

Avaliação da taxa de crescimento absoluto de mamão Havaí sob o efeito salino e de biofertilizante: Parte I

Francisco de Oliveira Mesquita¹; Lourival Ferreira Cavalcante²; Rafael oliveira Batista¹; Reinaldo Ferreira Medeiros²; Rummenigge Macedo Rodrigues²; Wesley de Oliveira Santos¹.

¹Universidade Federal Rural do Semárido, Av. Costa e Silva, n. 572, CEP: 59.625-900, Mossoró, RN, Brasil. E-mails: mesquitaagro@yahoo.com.br; rafaelbatista@ufersa.edu.br; wesley_ufersa@yahoo.com.br.

²Universidade Federal da Paraíba, *Campus* II, CEP: 58397-000, Areia, PB, Brasil. E-mails: lofeca@cca.ufpb.br; medeiros_rf@hotmail.com; rummenigge.mr@gmail.com.

Resumo: O experimento foi conduzido no município de Areia-PB, no período de outubro/2009 a fevereiro/2010, para avaliar os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento absoluto das mudas de mamão Havaí em solo com biofertilizante bovino em função do tempo. O substrato usado foi um solo classificado como LATOSSOLO Vermelho Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi ao acaso com tratamentos arranjos no esquema fatorial 5 x 2 x 3, com seis repetições. As mudas foram irrigadas com cinco níveis diferentes de salinidade da água (0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹), no solo sem e com biofertilizante enriquecido, avaliados em três épocas distintas: 30, 60 e 90 DAE, para determinação da taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (AP), diâmetro caulinar (DC), índice de área foliar (IAF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST). O biofertilizante depois de diluído em água, não salina, na razão de 1:1, foi aplicado uma única vez, uma semana antes da semeadura, ao nível de 10% do volume do substrato. A irrigação foi feita diariamente com cada tipo de água fornecendo um volume suficiente para elevar a umidade do solo para o nível de capacidade de campo. Com base nos resultados é possível cultivar mudas de mamão Havaí em solo com insumo orgânico com águas de restrição de até 2,5 dS m⁻¹ sem prejuízos significantes ao crescimento e desenvolvimento da cultura.

Palavras chave: *Carica papaya*, Biofertilização, Análise de crescimento

Evaluation of the absolute growth rate of Hawaii papaya under saline stress and biofertilizer: Part I

Abstract: The experiment was conducted in municipality of Areia-PB, during the period of October/2009 to February/2010, to evaluate the effects of salinity of irrigation water on absolute growth of papaya seedlings as function of time. The substrate used was an OXISOL Hapludox. The experimental design was entirely randomized with treatments arranged in factorial scheme 5 x 2 x 3, with six replications. The seedlings were irrigated with five different levels of water salinity (0.5; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0 dS m⁻¹), in soil with and without enriched biofertilizer, and evaluated at three different times: 30, 60 and 90 DAE, to determine the absolute growth rate of plant height (PH), stem diameter (SD), leaf area index (LAI), dry biomass of aerial part (DBAP), dry biomass of root (DBR) and total dry biomass (TDB). The biofertilizer after dilution with non saline water, in proportion of 1:1, was applied once, one week before sowing, at the level of 10% of substrate volume. The irrigation was performed daily with each type of water applying a volume sufficient to elevate the soil moisture to the level of field capacity. Based on the results it is possible to grow seedlings of papaya Hawaii in soil with organic input with water up to salinity of 2.5 dS m⁻¹ without significant prejudices in growth and development of crop.

Key words: *Carica papaya*, Biofertilization, Growth analysis

Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma planta originária da América Tropical, pertence à família Caricaceae, com aproximadamente 31 espécies, a qual está dividida em cinco gêneros, colocando o Brasil como maior produtor sendo responsável por aproximadamente 40% da produção mundial (OLIVEIRA et al., 2007). Essa cultura tornou-se uma espécie de importância significativa no agronegócio de frutas tropicais (FONTES et al., 2012; KUMAR et al., 2013).

A produção de mudas no Estado da Paraíba evidencia o crescimento da cultura do mamoeiro. A Paraíba destaca-se com a terceira maior produção do Nordeste e a 4ª maior do país (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2012). Os municípios paraibanos Mamanguape e Santa Rita, localizados na Zona da Mata Paraibana, detêm 41,5 e 18,7%, respectivamente, da safra desse fruto. A produção do município de Mamanguape é considerada uma das mais importantes, chegando a ocupar em 2003, o 19º lugar dos principais municípios produtores de mamão do País (BRITO NETO et al., 2011).

Trata-se de uma cultura considerada moderadamente tolerante à salinidade, isso significa que suporta níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo entre 3 e 6 dS m⁻¹ sem inibição do crescimento e da sua capacidade produtiva (AYERS & WESTCOT, 1999).

De modo geral, há controvérsias quanto à tolerância das mudas de mamão aos efeitos dos sais (CAVALCANTE & CAVALCANTE, 2006; MESQUITA et al., 2012a). Apesar da maior tolerância aos sais, em relação às frutíferas como bananeira, goiabeira e gravioleira que são mais sensíveis, o cultivo do mamoeiro irrigado nas áreas semiáridas brasileiras tem provocado aumento da concentração salina no solo tanto em função da elevada temperatura do ar como pelo elevado conteúdo salino das águas. Uma vez que esses locais são potencialmente

tendenciosos a provocar o acúmulo de sais e sódio, interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009), além de afetar a agregação e a estrutura do solo (OPEA & EPHRAIM, 2012).

Os índices fisiológicos envolvidos para determinação da análise de crescimento indicam certa capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, da respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação aos locais de utilização ou de armazenamento sendo influenciados pelos fatores bióticos e abióticos (LIMA et al., 2007).

A ocorrência do índice de área foliar (IAF) baixo limita a expressão do rendimento vegetal, visto que o mesmo pode ser considerado um importante fator da produtividade (PEIXOTO et al., 2010). Em muitos casos, é possível detectar o IAF ótimo, isto é, aquele que permite o máximo de fotossíntese e, conseqüentemente, elevada taxa de crescimento da cultura. Geralmente, esse parâmetro avaliado como ótimo ocorre nas primeiras fases de crescimento, quando o autossombreamento é mínimo. Muitas vezes, condições de autossombreamento diminuem a eficiência fotossintética da cultura e, por conseguinte a evapotranspiração a qual, na maioria dos casos, é mais limitante para a produtividade que a diminuição da fotossíntese líquida (NOBREGA et al., 2001). Na cultura do milho e mamão foram encontradas respostas positivas em relação ao índice de área foliar sob efeito do estresse salino e diferentes espaçamentos (LIMA et al., 2007; GOMES et al., 2011).

Dentre as várias fontes orgânicas existentes na literatura, o biofertilizante rico, tem exercido efeitos positivos na melhoria da estrutura física do solo para germinação das sementes e crescimento de plantas em solos não salinos sob irrigação com águas de salinidade

crescente (MAVIA et al., 2012). Resultados de Mesquita et al. (2012a) e Medeiros et al. (2013) revelaram superioridade estatística na emergência e crescimento em plântulas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) em solo com insumo orgânico irrigado com águas salinas e também do tomateiro cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium* L.).

Dentre os princípios e práticas desse estudo, o trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos degenerativos da salinidade da água de irrigação sobre o crescimento absoluto das mudas de mamão Havaí em solo com biofertilizante bovino enriquecido e em função do tempo.

Material e métodos

O experimento foi realizado no período de outubro de 2009 a fevereiro de 2010, em abrigo telado do Departamento de Solos e Engenharia Rural da Universidade Federal da Paraíba, na cidade de Areia, PB, Brasil. Georreferenciados pelos pontos cartográficos: 6°51'47" e 7°02'04" latitude Sul, 35°34'13" e 35°48'28" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich com altitude de 575 m acima do nível do mar.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo As' (quente e úmido), com estação chuvosa no período de março a julho e precipitação pluviométrica média anual de 1.230 mm. A temperatura média do ar é de 24,5 °C, apresentando valor elevado no mês de fevereiro (31,7 °C) e mais ameno no mês de julho (21,6 °C).

A temperatura média no período de realização do experimento no mês mais quente situou-se em torno de 32,35 °C fora e 44,91 °C no interior do abrigo telado; já no mês mais frio, os valores variaram de 27,91 °C fora e 30,68°C dentro do ambiente telado, com umidade relativa do ar no mês mais quente de 57% fora e 48% dentro do ambiente telado; no mês mais

frio 83% fora e 58% dentro do abrigo telado.

O solo da área experimental foi caracterizado como LATOSSOLO Vermelho Amarelo distrófico de textura arenosa, não salino (SANTOS et al., 2006), coletado na camada de 0-0,10 m de profundidade. Após a coleta do material as amostras foram transportadas para o laboratório de DSER/CCA/UFPB com a finalidade de destorroar e secar, respectivamente. Amostras do solo foram passadas em peneira com malha de 2 mm e analisadas quanto aos atributos químicos e físicos (EMBRAPA, 1997) e de salinidade (RICHARDS, 1954), indicados na (Tabela 1). As unidades experimentais foram compostas por bolsas de polietileno preto com capacidade para 3,5 litros, no entanto, foram acondicionadas apenas 3 L de solo.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições, em arranjo fatorial 5 x 2 x 3 referente aos níveis crescentes de salinidade da água de irrigação: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹, em solo sem e com biofertilizante enriquecido, avaliados em três épocas distintas: 30, 60 e 90 dias após a emergência das plântulas para determinação da taxa de crescimento absoluto da altura das mudas, diâmetro do caule, índice de área foliar, massa seca da parte aérea, raiz e total.

Os níveis salinos das águas de irrigação foram preparados a partir da diluição de uma água de barragem fortemente salina (CEa = 12,4 dS m⁻¹) com água não salina de 0,5 dS m⁻¹ com o auxílio de um condutivímetro e um pHmetro. A partir disso, foi ajustado cada tipo de água de irrigação em sua proporção adequada de sais para cada tratamento.

Cada tipo de proporção de água ajustada foi acondicionada em recipiente com capacidade de 20 L ficando hermeticamente fechado após seu uso, totalizando cinco recipientes com essa mesma capacidade e condições.

Tabela 1 - Caracterização física e química do solo quanto à fertilidade e salinidade do solo na camada de 0-10 cm. CCA/UFPB, Areia, PB, Brasil, 2010.

Atributos físicos	Valor	Atributos de fertilidade	Valor	Atributos de salinidade	Valor
Ds (g cm ⁻³)	1,53	pH em água (1: 2,5)	6,89	CEes (dS m ⁻¹)	0,76
Dp (g cm ⁻³)	2,62	M.O (g Kg ⁻¹)	11,61	pH	6,51
Pt (m ³ m ⁻³)	0,44	P (mg dm ⁻³)	24,41	Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,72
Areia (g kg ⁻¹)	856	K ⁺ (mg dm ⁻³)	125	Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,31
Silte (g kg ⁻¹)	53	Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,42	Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	3,32
Argila (g kg ⁻¹)	84	Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,69	K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,15
Ada (g kg ⁻¹)	19	Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,21	Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	5,27
GF (%)	85,34	H ⁺ + Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	1,26	CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	-
ID (%)	16,66	Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	1,41
U _{cc} (g kg ⁻¹)	12,84	SB (cmol _c dm ⁻³)	2,64	SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,88
U _{pmp} (g kg ⁻¹)	4,64	CTC (cmol _c dm ⁻³)	3,90	RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	0,20
Ad (g kg ⁻¹)	7,30	V (%)	67,76	PST (%)	5,38

MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); CTC = Capacidade de troca catiônica = [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V = Saturação por bases = (SB/CTC) x 100; PST = Percentagem de sódio trocável (100 x Na⁺/ CTC); Ada = Argila dispersa em água; GF = Grau de flocculação; Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partícula; P = Porosidade total; RAS = Relação de adsorção de sódio [Na⁺ (Ca²⁺ + Mg²⁺)/2]^{1/2}

O.M = Organic matter; S.B = Sum of bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺); C.E.C = Cation exchange capacity = [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; S.B = saturation per Base = (SB/CTC) x 100; ESP=Exchangeable sodium percentage=(100 x Na⁺/ CTC); WDC=water dispersible clay; F.R = Flocculation rate; S.D = Soil density; P.D = Particle Density; T.P = total porosity; SAR=Sodium adsorption relation=[Na⁺ ÷(Ca²⁺ + Mg²⁺)/2]^{1/2}

A irrigação foi feita diariamente com volume de água para manter o solo com umidade próximo à capacidade de campo, registrando-se cada volume aplicado. Essas irrigações foram realizadas com água não salina (CEa = 0,5 dS m⁻¹) e águas salinas (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹) conforme apresentado por (MESQUITA et al., 2012b).

O biofertilizante fresco bovino foi adquirido do estábulo da UFPB, foi transportado em bombas plásticas suficiente para iniciar o processo de fermentação. O biofertilizante rico foi obtido a partir da fermentação metanogênica de esterco fresco bovino misturado com água não clorada e não salina, na proporção de 1:1 (100 L de cada componente) em recipiente com capacidade para 240 litros, acrescido de 4 L de melão, 8 L de leite bovino e 4 kg de gesso agrícola, fornecidos semanalmente nos valores de 1:2:1.

Para manutenção do sistema fermentativo do qual estava hermeticamente fechado, foi conectado em

uma das extremidades uma mangueira de 4 mm de diâmetro na base superior do biodigestor e a outra imersa em um recipiente com água. O gesso continha 68% de solubilidade em água, 21% de umidade, 26% de CaO e 14 a 17% de S (SANTOS & AKIBA, 1996); 100% de suas partículas passaram em peneiras com 2 mm, 70% em peneiras com diâmetro de 0,84 mm e 50% em peneira com diâmetro de 0,30 mm. Além disso, teve-se o cuidado de reservar um espaço de 20% da capacidade do recipiente para facilitar a liberação dos gases produzidos no processo fermentativo. Dois dias antes da semeadura, o biofertilizante foi diluído em água na proporção 1:1 e aplicado em volume equivalente a 10% do volume do substrato (300 mL).

Por ser aplicado na forma líquida, o biofertilizante foi avaliado como se fosse água para irrigação e apresentou os seguintes valores: Ca²⁺ = 21,65, Mg²⁺ = 12,55, Na⁺ = 8,41, K⁺ = 20,68, Cl⁻ = 32,40; HCO₃ = 8,50 mmol_c L⁻¹ e CE=condutividade elétrica a 25 °C = 6,27 dS m⁻¹ e pH= 6,57

segundo (RICHARDS, 1954).

As unidades experimentais foram semeadas com até sete sementes de mamão Havaí com viabilidade de 83%. No dia 29/12/2009 aos 59 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste das mudas de mamoeiro deixando-se TR,ês planta mais vigorosa por tratamento.

A irrigação dos tratamentos de acordo com suas respectivas foi feita com base no processo de pesagem, já mencionado, fornecendo-se diariamente o volume de água suficiente de cada saco plástico (3,5 L) correspondente a evapotranspirada, ou seja, a quantidade de água perdida por evaporação do dia seguinte menos o dia anterior, de modo a elevar o solo ao nível de capacidade de campo. A cada quinze dia do mês foi determinada a altura de plantas, diâmetro do caule, massa seca de raiz, parte aérea e total.

Ao final de cada mês obteve-se o índice de área foliar (IAF), massa seca da parte aérea (MSPA), de raiz (MSR) e total (MST). A altura de plantas (AP) foi determinada pela medição vertical diária através de uma régua milimetrada em cada planta. O diâmetro do caule foi mensurado com auxílio de um paquímetro digital e o material vegetal seco (raiz+folhas) foi obtido após secagem em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 65°C até atingir a massa constante durante 48 horas. O índice de área foliar foi determinado através da metodologia descrita por Grecco et al. (2011), através da seguinte fórmula: $IAF = AF / AS$, onde AF é a área foliar em cm^2 e AS é a área de solo sob domínio das mudas de mamão em cm^2 avaliados no final do experimento.

A análise de crescimento das mudas foi computada a partir dos dados de altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), índice de área foliar (IAF), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e massa seca total (MST), obtendo-se com isso alguns parâmetros de crescimento, tais como: a taxa de crescimento absoluto em altura de plantas (CAAP), em diâmetro (CADC), em massa seca de parte aérea (CAMSPA) como

também massa seca total (CAMST) em função do tempo, respectivamente conforme equação abaixo descrita para cada variável analisada conforme metodologia compilada de Benincasa (2003) avaliada aos 30, 60 e 90 dias após a emergência das plântulas.

A fórmula utilizada para determinação da congruência do crescimento absoluto foi: $TCA = (V_2 - V_1)/(T_2 - T_1)$. Em que, de acordo com a fórmula indicada V significa a variável e T é o tempo de cada período, respectivamente.

O início da emergência das sementes de mamão ocorreu após sete dias de semeadas, haja vista, a estabilização do processo germinativo foi aos 40 dias após a semeadura, sendo esta germinação epígea.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste "F" e regressão polinomial (BANZATTO & KRONKA, 2008). Para o processamento dos dados foi utilizado um software demonstrativo do programa SAS (SAS Institute Inc, 2003).

Resultados e discussão

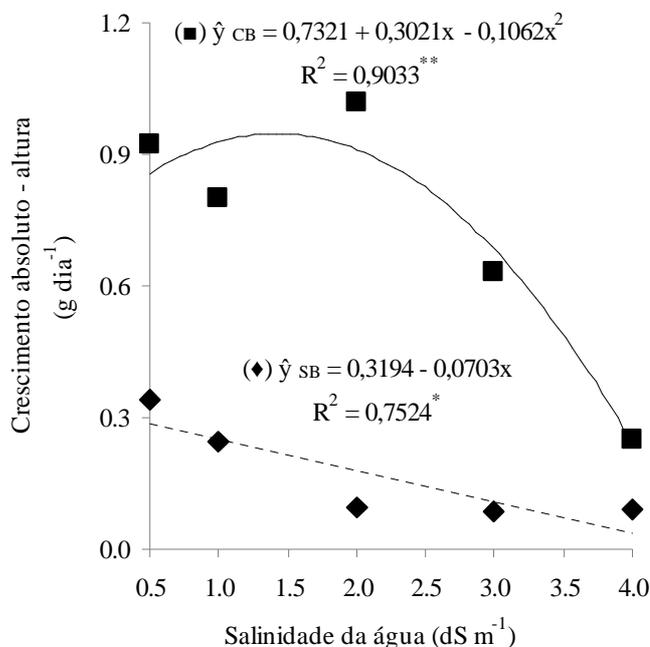
Na primeira situação, no solo sem o insumo orgânico, a análise de crescimento absoluto das mudas de mamoeiro foi drasticamente afetada pela irrigação com água de teor salino maior que $0,5 \text{ dS m}^{-1}$, provocou estresse e inibiu o desenvolvimento das mudas. Nesse sentido, as plantas sofreram declínio de $0,28$ a $0,03 \text{ g dia}^{-1}$ no crescimento absoluto da altura em função do incremento salino das águas ($0,5$ até $4,0 \text{ dS m}^{-1}$) visto que foi no solo sem biofertilizante rico (Figura 1).

O solo com biofertilizante enriquecido estimulou o aumento da taxa de crescimento absoluto das mudas de mamão em até $0,97 \text{ g}$ na salinidade máxima estimada de $1,42 \text{ dS m}^{-1}$. Esse valor difere estatisticamente do valor mínimo de $0,28 \text{ g}$ das plantas irrigadas com água de $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ no solo sem o insumo orgânico. Percentualmente as mudas de mamão Havaí tratadas com biofertilizante

superaram em até 246,42% no crescimento absoluto avaliado pela altura das mudas

quando equiparadas aos substratos sem o composto orgânico (Figura 1).

Figura 1 - Crescimento absoluto da altura de *Carica papaya* sob irrigação suplementar com águas salinas no solo sem (SB) e com biofertilizante bovino (CB) avaliado aos 120 dias após a emergência das plântulas (DAE). CCA/UFPB, Areia-2009.



Essa situação reporta que o mamoeiro, assim como muitas outras plantas moderadamente tolerantes aos efeitos salinos (AYERS & WESTCOT, 1999) responde diferenciadamente à composição iônica da água de irrigação para um mesmo nível de condutividade elétrica.

Independentemente da aplicação de biofertilizante, os dados referente ao crescimento absoluto do diâmetro caulinar das mudas de *Carica papaya* não se adequaram a nenhum modelo de regressão, por isso foi representado pela média 0,072 g dia⁻¹ no solo sem o composto proteico (Figura 2).

Apesar da expressiva superioridade em relação aos tratamentos sem biofertilizante rico, independentemente da época de avaliação, o crescimento absoluto do diâmetro caulinar foi drasticamente reduzido com o acréscimo da salinidade das águas de 0,346 até 0,107 g dia⁻¹ correspondendo a salinidade máxima

estimada de 1,78 e 4,0 dS m⁻¹ no solo com biofertilizante rico, considerando-se que houve homogeneidade no vigor das mudas em função de cada época experimental, a irrigação com água de teor salino maior que 1,78 dS m⁻¹ provocou estresse e inibiu o desenvolvimento do diâmetro radicular das mudas (Figura 2). Consta-se que o insumo orgânico promoveu um incremento em acúmulo de fitomassa na ordem de 380,06% na taxa de crescimento absoluto em termos do diâmetro caulinar das plantas de mamoeiro quando equiparada ao solo sem respectivo insumo.

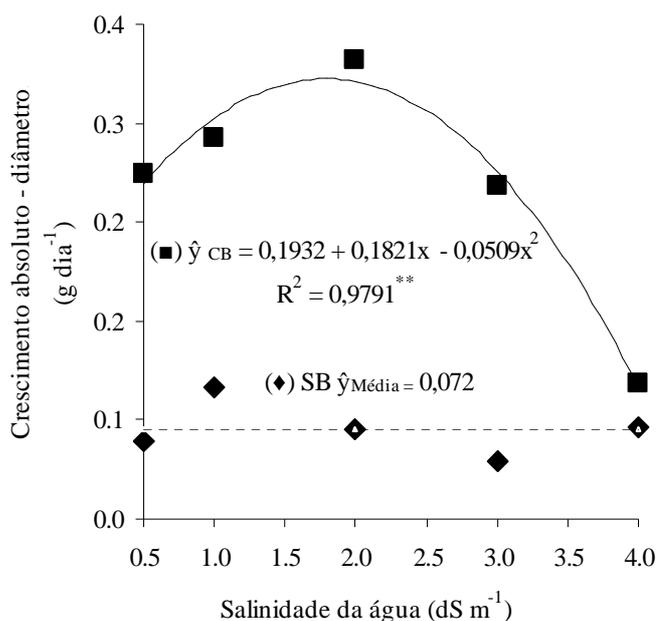
Segundo Mesquita et al. (2012a) o estresse salino afeta a absorção de água pelas espécies cítricas, interferindo na nutrição mineral das plantas (MENEZES et al., 2012) e conseqüentemente no crescimento absoluto do diâmetro caulinar.

Nesse sentido, Mesquita et al. (2012b) e Medeiros et al. (2013) submeteram mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Deg.) e

sementes de tomate cereja (*Lycopersicon pimpinellifolium*), respectivamente à salinidade crescente da água de irrigação, em substratos com e sem biofertilizante bovino, constataram que o diâmetro do caule, biomassa das raízes e parte aérea

diminuíram com o aumento da salinidade de água, mas com declínios estatisticamente inferiores nos tratamentos com insumo, respectivamente por estas culturas.

Figura 2 - Crescimento absoluto do diâmetro caulinar das mudas de mamão Havaí em função da salinidade das águas de irrigação no solo sem (---) e com (—) biofertilizante rico aos 120 dias após a emergência das plântulas (DAE). CCA/UFPB, Areia-2009.



Pela figura 3 o biofertilizante estimulou um acréscimo no índice de área foliar das plantas em até 1,76cm na salinidade máxima estimada de 2,12 dS m⁻¹. Esse valor difere estatisticamente do valor mínimo de 0,40 das plantas irrigadas com água de 0,5 dS m⁻¹ no solo sem o insumo orgânico.

Percentualmente as mudas de mamão Havaí tratadas com biofertilizante enriquecido superaram em até 340% no índice de área foliar das plantas equiparada aos substratos sem o composto orgânico.

Essa queda provavelmente pode ter sido pela elevação do potencial osmótico da solução do solo. Essa confirmação está de encontro com Ferrari et al. (2008), ao avaliarem crescimento e desenvolvimento de plantas de maracujazeiro-doce sob diferentes reguladores vegetais. Esses

autores verificaram que o menor índice de área foliar das plantas de maracujá para os níveis de salinidade mais elevados reflete o efeito do potencial osmótico da solução do solo, inibindo assim, a absorção de água pela planta. Porém, divergindo de Caron et al. (2007) ao observarem em plantas de aroeiras em função da idade aumentos consideráveis do índice de área foliar até aos 120 DAE.

O crescimento absoluto da matéria seca radicular das mudas de mamão Havaí foi influenciado positivamente pela interação salinidade x biofertilizante e pela observação dessa análise de crescimento constatou que as mudas de mamão no substrato aumentou de 0,034 g dia⁻¹ no caráter salino (0,5 dS m⁻¹) atingindo seu maior valor de 0,105 g dia⁻¹ na condutividade elétrica estimada de 1,89 dS

m^{-1} , isto é, no solo com biofertilizante rico aplicado uma semana antes da germinação

(Figura 4).

Figura 3 - Índice de área foliar de mudas de *Carica papaya* sob irrigação suplementar com águas salinas no solo sem (---) e com (—) biofertilizante rico avaliados aos 120 dias após a emergência das plântulas (DAE). CCA/UFPB, Areia-2009.

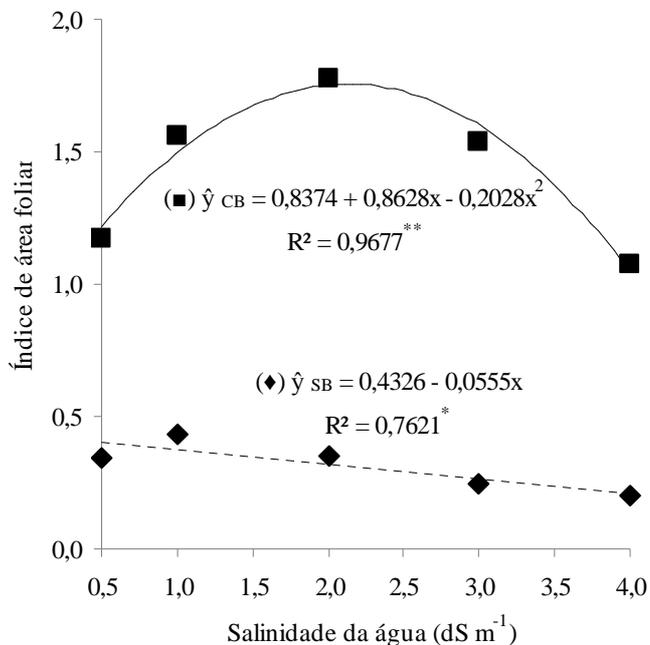
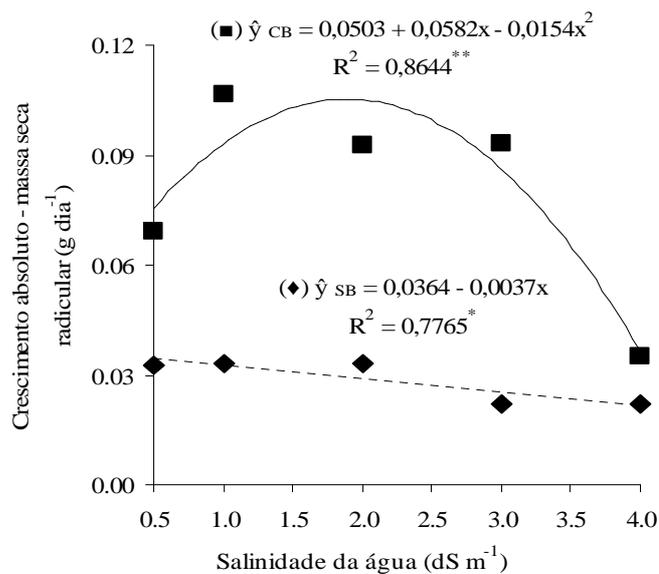


Figura 4 - Crescimento absoluto da massa seca radicular das mudas de mamoeiro irrigada com águas de salinidade crescente no solo sem (---) e com (—) biofertilizante enriquecido aos 120 dias após a emergência das plântulas (DAE). CCA/UFPB, Areia-2009.



Ao comparar os resultados das plantas de mamoeiro no mesmo substrato

com biofertilizante, se observa que apesar da superioridade de 208,82%, após a

emergência, as plântulas sofreram declínio de 0,018 mm para cada aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Esse comportamento provocou uma inibição de 106,87% entre os órgãos das plantas irrigadas com água de 0,5 e 4 dS m⁻¹.

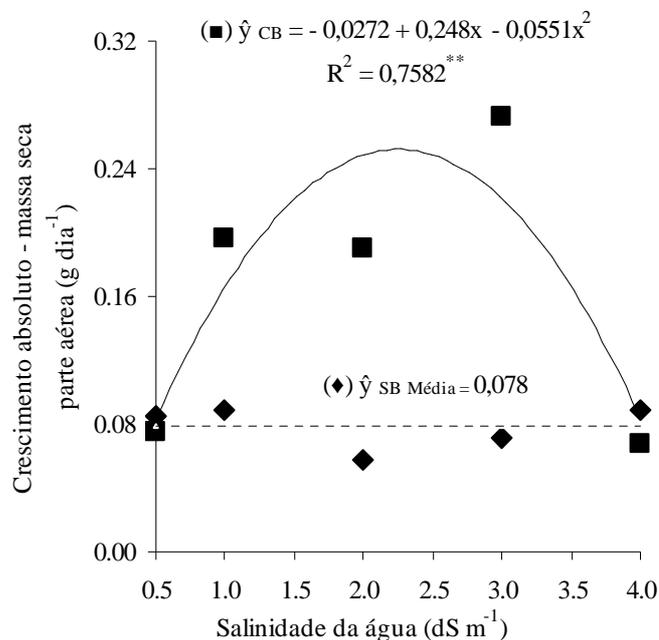
Com base na figura 4, esses resultados no solo sem o insumo e com águas de salinidade crescente estão compatíveis com Mesquita et al. (2012b) após constatarem na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Deg.) com o aumento do teor salino das águas de irrigação reduziu marcadamente o rendimento em acúmulo de fitomassa dessas culturas a níveis consideráveis.

A maior expansão radicular das plantas no solo com biofertilizante, em geral é resposta da melhor condição física

proporcionada ao substrato pelas substâncias húmicas (AIDYN et al., 2012), assim como ao maior acúmulo de solutos orgânicos como carboidratos solúveis e outras substâncias como prolina nas plantas elevando a capacidade de ajustamento osmótico (MAVIA et al., 2012).

No solo sem biofertilizante rico, os valores do crescimento absoluto da massa seca da parte aérea não se ajustaram a nenhum modelo estatístico, por isso, a variação foi representada pelo valor médio de 0,078 g dia⁻¹. Ao relacionar o valor médio de 0,078 g dia⁻¹ com o valor máximo obtido na salinidade máxima estimada da água de irrigação, se constata que o insumo orgânico promoveu um aumento de 221,79% na produção de biomassa das mudas de mamão se comparada ao solo sem biofertilizante (Figura 5).

Figura 5 - Crescimento absoluto da massa seca da parte aérea de mudas de *Carica papaya* sob irrigação suplementar com águas salinas no solo sem (---) e com (—) biofertilizante rico avaliado aos 120 dias após a emergência das plântulas (DAE). CCA/UFPB, Areia-2009.



Esses resultados são promissores se comparados aos dados compilados de Dantas et al. (2009) e Mesquita et al. (2012b), ao estudarem o crescimento absoluto e relativo em mudas de catingueira e de maracujazeiro amarelo

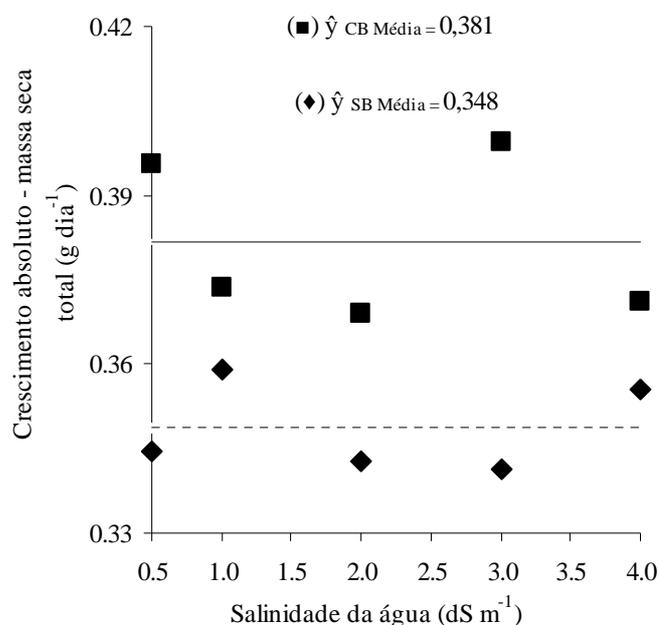
com aplicação de matéria orgânica havendo interação positiva nesses mesmos parâmetros de crescimento analisados.

No solo com biofertilizante, os valores referentes ao crescimento absoluto em termos de massa seca total não se

ajustaram a nenhum modelo de regressão. Apesar da elevada dispersão dos dados, em função do estresse provocado pela salinidade das águas, o insumo orgânico promoveu maior desenvolvimento total das mudas em relação ao solo sem o respectivo insumo admitindo-se valor médio de 0,381 contra 0,348 g dia⁻¹, ou seja, no solo com e sem biofertilizante rico, independentemente do incremento da salinidade da água de irrigação (Figura 6).

Ao considerar que a tolerância das plantas à salinidade é avaliada pelos resultados da interação contato das raízes com o meio salino, e que o mamoeiro é moderadamente tolerante aos efeitos degenerativos dos sais, mas conforme Ayers e Westcot (1999) é sensível aos efeitos dos sais, a irrigação com águas que ofereçam restrições moderadas (CEa > 3,0 dS m⁻¹) ou severas (CEa > 6,0 dS m⁻¹) pode comprometer a produção de mudas com qualidade para o transplante.

Figura 6 - Crescimento absoluto da biomassa seca total de mudas de *Carica papaya* em função da irrigação com águas de salinidade crescente no solo sem (---) e com (—) biofertilizante rico avaliado aos 120 dias após a emergência das plântulas (DAE). CCA/UFPB, Areia-2009.



Conclusão

O crescimento absoluto em altura, diâmetro do caule, índice de área foliar, massa seca de raiz, parte aérea e total de mudas de mamão Havaí foram afetados drasticamente pela ação degenerativa dos sais presente na água de irrigação, mas com menor intensidade no solo com biofertilizante.

A superioridade de todas as variáveis estudadas, aos 120 dias após a emergência das plântulas, indica ação

positiva do uso do biofertilizante enriquecido no solo sob cultivo de mudas de mamão mesmo com águas de qualidade inferior, haja vista, o insumo orgânico não eliminou, mas atenuou os efeitos degenerativos do excesso de sais da água de irrigação às plantas.

Com base nos resultados é possível cultivar mudas de mamão Havaí em solo com insumo orgânico com águas de restrição de até 2,5 dS m⁻¹ sem prejuízos significativos ao crescimento e desenvolvimento da cultura.

Agradecimentos

A FAPESQ-PB pela concessão da Bolsa de Pesquisa pelo Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Regional no Estado da Paraíba (Programa DCR-PB).

Referências

AIDYN, A.; KANT, C.; TURAN, M. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. **African Journal of Agricultural Research**. v. 7, n. 7, p. 1073-1086, 2012. <DOI: 10.5897/AJAR10.274> 01 de Março de 2013.

Anuário Brasileiro de Fruticultura. Gazeta: Santa Cruz do Sul, RS. 2012, 131p. <http://www.gaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2012/04/20120402_0061a1612/pdf/3158_2012_fruticultura_double_web.pdf> 02 de Março de 2013.

AYERS, R.S. E WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. <<http://www.ars.usda.gov/sp2UserFiles/Place/53102000/hb60pdf/hb60complete.pdf>> 02 de Março de 2013.

BANZATTO, D. A. E KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: UNESP, 2008. 247pp.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, SP. FUNEP, 2003. 41pp. <<http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume213/p53a63.pdf>> 02 de Março de 2013.

BRITO NETO, J. F.; PEREIRA, W. E.; CAVALCANTE, L. F.; ARAÚJO, R. C.; LACERDA, J. S. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro 'sunrise solo' em função de doses de nitrogênio e boro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.

32, n. 1, p. 69-80, 2011. <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/3703/7179>> 01 de Março de 2013.

CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L. Uso de água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Ed.). **Algumas frutíferas tropicais e asalinidade**. Jaboticabal: FUNEP, cap. 1, 2006. p. 1-17.

CARON, B. O.; MEIRA, W. R.; SCHMIDT, D.; SANTOS FILHO, B. G.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A. MÜLLER, L. Análise de crescimento de plantas de aroeira vermelha no município de Jiparaná, RO. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.14, n.1, p. 1-13. 2007. <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/viewFile/2474/1933>> 01 de Março de 2013.

DANTAS, B. F.; LOPES, A. P.; SILVA, F. F. S. DA.; LÚCIO, A. A.; BATISTA, P. F.; PIRES, M. M. M. L.; ARAGÃO, C. A. Taxas de crescimento de mudas de catingueira submetidas a diferentes substratos e sombreamentos. **Revista árvore**, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 413-423, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622009000300003>> 01 de Março de 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p. (Embrapa – CNPS. Documentos, 1).

FERRARI, T. B.; FERREIRA, B.; ZUCARELI, V.; BOARO, C. S. F. Efeito de reguladores vegetais nos índices da análise de crescimento de plântulas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Biotemas**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 45-51, 2008. <<http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume213/p45-51.pdf>> 02 de Março de 2013.

FONTES, R. V.; VIANA, A. P.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, J. G.; VIEIRA, H. D. Manejo da cultura do híbrido de mamoeiro (*Carica papaya* L.) do grupo 'FORMOSA' UENF/CALIMAN-01 para melhoria na qualidade do fruto com menor aplicação de adubação NPK. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 143-151, 2012. <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v34n1/v34n1a20.pdf>> 01 de Março de 2013.

GRECCO, E. D.; SILVEIRA, L. F. V.; LIMA, V. L. S.; PEZZOPANE, J. E. M. Estimativa do índice de área foliar e determinação do coeficiente de extinção luminosa da abóbora *Cucurbita moschata* var. japonesa. **IDESIA (Chile)**, v. 29, Nº 1. 2011, pp. 37-41. < <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000100006>>.

1

GOMES, K. R.; AMORIN, A. V.; FERREIRA, F. J.; A. FILHO, LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.4, p.365-370, 2011.< <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v15n4/v15n4a4a06.pdf>>.

KUMAR, M.; FAHEEM, M.; SINGH, S.; SHAHZAD, A.; BHARGAVA, A. K. Antifungal activity of the *Carica papaya* important food and drug plant. **Asian Journal of Plant Science and Research**, v. 3, n. 1, p. 83-86, 2013.<<http://www.pelagiaresearchlibrary.com/asian-journal-of-plant-science/vol3-iss1/AJPSR-2013-3-1-83-86.pdf>> 01 de Março de 2013.

LIMA, J. F. PEIXOTO. C. P.; LEDO, C. A. da. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1358-1363, 2007. <[http://dx.doi.org/10.1590/S1413-](http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000500013)

70542007000500013> 01 de Março de 2013.

LIMA, J. F. de; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. da S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p.1358-1363, 2007. <<http://www.agriambi.com.br/revista/v17n10/v17n10a04.pdf>>.

MAVIA, M. S.; MARSCHNERA, P.; CHITTLEBOROUGH, D. J.; COXC, J. W.; SANDERMANE, J. Salinidade e sodicidade afetam a respiração do solo e da dinâmica da matéria orgânica dissolvida diferencialmente em solos de diferentes texturas. **Soil Biology and Biochemistry**. v. 45, n. 1, p. 8-13, 2012.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; RODRIGUES, R. M.; MESQUITA, F. O.; BRUNO, R. L.A.; FERREIRA NETO, B. M. Uso de biofertilizantes e águas salinas em plantas de *Licopersicon pimpinellifolium* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, PE, v. 8, n. 1, p.156-162, 2013. < DOI:10.5039/agraria.v8i1a1679>

MENEZES, E. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; CAMPOS, V. B.; DANTAS, T. A. G. Composição mineral do maracujazeiro amarelo em resposta ao biofertilizante bovino e cloreto de potássio no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 7, n. 2, p. 260-268, 2012. <DOI: 10.5039/agraria.v7i2a1637> 01 de Março de 2013.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; REBEQUI, A. M.; LIMA NETO, A. J.; NUNES, J. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade em solo com biofertilizante bovino. **Revista Ciência del Suelo**, v. 30, n. 1, p. 31-41, 2012a.<http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672012000100004&script=sci_abstract> 01 de Março de 2013.

MESQUITA, F. O.; REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; LUNA SOUTO, A. G.

L. Crescimento absoluto e relativo de mudas de maracujazeiro sob biofertilizante e águas salinas. **Revista de Ciências Agrárias (Lisboa)**, v. 35, n. 1, p. 229-239, 2012b.

<<http://www.scielo.gpeari.mctes.pt/scielo.php?pid=S0871-018X2012000100022&script=sciarttext>> 01 de Março de 2013.

MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; BATISTA, R. O. Crescimento inicial de *Carica papaya* sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizante bovino. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2689-2704, 2012. <DOI:10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2689>.

NÓBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. M.; FIDELES FILHO, J. Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. v. 5, n. 3, Campina Grande, pp. 437-443, 2001. <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v5n3/v5n3a12.pdf>>.

OLIVEIRA, E. J.; DANTAS, J. L. L.; CASTELLEN, M. S.; LIMA, D. S.; BARBOSA, H. S.; MOTTA, T. B. N. Marcadores moleculares na predição do sexo em plantas de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 12, p.1747-1754, 2007. <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v42n12/a12v4212.pdf>> 01 de Março de 2013.

OPEA, O. B.; EPHRAIM, J. H. Effect of humic acid on the kinetics and mechanism of copper adsorption in soil-solution system. **Journal of applied science in environment sanitation**. v. 7, n. 2, p. 137-146, 2012. <<http://www.trisanita.org/jases/asespaper2012/ases19v7n2y2012.pdf>> 01 de Março de 2013.

PEIXOTO, C. P.; LIMA, J. F.; SILVA, V.; BORGES, V. P.; MACHADO, G. S. Índices fisiológicos de cultivares de mamoneira nas condições agroecológicas do recôncavo

baiano. **Revista Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 22, n. 3,4 p. 168-177, 2010. <<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCQQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ufrb.edu.br%2Fmagistra%2F2000-atual%2Fvolume-22-ano-2010>>.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954.160p. (Agriculture, 60).

SANTOS, A. C. V.; AKIBA, F. Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa. **Seropédica**: UFRRJ, Impr. Univ., 1996. 35p.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBREBAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006. 306p.

SAS Institute. SAS/ESTAT 2003: user's guide: statistics version 9.1 Cary, 1 CD-ROM. 2003.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

Recebido em: 29/04/2013

Aceito em: 16/06/2014