



GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PORTA-ENXERTOS DE MANGUEIRA SOB CONDIÇÕES DE SALINIDADE¹

J. M. da Silva², H. R. Gheyi³, N. da S. Dias⁴, C. dos S. Fernandes⁵, T. de S. Leite⁶

RESUMO: O presente estudo foi conduzido em ambiente protegido do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande em Campina Grande com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sob a germinação e desenvolvimento inicial de porta enxertos de mangueira (*Mangífera indica* L.). O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x2, com quatro repetições e 13 plantas por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de seis níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,7, 1,7, 2,7, 3,7, 4,7 e 5,7 dS m⁻¹) testados em duas variedades de porta-enxertos de mangueira (Espada e Manguito). Foram avaliados aos 30, 40, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS), as variáveis: dias para germinação, percentagem de plantas germinadas, índice de velocidade de germinação e índices de crescimento (número de folhas, altura de planta, diâmetro do caule). Os resultados mostraram que a irrigação com altos níveis de salinidade da água reduziu a percentagem de sementes germinadas e índice de velocidade de germinação das variedades de manga Espada e Manguito e, ainda prolongou o período de germinação da variedade Manguito. O aumento da salinidade da água de irrigação reduziu o crescimento vegetativo dos dois porta-enxertos de manga, sendo o porta-enxertos Espada mais tolerante à salinidade em termos de percentagem de germinação, altura de plantas e diâmetro do caule.

PALAVRAS-CHAVE: *Mangífera indica* L., condutividade elétrica, estresse salino.

GERMINATION AND INITIAL DEVELOPMENT OF MANGO ROOTSTOCKS UNDER SALINE CONDITIONS

ABSTRACT: The present study was conducted in a protected environment at the Department of Agricultural Engineering of the Federal University of Campina Grande in Campina Grande

¹ Parte da dissertação do primeiro autor.

² Servidor Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia, UFPB, Areia - PB.

³ Professor Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia, UFCG, Campina Grande - PB.

⁴ Professor Doutor, Centro de Ciências Agrárias, UFERSA, Mossoró - RN.

⁵ Graduando em Agronomia, UFERSA, Mossoró - Rio Grande do Norte. Email: cleyton1959@hotmail.com

⁶ Mestrando em nutrição de Solo e Planta, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

and aimed at evaluating the effects of saline irrigation on different varieties of mango (*Mangifera indica* L.) during the germination and growth of rootstocks. A 6x2 factorial experiment was laid out in a completely randomized design, with four replications and 13 plants per experimental unit. Treatments consisted of irrigation water with six levels of electrical conductivity (0.7, 1.7, 2.7, 3.7, 4.7 and 5.7 dS m⁻¹) and two varieties of mango rootstocks (“Espada” and “Manguito”). The irrigation waters were prepared using NaCl. At 30, 40, 60 and 90 after sowing, we assessed the following variables: days to germination, germination percentage, germination speed index and growth indexes (leaf number, shoot height e stem diameter). The results showed that saline irrigation water affected the germination percentage and germination speed index, extending the germination period. For both rootstocks, the increase in water salinity reduced the vegetative growth. The “Espada” rootstock was the most tolerant to salinity in terms of germination percentage, shoot height and stem diameter.

KEYWORDS: *Mangífera Indica* L, eletrical conductivity, salinity stress.

INTRODUÇÃO

A salinização é um dos fenômenos crescentes em todo o mundo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, decorrente de condições climáticas e do manejo inadequado da irrigação. Além disso, a adição de fertilizantes via água de irrigação, quando administrado sem nenhuma forma de manejo, pode aumentar os riscos de salinização dos solos (Lima Júnior & Silva, 2010). No semiárido Brasileiro ainda há a potencialização do problema da salinização do solo, pois as águas, na maioria das fontes, possuem altos teores de sais, causando sérios danos às lavouras (Lima et al., 2015).

As principais restrições de uso de águas salinas na irrigação das culturas incluem a redução do potencial osmótico, toxicidade de íons específicos e desequilíbrio nutricional (Kim et al., 2016; Al-Karaki et al., 2009). Estes efeitos resultam em modificações severas no metabolismo das plantas, envolvendo alterações morfológicas e de crescimento, alterando os processos fisiológicos e bioquímicos (Neves et al. 2009). Entretanto, a tolerância da planta à salinidade pode variar entre espécies e cultivares da mesma espécie, além de depender de outros fatores, como tipo de sal, tempo de exposição e interação entre ambos (Garcia et al., 2010).

Há poucos estudos em relação a tolerância de porta-enxertos de mangueira à salinidade, apesar de ser uma cultura bastante explorada na agricultura irrigada no semiárido brasileiro. Entretanto, Murta (2013) destaca a importância de identificar porta-enxertos tolerantes à

salinidade como a principal estratégia de manejo do uso de águas salinas. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água de irrigação em dois porta-enxertos de mangueira nas fases de germinação e de desenvolvimento inicial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba, em Campina Grande – PB (7°15'18" de latitude Sul, 35°52'28" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e altitude de 547,56 m).

Foram estudados a germinação e o desenvolvimento inicial de porta-enxertos de mangueira sob condição de salinidade utilizando o delineamento de blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 6 x 2, referente a seis níveis de salinidade ($S_1 = 0,7$; $S_2 = 1,7$; $S_3 = 2,7$; $S_4 = 3,7$; $S_5 = 4,7$ e $S_6 = 5,7$ dS m⁻¹ a 25°C) e duas variedades de porta-enxertos (Espada - V₁ e Manguito - V₂), com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais, cada uma contendo 13 plantas.

Os portas-enxertos foram plantados em vasos plásticos com 30 cm de altura e 10 cm de diâmetro com capacidade de 2,35 cm³. A parte inferior dos vasos foram perfuradas com broca de 2 cm de diâmetro para promover a drenagem da água de irrigação coletada em um recipiente de 1.000 cm³.

Os vasos foram preenchidos com 180 g de substrato casca de coco triturada + palha de arroz carbonizada nas proporções de 2:1. O substrato foi tratado por uma semana contra a ação de agentes patogênicos com 150 mL m⁻³ de brometo de metila.

As águas salinas foram obtidas por adição de NaCl à água de torneira baseando-se na relação entre condutividade elétrica da água (CEa) e concentração de sais ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1} = \text{CEa} \cdot 10$) conforme Rhoades et al. (1992) (Tabela 1).

As águas de irrigação foram salinizadas a partir de uma solução concentrada (200 g L⁻¹) previamente preparada com cloreto de sódio (NaCl). O volume da solução concentrada utilizado no preparo das águas de irrigação para cada nível salino (Tabela 1), foi determinado de forma a se obter as respectivas CEa. Para tanto, levou-se em consideração a condutividade elétrica pré-existente da água de abastecimento (0,652 dS m⁻¹). Para o cálculo foi utilizado a Equação

$$Y = 2,2651X + 0,8701$$

Em que:

Y = CEa desejada, em dS m⁻¹;

X = volume da solução concentrada (200 g L^{-1}) para cada 100 mL da água de irrigação.

Para obtenção dessa equação efetuou-se sucessivas diluições da solução concentrada de NaCl (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5 e 4,0 mL para cada 100 mL de água) e determinou-se as correspondentes condutividades elétricas (CEa). A partir dos dados, efetuou-se análise de regressão obtendo-se a equação acima.

O monitoramento das irrigações e a estimativa do consumo de água pelas plantas durante o experimento ocorreu em função da demanda evapotranspirométrica das plantas. Inicialmente foram aplicados volumes de irrigação iguais entre os tratamentos salinos e posteriormente foram monitoradas diariamente duas plantas de cada tratamento. Os volumes aplicados eram baseados no consumo, de modo a manter sempre uma lâmina de lixiviação próxima de 0,5.

A adubação fosfatada de cobertura foi feita aos 25 e 62 dias após semeadura (DAS). Cada recipiente recebeu 10 g de superfosfato simples correspondente a 1,8 g de P_2O_5 . Entre os 43 e 70 DAS foram realizadas aplicações diárias de 10 mL de uma solução contendo 3 g L^{-1} de KNO_3 , ou seja, 0,03 g por recipiente. Aos 70 DAS, foi aplicado 20 mL de uma solução de 100 g L^{-1} de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, equivalente a 2 g por recipiente. Foi usado ainda entre os 47 e 87 DAS em dias alternados, aplicações via foliar com adubo comercial⁷ (NPK + micronutrientes), na concentração de 1 g L^{-1} , ou aproximadamente 0,03 g por cada planta.

Como material genético foram usadas sementes de manga das variedades Espada e Manguito obtidas no Campus da Escola Agrotécnica Federal de Sousa-PB, provenientes de frutos colhidos em estado de completa maturação. Antes do semeio as sementes foram submetidas a um tratamento com fungicida a base de benomil durante 30 minutos. A semeadura foi realizada utilizando-se uma semente por recipiente, colocada com a face ventral para baixo, a uma profundidade de 4 cm.

A germinação foi avaliada diariamente durante 30 dias mediante contagem do número de sementes germinadas, tendo como critério a emergência do epicótilo na superfície e sendo levado em consideração as seguintes variáveis: número de dias para as sementes germinar (NDG), percentagem de sementes germinadas (PG) e índice de velocidade de germinação (IVG).

O número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro do caule (DC) foi avaliado aos 30, 40, 60 e 90 DAS. Para avaliação aos 30 DAS, coletou-se através de sorteio duas plantas por cada unidade experimental e para avaliação aos 40, 60 e 90 DAS coletou-se uma planta por unidade experimental.

⁷ Adubo comercial. Composição: N – 7% , P_2O_5 – 17%; K_2O – 35%; MgO - 3%; Ca – 0,10%; B – 0,02%; Cu – 0,02 %; Fe – 0,15%; Mn – 0,105; Zn – 0,02%; Mo – 0,0005%.

Os resultados foram submetidos a análise de variância empregando-se o teste “F”. Para os níveis de salinidade (fator quantitativo), realizou-se análise de regressão polinomial e para as variedades (fator qualitativo) foi utilizado o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percentagem de germinação, número de dias para germinar e índice de velocidade de germinação

De acordo com a ANOVA, as variáveis percentagem de germinação (PG), número de dias para germinar (NDG) e índice de velocidade de germinação (IVG) aos 30 DAS foram influenciadas significativamente pelos fatores salinidade da água de irrigação ($p < 0,01$) e variedades de mangueira ($p < 0,05$). Observa-se ainda que há efeito da interação salinidade da água x variedade de mangueira apenas para a variável percentagem de germinação.

O efeito da salinidade sobre o número de dias para germinação foi linear e crescente com o aumento da salinidade da água de irrigação, sendo registrado incremento relativos 13,23% por dS m^{-1} para S_6 em relação a S_1 (Figura 1 A). As sementes de manga da variedade Espada germinaram em um menor número de dias (média de 15,87 dias), diferenciando-se estatisticamente da variedade Manguito, cujas sementes levaram 20,77 dias para germinar.

O efeito da salinidade para o IVG foi linear e decrescente, registrando-se redução relativa de 5,16% no IVG por dS m^{-1} (Figura 1B). Em relação as variedades de mangueira, a variedade Espada apresentou maior IVG, com média de 6,02 plântulas dia^{-1} , sendo, portanto superior a variedade Manguito (4,55 plântulas dia^{-1}).

O desdobramento da interação S x V indica que para a variedade Espada não apresentou efeito regressivo significativo para percentagem de germinação em nenhum nível de salinidade, enquanto que para a variedade Manguito o efeito foi quadrático com acréscimos relativos à testemunha (S_1) de 3,64 e 2,97 para S_2 e S_3 , seguido de decréscimos equivalentes a 2,00, 11,28 e 24,88% para S_4 , S_5 , e S_6 respectivamente (Figura 1C). Ainda em relação a interação S x V constata-se diferenças significativas entre as variedades de porta-enxertos estudadas para os níveis salinos S_5 e S_6 , onde nota-se que a variedade Espada mostrou-se mais tolerante ao efeito da salinidade da água de irrigação.

O efeito negativo da salinidade sobre as taxas de germinação já foi constatada por diversos autores em várias culturas (Souza et al. 2010; Marques et al., 2011; Sousa et al., 2011). O fato da salinidade da água de irrigação ter influenciado significativamente nas três variáveis

relacionadas a germinação deve estar relacionado com a redução do potencial osmótico da solução no substrato, pois segundo Duarte et al. (2016) 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 absorção de água pela semente e, conseqüentemente, afetando as taxas de germinação.

Número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule

A análise de variância para as variáveis número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e as médias observadas para porta-enxertos de mangueira aos 30, 40, 60 e 90 DAS mostrou que a salinidade da água de irrigação afetou significativamente ($p < 0,01$) as variáveis NF e AP a partir da segunda avaliação (40 DAS) com exceção da AP 60 DAS, enquanto que aos 90 DAS houve interação entre níveis de salinidade e variedades para a AP. Observa-se ainda que o DC não foi afetado em nenhuma época de avaliação pela salinidade da água de irrigação.

De acordo com a ANOVA verifica-se que a salinidade da água de irrigação causou efeito significativo no NF das plantas de mangueira aos 40, 60 e 90 DAS. Observa-se ainda que aos 90 DAS ocorreu diferença significativa no número de folhas entre variedades (V), não sendo significativa a interação S x V.

Os decréscimos para o NF aos 40, 60 e 90 DAS foram linear e decrescente, sendo observado reduzido relativa de 4,01; 3,67 e 4,59% por dS m^{-1} , respectivamente (Figura 2A).

Vários autores observaram decréscimo no NF em plantas cultivadas com água salina. Por exemplo, Oliveira et al. (2015) registraram reduções relativas no número de folhas em condições de estresse salino e, os autores sugerem que esse efeito é uma estratégia dos vegetais para manter a absorção de água do solo e esta ocorre devido a alterações morfológicas e anatômicas das plantas, refletindo-se na redução da transpiração.

Com relação a AP, aos 40 DAP houve decréscimo linear em função do aumento da salinidade da água de irrigação na ordem de 4,35% por dS m^{-1} e de 6,89% por dS m^{-1} para a variedade Espada aos 90 DAS, mostrando assim a intensificação dos efeitos da salinidade com a idade dos porta-enxertos (Figura 2B).

Entre as variedades de porta-enxertos estudadas, nota-se ter havido diferença significativa para todas as épocas de avaliação, onde a variedade Espada mostrou-se estatisticamente superior a Manguito em termos de altura de planta e diâmetro do caule medido aos 40 e 60 DAS.

A altura de planta aos 90 DAS foram diferente estatisticamente ($p < 0,01$) entre as variedades nos quatro níveis de salinidade menores (S_1 , S_2 , S_3 e S_4), sendo a variedade Espada se sobressaiu em relação a Manguito até CEa de $3,7 \text{ dS m}^{-1}$ (S_4).

Roy et al. (2014) estudaram os efeito da salinidade da água de irrigação sobre porta-enxertos de mangueira coletadas em quatro localidades e verificaram que os níveis de salinidade tiveram influências significativas para o número de folhas, altura de planta e diâmetro do caule, sendo os maiores valores para as variáveis observados em condições de baixa salinidade e em variedades colhidas em locais diferentes. Verificaram ainda efeito da interação entre variedades de porta-enxertos e a salinidade da água de irrigação aos 120 dias após o transplante, comprovando que o efeito da salinidade varia entre as variedades de uma mesma espécie.

Na literatura encontra-se vários casos em que o desenvolvimento das plantas é prejudicado com o aumento da salinidade da água de irrigação. Rhoades et al. (2000) associam esse comportamento ao fato de o excesso de sais na zona radicular das plantas exercer efeitos nocivos no crescimento e no desenvolvimento e, as vezes, causar a morte das plantas em virtude do maior efeito osmótico externo à raiz e restrição ao fluxo de água do solo para as plantas.

CONCLUSÕES

A irrigação com altos níveis de salinidade da água reduziu a percentagem de sementes germinadas e índice de velocidade de germinação das variedades de manga Espada e Manguito e, ainda prolongou o período de germinação da variedade Manguito.

O aumento da salinidade da água de irrigação reduziu o crescimento vegetativo nos dois porta-enxertos de manga estudado, sendo o porta-enxertos Espada mais tolerante à salinidade em termos de percentagem de germinação, altura de plantas e diâmetro do caule.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-KARAKI, G.; AL-AJMI, A.; OTHMAN, Y. Response of soilless grown bell pepper cultivars to salinity. *Acta Horticulturae*, v.807, p.227-232, 2009.

DUARTE, H.H.F.; SOUZA, E.R. Soil Water Potentials and *Capsicum annuum* L. under Salinity. *Revista Brasileira de Ciência do Solo (Online)*, v.40, p.1-11, 2016.

GARCIA, G.O.; NAZÁRIO, A.A.; MORAES, W.B.; GONÇALVES, I.Z.; MADALÃO, J.C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. *Engenharia na Agricultura*, v.18, p.330-338, 2010.

KIM, H.; JEONG, H.; JEON, J.; BAE, S. Effects of irrigation with saline water on crop growth and yield in greenhouse cultivation. *Water*, v.6, n.4, p.1-9, 2016.

LIMA, L.A.; OLIVEIRA, F. de A. de; ALVES, R. de C.; LINHARES, P.S.F.; MEDEIROS, A.M.A. de; BEZERRA, F.M.S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. *Revista Agro@mbiente*, v.9, p.27-34, 2015.

LIMA JÚNIOR, J.A.; SILVA, A.L.P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. *Enciclopédia Biosfera*, v.6, n.11, p.1-21, 2010.

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.

MURTA, H.M. Intensidade da seca da mangueira em mudas submetidas a diferentes níveis de salinidade. Viçosa, 2013. 67 p. Dissertação (Mestrado em fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão de corda irrigado com água salina em diferentes estádios. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.873-881, 2009.

MARQUES, E.C.; FREITAS, V.S.; BEZERRA, M.A.; PRISCO, J.T.; GOMES-FILHO, E. Efeitos do estresse salino na germinação, emergência e estabelecimento da plântula de cajueiro anão precoce. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.4, p.993-999, 2011.

OLIVEIRA, F.A.; MARIA J.S. de O. CARRILHO, M.J.S.; MEDEIROS, J.F.; MARACAJÁ, P.B.; OLIVEIRA, M.K.T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.8, p.771-777, 2011.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem, 48, revisado).

RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. The use of saline waters for crop production. Rome: FAO, 1992. 133p. (Irrigação e Drenagem, 48).

ROY, R.K.; ROBBANI, M.; ALI, M.; BHOWAL, S.K.; ERFAN, A.N.M. Variations in salinity tolerance of selected mango rootstocks. Bangladesh Agronomy Journal, v.17, n.1, p.89-94, 2014.

SOUSA, A.B.O.; BEZERRA, M.A.; FARIAS, F.C. Germinação e desenvolvimento inicial de clones de cajueiro comum sob irrigação com água salina. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.4, p.390-394, 2011.

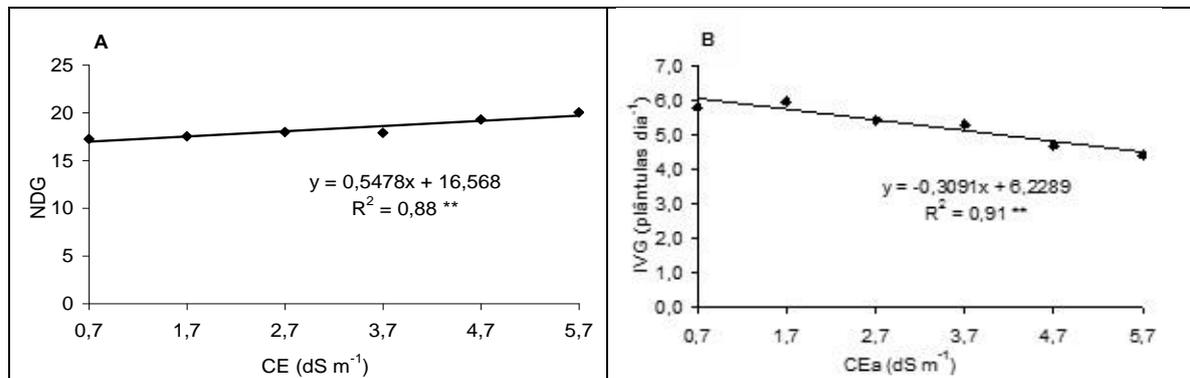
SOUZA, Y.A.; PEREIRA, A.L.; SILVA, F.F.S.; RIBEIRO REIS, R.C.; EVANGELISTA, M.R.V.; CASTRO, R.D.; DANTAS, B.F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. Revista Brasileira de Sementes, v.32, n.2, p.83-92, 2010.

Tabelas e figuras

Tabela 1. Análise química da água do sistema de abastecimento utilizada no preparo das águas de irrigação e volume em mL da solução de NaCl na concentração de 200 g.L⁻¹ necessário para obtenção de 1 L de água do respectivo tratamento a partir da água de abastecimento.

Cátions	Valor	Ânions	Valor	Tratamentos (CEa dS m ⁻¹)	Volume (mL ⁻¹)
Ca ⁺⁺ (mmolc L ⁻¹)	1,59	Cl ⁻ (mmolc L ⁻¹)	4,03	0,7 dS m ⁻¹	0,75
Mg ⁺⁺ (mmolc L ⁻¹)	1,81	HCO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	1,76	1,7 dS m ⁻¹	3,66
Na ⁺ (mmolc L ⁻¹)	3,27	CO ₃ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	0,00	2,7 dS m ⁻¹	8,08
K ⁺ (mmolc L ⁻¹)	0,16	SO ₄ ⁻ (mmolc L ⁻¹)	0,00	3,7 dS m ⁻¹	12,49
Σ Cátions (mmolc L ⁻¹)	6,83	Σ Ânions (mmolc L ⁻¹)	5,79	4,7 dS m ⁻¹	16,91
pH	8,00	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	3,98	5,7 dS m ⁻¹	21,32
CE (dS m ⁻¹) a 25°C	0,652				

Figura 1. Número de dias para germinar - NDG (A), índice de velocidade de germinação - IVG (B) e percentagem de germinação - PG (C) de porta-enxertos de mangueira sob condição de salinidade aos 30 DAS.



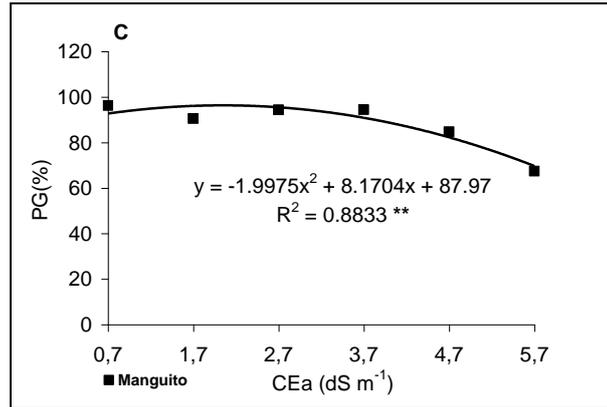


Figura 2. Número de folhas (NF) aos 40, 60 e 90 DAS (A) e altura de planta (AP) aos 40 e 90 DAS (B e C) de porta-enxertos de mangaieira sob condição de salinidade.

