), constataram que a aplicação de 1 mM Si em conjunto com a água salina, com 100 mM de condutividade elétrica promoveram aumentos consideráveis sobre o crescimento.

Apesar do conhecimento de que o Si é um

mineral que pode minimizar os efeitos deletérios da salinidade sobre o crescimento e desenvolvimento produtivo das culturas, são poucas as informações concernentes aos efeitos positivos da aplicação do Si sobre a alívio dos efeitos negativos da salinidade do solo cultivado com pinhão-manso.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência do silício sobre a minimização dos impactos negativos da salinidade da água de irrigação no crescimento vegetativo de plantas de pinhão-manso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período compreendido entre os meses de maio e setembro de 2011, no Centro Nacional de Pesquisa de Algodão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão), situada em Campina Grande (PB), latitude de 7°13'11" Sul e 35°52'31" Oeste. Segundo a classificação climática de Köppen, o local do estudo é caracterizado pelo clima do tipo As, (quente e úmido com chuva de outono-inverno). O período chuvoso está situado entre os meses de abril a julho e a precipitação pluviométrica em média 800 mm (1974-2004). A temperatura máxima média anual é em torno de 28,7 °C e a mínima de 19,8 °C, variando pouco ao longo do ano.

Durante o período da condução do experimento foi quantificada diariamente por meio de termohigrógrafo a temperatura máxima (Temp. máxima), média (Temp. média) e mínima (Temp. mínima) e a umidade relativa do ar (UR) no interior da casa de vegetação (Figura 1).

Utilizou-se como substrato de cultivo solo classificado como Neossolo Regolítico e textura franca arenosa com as seguintes características físico-químicas: Areia= 81,44 g kg⁻¹; Silte= 13,79 g kg⁻¹; Argila= 4,77 g kg⁻¹; Densidade do solo= 1,52 kg dm⁻³; Densidade das partículas= 2,85 kg dm⁻³; Porosidade= 46,67 %; Umidade natural= 0,30 g kg⁻¹; H₂O= 1,43 g kg⁻¹. Atributos químicos: pH em H₂O= 5,1; MO= 3,6 g kg⁻¹; H+Al= 28,9 mmol_c dm⁻³; Al= 5,0 mmol_c dm⁻³; P= 0,3 mg kg⁻¹; K= 0,5 mmol_c dm⁻³; Na= 0,4 mmol_c dm⁻³; Mg= 6,5 mmol_c dm⁻³; SB= 11,1 mmol_c dm⁻³; CTC= 40 mmol_c dm⁻³; V%= 28 %. Esterco bovino: N= 7,8 g; p= 8,7 g; K= 3,3 g; Ca= 3,1 g e Mg= 1,8 g. O solo foi misturado ao esterco bovino numa proporção de 2:1 e distribuído em recipientes plásticos com capacidade para 20 L.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 4 x 4 x 6, composto por quatro níveis de salinidade da água de irrigação (cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de potássio) (0,43; 2,5; 5,0 e 7,5 dS m⁻¹), quatro níveis de silício (0; 221,76; 443,52 e 665,28 mg L⁻¹), e seis épocas de avaliação (40, 55, 70, 85, 100 e 115 DAE) com três repetições. A unidade experimental foi constituída de um vaso de material orgânico polimé-

rico sintético com volume de 20 L.

A fonte de silício utilizada foi o produto comercial Sifol® (Silício Foliar) com as seguintes características: Silício (Si) = 12%; Potássio (KO) =

15%; Índice salino = 26; Condutividade elétrica = 1,93 dS m⁻¹; Densidade = 1,40 g L⁻¹; pH = 10,96; Natureza física = Fluido. As concentrações de silício foram obtidas por meio da diluição de Sifol® em

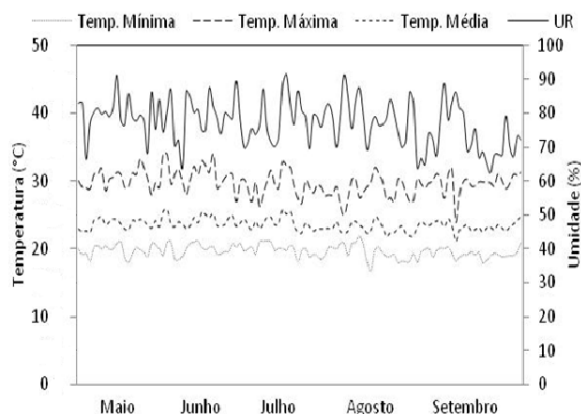


Figura 1. Temperaturas máxima (Temp. máxima), média (Temp. média) mínima (Temp. mínima) (°C) e umidade relativa do ar (UR) (%) no interior da casa de vegetação, durante o período de condução do experimento. Campina Grande (PB), 2011

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram obtidos com o uso de condutivímetro de bancada (MB11, MS Techonopon®) através da calibração da solução de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e cloreto de potássio, onde, foram misturados com a água das chuvas armazenadas em cisterna, para serem aplicada via solo diariamente de acordo com as necessidades das plantas.

Foram utilizadas sementes de pinhão-manso provenientes do banco de germoplasma pertencente a Embrapa Algodão, os quais foram previamente tratadas com o fungicida (vitavax-thiram 200 sc) para eliminação de agentes patogênicos. A semeadura foi realizada com o substrato próximo a capacidade de campo (CC) semeando-se três sementes por unidade experimental em profundidade padrão de três centímetros. Transcorridos 30 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste onde preferencialmente a planta mais vigorosa permaneceu para constituição da unidade experimental.

Aos 45 DAS, considerando-se esse tempo suficiente para estabelecimento das plantas, foi iniciada a irrigação com as concentrações salinas correspondentes aos respectivos tratamentos. A reposição da água evapotranspirada foi realizada mediante necessidade hídrica da cultura, com auxílio de proveta graduada em milímetros, as plantas foram irrigadas diariamente.

A aplicação do silício foliar se deu mediante pulverização direcionada nas faces abaxiais e adaxiais das folhas do pinhão-manso. Para melhor eficiência de absorção do silício na superfície foliar, utilizou-se surfactante na solução de pulverização (SÁVIO et al., 2011). Para a pulverização foliar, utilizou-se pulverizador manual de compressão previa com tanque em polietileno de alta massa molar, com capacidade volumétrica de 3 L e bomba tipo pistão com diâmetro do bico de 34 mm.

No estudo do crescimento, de coleta de dados não destrutiva, avaliaram-se as seguintes variáveis: altura de planta⁻¹ (AP) (cm), diâmetro caulinar planta⁻¹ (DC) (mm), número de folhas planta⁻¹ (NF) e área foliar planta⁻¹ (AF) (cm²), e a massa seca da parte área planta⁻¹ (MSPA) (g), massa seca das raízes planta⁻¹ (MSR) (g) e massa seca total planta⁻¹ (MST) (g). Foram realizadas seis avaliações, respectivamente aos 40, 55, 70, 85, 100 e 115 DAS para a (AP, DM, NF e AF), e aos 115 DAS, e uma coletas de (MST, MSPA e MSR).

A altura da planta⁻¹ foi determinada na região compreendida entre o nível do solo e o meristema apical da haste principal, com o auxílio de trena. O número de folhas planta⁻¹ foi determinado pela contagem direta. A área foliar foi definida medindo-se todas as folhas completamente expandidas de três plantas por parcela, e foi determinada pela equação $A=0,84*(P+L)*0,99$, indicada por Severino (2004), em que A corresponde à área foliar planta⁻¹ em cm² e P, comprimento e L à largura da folha, que foi obtida com uma régua graduada em centímetros.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), teste F e regressão polinomial a 0.05% de significância, segundo recomendações de Santos et al. (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral verificou-se diferenças significativas ao nível de 0.05% de probabilidade para os fatores: salinidade, silício e épocas, para todas as variáveis estudadas, a exceção da altura de planta⁻¹ (AP) e diâmetro caulinar planta⁻¹ (DC) para o fator Si. Para as interações salinidade x épocas constatou-se diferenças significativas ao nível de 0.05% de probabilidade para o diâmetro caulinar (DC) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância (quadrados médios) para altura de planta⁻¹ (AP), diâmetro caulinar planta⁻¹ (DC), número de folhas planta⁻¹ (NF), área foliar planta⁻¹ (AF) em plantas de pinhão-manso cultivadas em função da aplicação de níveis de salinidade e silício, e diferentes épocas. Campina Grande, PB, 2011.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio			
		AP	DC	NF	AF
Salinidade (SAL)	3	6289,76**	1603,30**	798,18**	495547,09**
Silício (SI)	3	76,29 ^{ns}	21,08 ^{ns}	222,51**	49592,24**
Épocas (EP)	5	5949,01**	2489,95**	1267,32**	490799,28**
SAL*SI	9	73,917 ^{ns}	12,55 ^{ns}	36,07 ^{ns}	13483,71 ^{ns}
SAL*EP	15	35,52 ^{ns}	18,58**	31,26 ^{ns}	12453,21 ^{ns}
SI*EP	15	17,369 ^{ns}	1,136 ^{ns}	10,60 ^{ns}	2217,55 ^{ns}
SAL*SI*EP	45	16,06 ^{ns}	2,20 ^{ns}	11,05 ^{ns}	1758,96 ^{ns}
Resíduo	192	49,97	8,328	42,23 ^{ns}	12949,43 ^{ns}
CV (%)	-	21,03	13,56	48,10 ^{ns}	41,40 ^{ns}

** significativo ao nível de 0.01 de probabilidade; * significativo ao nível de 0.05 de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A massa seca da parte aérea planta⁻¹ (MSPA), a massa seca das raízes planta⁻¹ (MSR) e a massa seca total planta⁻¹ (MST) em plantas de pinhão-manso submetido a diferentes níveis de salinidade apresentaram diferenças significativas ao nível de 0.05% de probabilidade aos 115 DAS (Tabela 2). Resultados simila-

res foram verificados para esta cultura por Patel et al.; 2010, os quais confirmam que a medida que se incrementam os teores de sódio na solução do solo, ocorre redução considerável sobre o crescimento vegetativo desta oleaginosa.

Tabela 2. Resumo da análise de variância (quadrados médios) para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST) em plantas de pinhão-manso cultivadas em função da aplicação de níveis de salinidade e silício. Campina Grande, PB, 2011.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio		
		MSPA	MSR	MST
Salinidade (Sal)	3	1837, 74**	205, 74**	3257, 43**
Silício (Si)	3	65, 83 ^{ns}	12, 59 ^{ns}	32, 22 ^{ns}
Sal X Si	9	171, 06 ^{ns}	8, 13 ^{ns}	238, 02 ^{ns}
Resíduo	32	250, 86	16,34	379, 42
C.V %	-	32, 73	37, 13	32, 86

** significativo ao nível de 0.01 de probabilidade; * significativo ao nível de 0.05 de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A altura de planta⁻¹ (AP) foi influenciada positivamente pela aplicação dos níveis de salinidade (Figura 2A). De acordo com a tabela 2 constata-se que não houve efeito interativo entre os fatores salinidade e silício para as variáveis AP, NF e AF. Observa-se resposta linear para esta variável constatando-se que à medida que se aumentou os níveis de salinidade da água de irrigação ocorreu aumento sobre a altura da planta⁻¹. O menor (23,23 cm) e maior valor (44,63 cm) da altura de planta⁻¹, foram constatados quando aplicaram o menor (0,43 dS m⁻¹) e o maior nível de salinidade (7,5 dS m⁻¹), entretanto, observou-se aumento linear 44,88 % entre o menor (0,43 dS m⁻¹) e maior (7,5 dS m⁻¹) de nível de salinidade estudado. De acordo com estes resultados observa-se que a salinidade da água de irrigação não promoveu efeitos negativos sobre esta variável. Resultados opostos foram observados por Patel et al. (2009), os quais verificaram que a partir do nível 3,9 d Sm⁻¹ de salinidade da água redução ocorreu redução para a altura da planta⁻¹.

O número de folhas planta⁻¹ (NF) variou entre 10; 12; 15 e 17 valores obtidos quando as plantas foram

cultivadas nas salinidades de 0,43; 2,5; 5,0 e 7,5 dS m⁻¹ (Figura 2B). De forma similar observa-se que a área foliar planta⁻¹ (AF) (Figura 2C) também apresentou variações entre os respectivos níveis de salinidades obtendo-se plantas com área foliar planta⁻¹ de 184,95; 239,24; 304,80 e 370,37 cm², a área foliar planta⁻¹ é uma das características mais importantes na análise de crescimento, pois reflete os resultados da aplicação de determinado tratamento. Conforme observado para a altura de planta⁻¹, o número de folhas planta⁻¹ e a área foliar planta⁻¹ também foram influenciados positivamente pela salinidade, indicando que até o nível de 7,5 dS m⁻¹ o pinhão-manso apresenta tolerância ao estresse salino. Resultados opostos foram constatados por (NERY et al.; 2009; ANDRÉO-SOUZA et al., 2010; OLIVEIRA et al. 2010; SOUSA et al.; 2011) os quais verificaram que a aplicação de salinidade da água reduziu a altura de planta⁻¹, diâmetro caulinar planta⁻¹, número de folhas planta⁻¹ e área foliar planta⁻¹.

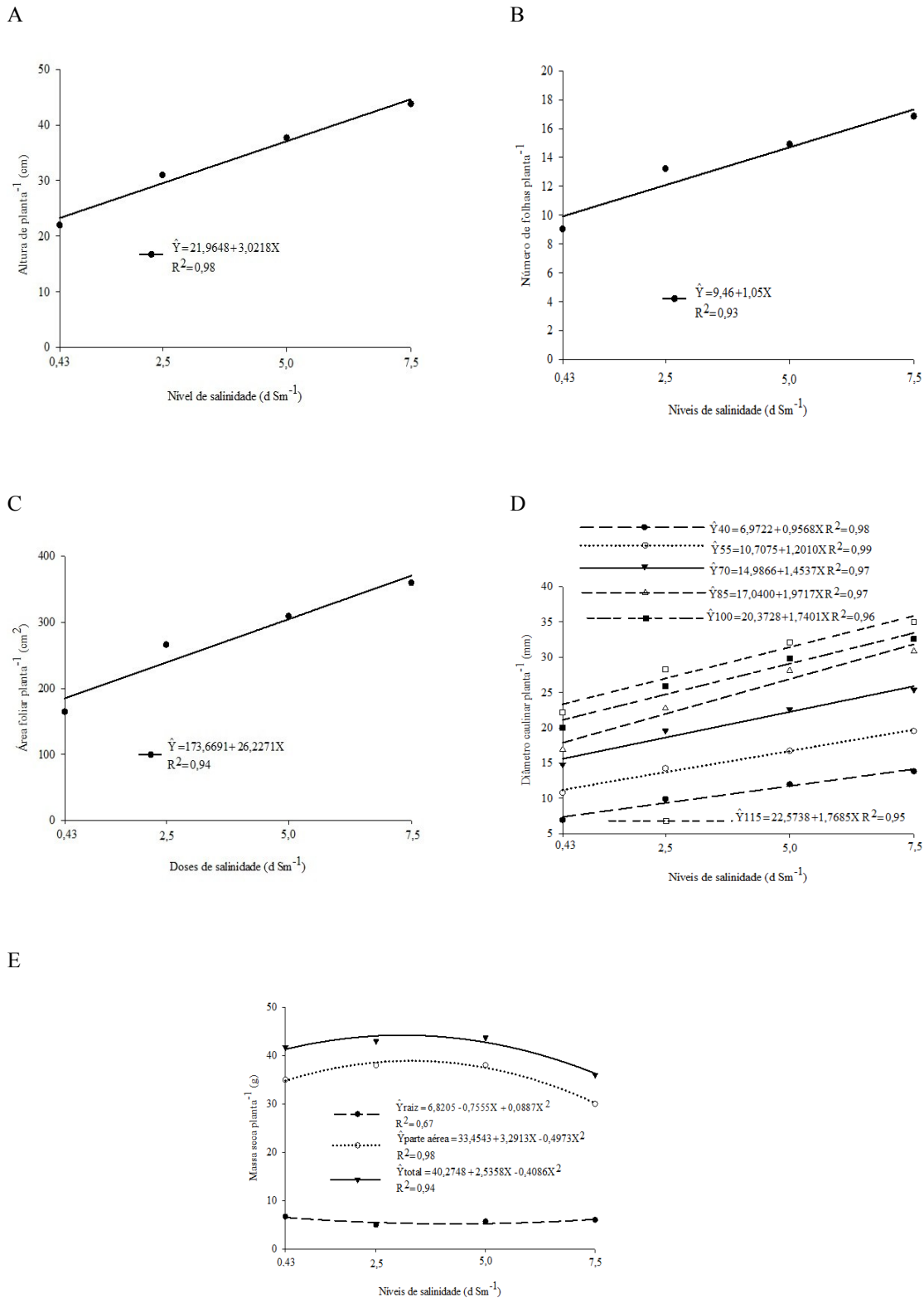


Figura 2. Altura de planta⁻¹ (A), número de folhas planta⁻¹ (B), área foliar planta⁻¹ (C), diâmetro caulinar planta⁻¹ (D) e massa seca planta⁻¹ (E) em plantas pinhão-manso cultivado em função de diferentes níveis de salinidade.

O diâmetro caulinar planta⁻¹ (Figura 2E) aumentou de forma linear em todas as épocas do estudo, comportamento já exibido pela altura de planta⁻¹, número de folhas planta⁻¹ e área foliar planta⁻¹, evi-

denciando que mesmo em condições de estresse salino as plantas apresentaram tolerância em todas as fases do crescimento estudado.

A massa seca da parte aérea planta⁻¹ (MSPA)

e a massa seca total planta⁻¹ (MST), aos 115 DAS, teve ajuste polinomial quadrático, sendo os maiores valores (38,97 e 44,27 g) estimados com a aplicação de 3,36 e 3,16 d Sm⁻¹ da salinidade da água. Registrou-se aumento de 10,78 e 6,73% na MSPA e MST com o aumento dos níveis de salinidade aplicada até o ponto de flexão (3,36 e 3,16 d Sm⁻¹) em relação às plantas cultivadas com os menores níveis de salinidade (0,43 d Sm⁻¹) (Figura 2E). A partir dos níveis 3,36 e 3,16 d Sm⁻¹ ocorreu uma leve redução sobre estas variáveis. Apesar da salinidade da água de irrigação não ter influenciado negativamente a altura da planta, número de folhas, área foliar e diâmetro caulinar, constata-se que a produção de massa seca foi afetada a partir do nível médio de 3,26 d Sm⁻¹, era esperado que a salinidade do solo reduzisse o crescimento vegetativo de plantas de pinhão-manso, entretanto a resposta ao estresse foi bastante diferenciada evidenciando que níveis de salinidade da água de irrigação até 7,5 d Sm⁻¹ é tolerada para esta cultura. Como a água é um recurso cada vez mais escasso, a utilização de águas marginais, em particular aquelas com baixos teores de sal, pode ser uma alternativa viável para a irrigação desta oleaginosa.

A massa seca das raízes planta⁻¹ (MSR) foi influenciada negativamente pela aplicação dos níveis de salinidade (Figura 2E). Observa-se que houve resposta quadrática com ponto de mínimo de (5,06 g planta⁻¹) detectado quando se aplicaram o nível de salinidade de 4,69 d Sm⁻¹. A taxa de redução estimada para a MSR foi de 22,27%, verificada a partir do menor (5,06 g) e maior valor (6,51) da MSR, constata-

tando-se quando aplicaram o ponto de máximo (4,69 d Sm⁻¹) e o menor nível de salinidade 0,43 d Sm⁻¹.

Apesar dos efeitos positivos observados para as variáveis altura de planta⁻¹, número de folhas planta⁻¹, área foliar planta⁻¹ e diâmetro caulinar planta⁻¹, a massa seca da parte aérea planta⁻¹ e das raízes planta⁻¹ se reduziu nos níveis mais elevados da salinidade. Provavelmente, à medida que as plantas crescessem os efeitos negativos da salinidade seriam exibidos de forma mais clara. Outro fator que pode ter inibido os efeitos do sal pode ser creditada as intensas lixiviações ocorridas nas irrigações, visto que os vasos facilmente eram drenados. Provavelmente, a drenagem dos sais tenha favorecido o crescimento das plantas ocorrendo impactos negativos apenas para a variável massa seca.

O aumento da concentração de silício nas soluções aplicadas via foliar promoveram aumento linear no número de folhas planta⁻¹ (NF) (figura 3A) e área foliar planta⁻¹ (AF) (Figura 3B). A taxa de crescimento estimadas para o NF foi de 21,00%, verificadas na oscilação de 0,0 a 665,28 mg L⁻¹ de silício, com menor valor (11,93) estimado nas plantas que não foram tratadas com silício foliar, e nas plantas submetidas a maior aplicação foliar de silício (Figura 3A). Resultados oposto a esta pesquisa foram observadas por Sivanesan et al. (2011), constataram que aplicações de 100 ppm de silicato de potássio reduziu o número de folhas planta⁻¹ de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

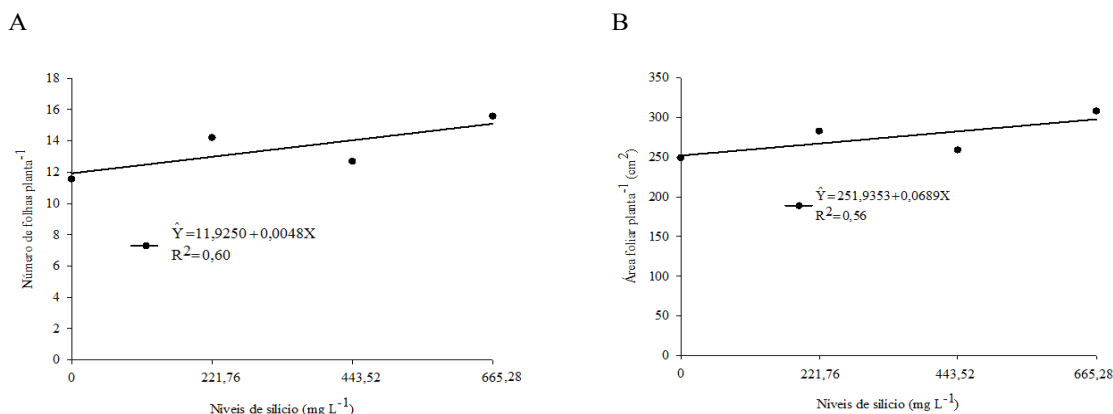


Figura 3. Número de folhas planta⁻¹ (A) e área foliar planta⁻¹ (B) em plantas de pinhão-manso cultivadas em função de diferentes níveis de silício.

De forma similar ao número de folhas planta⁻¹ observa-se que a área foliar planta⁻¹ (AF) (Figura 3B) também apresentou taxa de crescimento estimados de 15,39%, com menor valor (251,94 cm²) e maior valor (297,28cm²) estimados nas plantas que não receberam silício (0,0 mg L⁻¹) e nas plantas que receberam o maior nível de silício (665,28 mg L⁻¹).

Resultados similares foram constatados por (AHMED et al. 2011; SIVANESAN et al., 2011; GERAMI et al., 2012; HUSSEIN et al.; 2013) os quais verificaram que a aplicação de 200 ml L⁻¹, 100

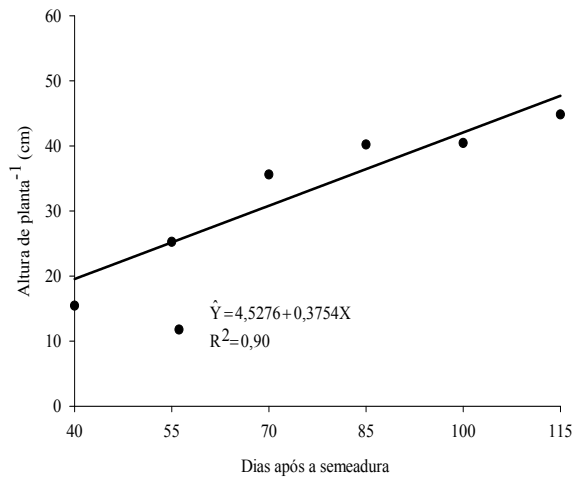
ml L⁻¹, 100 ppm e 300 ppm de silicato de potássio aumentou a área foliar planta⁻¹ de sorgo (*Sorghum bicolor* L.), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), arroz (*Oryza sativa* L.) e Moringa (*Moringa oleifera* Lam.).

A altura de planta⁻¹ (AP) (Figura 4A), o número de folhas planta⁻¹ (Figura 4B) e a Área foliar planta⁻¹ (4C) foram influenciadas positivamente pelas épocas (DAS), observa-se resposta linear para estas variáveis. Obtendo-se altura de planta⁻¹ variando entre (19,54 e 47,70 cm) registrando se nas épo-

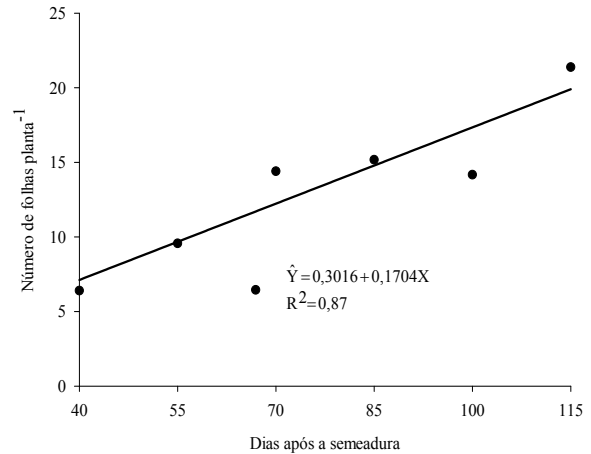
cas entre (40 e 115 DAS). Observou-se aumento linear de 59%, quando associados a menor (40 DAS)

e a maior (115 DAS) época de avaliação (Figura 4A).

A



B



C

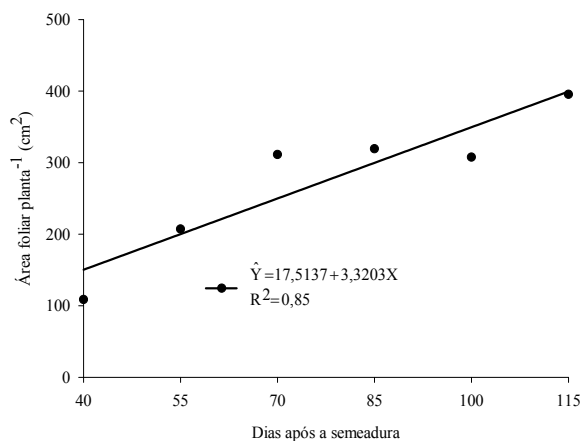


Figura 4. Altura de planta⁻¹ (A), Número de folhas planta⁻¹ (B) e área foliar planta⁻¹ (C) em plantas de pinhão-manso cultivadas em função de diferentes épocas.

O número de folhas planta⁻¹ (NF) variou entre 7; 10; 12, 15, 17 e 20 valores obtidos quando as plantas foram cultivadas nas épocas variando entre 40; 55; 70, 85, 100 e 115 DAS (Figura 4B). No entanto, observa-se que o menor incremento foi de (11,76%) registrados nas épocas entre (85 e 100 DAS) e o maior (30%) aos (40 e 55 DAS).

De forma geral a área foliar planta⁻¹ variou entre 150,31 a 399,31 cm² valores observados nas épocas entre (40 e 115 DAS), com aumento linear de 62,36% registrado entre a menor (40 DAS) e a maior (115 DAS) época de estudo; valores intermediários variando entre 249,91 e 299,71 cm², foram constatados nas épocas aos (70 e 85 DAS) em plantas de pinhão manso. Resultados opostos a esta pesquisa foram constatados por (NERY et al.; 2009), os quais observaram que as diferentes épocas de avaliação reduziu a altura de planta⁻¹, diâmetro caulinar planta⁻¹, número de folhas planta⁻¹ e área foliar planta⁻¹ de pinhão-manso.

CONCLUSÕES

A altura de planta⁻¹, diâmetro caulinar planta⁻¹, número de folhas planta⁻¹, área foliar planta⁻¹ e massa seca total planta⁻¹, massas secas da parte aérea planta⁻¹ e das raízes planta⁻¹ do pinhão-manso não foram afetadas pela salinidade da água aos 115 dias após a semeadura.

Dentre as variáveis de crescimento somente o número de folhas planta⁻¹ e área foliar planta⁻¹ foram influenciadas pelo silício.

REFERÊNCIAS

AHMED, M. et al. Silicon application and drought tolerance mechanism of sorghum. **African Journal of Agricultural Research**, Windhoek, Namibia, v. 6, n. 3, p. 594-607, 2011.

- ALI, A. et al., Optimizing silicon application to improve salinity tolerance in wheat. **Soil & Environment**, Faisalabad, Paquistão, v. 28, n. 2, p. 136-144, 2009.
- ANDRÉO-SOUZA, Y. et al. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010.
- BOBADE S. N.; KUMBHAR R. R.; KHYADE V. B. Preparation of methyl ester (Biodiesel) from *Jatropha curcas* Linn oil. **Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences**, Indore, Índia, v. 1, n. 2, p. 12-19, 2013.
- DIAS, L. A. S.; MISSIO, R. F.; DIAS, D. C. F. S. Antiquity, botany, origin and domestication of *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae), a plant species with potential for biodiesel production. **Genetics and Molecular Research**, Ribeirão Preto, v. 11, n. 3, p. 2719-2728, 2012.
- FERNANDES, J. D. et al. Fenologia e produção do pinhão-manso cultivado com diferentes fontes de adubação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 2, p. 339-346, 2013.
- GERAMI, M.; FALLAH, A.; MOGHADAM, M. R. K. Study of potassium and sodium silicate on the morphological and chlorophyll content on the rice plant in pot experiment (*Oryza sativa* L.). **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, Londres, Inglaterra, v. 4, n. 10, p. 658-661, 2012.
- HUSSEIN, M. M.; ABOU-BAKER, N. H. Growth and Mineral Status of Moringa Plants as Affected by Silicate and Salicylic Acid under Salt Stress. **International Journal of Plant & Soil Science**, Tarakeswar, India, v. 3, n. 2, p. 163-177, 2014.
- LIMA, M. A. et al. Aplicação de silício em milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 398-403, 2011.
- NERY, A. R. et al. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p. 551-558, 2009.
- OLIVEIRA, I. R. S. et al. Crescimento inicial do pinhão-manso (*jatropha curcas* L.) em função da salinidade da água de irrigação. **Revista caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 40-45, 2010.
- PATEL, A. D. et al. Growth, water status and nutrient accumulation of seedlings of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) in response to soil salinity. **Anales de Biología**, Murcia, Espanha, v. 1, n. 32, p. 59-71, 2010.
- SANTOS, J. W. et al., **Estatística Experimental Aplicada**. 2. ed. rev. e amp. Campina Grande: Embrapa Algodão/UFCG, 2008. 461 p.
- SÁVIO, S. L. et al.. Produção de biomassa e conteúdo de silício em gramíneas forrageiras sob diferentes fontes de silicato. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 103-110, 2011.
- SEVERINO, L. S. et al. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 753-762, 2004.
- SIVANESAN, I. et al. Effect of soaking of seeds in potassium silicate and uniconazole on germination and seedling growth of tomato cultivars, Segeon and Seokwang. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 10, n. 35, p. 6743-6749, 2011.
- SOUSA, A. E. C. et al. Crescimento e consumo hídrico de pinhão-manso sob estresse salino e doses de fósforo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 310-318, 2011.