

Produção de mudas de *Piptadenia moniliformis* B. irrigadas com água residuária da carcinicultura

Production of Piptadenia moniliformis B. seedlings irrigated by waste water from shrimp farming

Gleydson Vinicius dos Santos Silveira¹, Alan Cauê de Holanda², Allyson Rocha Alves³,
Jenickson Rayron da Silva Costa⁴, Ewerton Souto Pinheiro⁵

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da irrigação com diferentes concentrações salinas de água proveniente da carcinicultura, sobre o desenvolvimento inicial de mudas de *Piptadenia moniliformis* Benth. O experimento foi conduzido em casa de sombra localizada na Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com uma espécie, cinco tratamentos e 7 repetições. Os tratamentos consistiram em irrigação com água destilada (testemunha) e salina com as respectivas condutividades elétricas (CE) em mS cm^{-1} de 2,1; 3,05; 4,83; 6,84. Foram utilizadas bandejas plásticas com substrato fibra de coco e semeadas com uma semente em cada célula. Doze dias após a germinação, foi realizada a repicagem para sacos de polietileno (820 cm^3) com substrato a base de composto orgânico mais arisco na proporção 2:1. Diariamente, ao final da tarde, as mudas foram irrigadas com 100 ml de água por recipiente. A cada 15 dias foram feitas as avaliações dos parâmetros morfológicos (altura, diâmetro do coleto e número de folhas) e, ao final, avaliou-se a massa seca da raiz, caule e folhas. Aos 60 dias após a repicagem a testemunha e o tratamento de menor teor salino ($2,1 \text{ mS cm}^{-1}$) tiveram o maior crescimento em altura (17,57 e 16,18 cm), diâmetro (2,96 e 2,71 mm), o maior número de folhas (10,00 e 8,42) e os maiores valores de IQD (0,1971 e 0,1320, respectivamente). O crescimento das mudas de *Piptadenia moniliformis* foi reduzido em resposta ao aumento da condutividade elétrica. Nas condições do estudo, a espécie apresentou tolerância à água de irrigação com condutividade elétrica de até $2,1 \text{ mS cm}^{-1}$.

Palavras-chave: Catanduva. Estresse salino. Produção vegetal. Reuso da água. Viveiros florestais.

ABSTRACT: The effect of irrigation with different saline concentrations of water from shrimp farming on the early development of *Piptadenia moniliformis* Benth seedlings was analyzed. Assay was conducted in a shade house at the Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) by a totally randomized design with one species, five treatments and seven replications. Treatments comprised irrigation with distilled (control) and saline water, with different electrical conductivities: 2.1; 3.05; 4.83; 6.84 mS cm^{-1} . Plastic trays were used containing coconut fiber and planted with one seed per cell. They were replanted in polyethylene bags (820 cm^3) twelve days after germination, with substrate featuring organic compound and sand at 2:1. Daily, by the end of the day, seedlings were irrigated with 100 ml of water per recipient. Evaluations of morphological parameters (height, diameter and number of leaves) were undertaken every fortnight; finally, the dry matter of root, stalk and leaves was evaluated. After 60 days from replanting, control and treatment with the lowest saline rate (2.1 mS cm^{-1}) had the greatest increase in height (17.57 and 16.18 cm), diameter (2.96 and 2.71 mm), the greatest number of leaves (10.00 and 8.42) and highest rates IQD (0.1971 and 0.1320, respectively). Growth of *Piptadenia moniliformis* seedlings decreased as electrical conductivity increased. Within the study's conditions, species was tolerant to irrigation water at electrical conductivity 2.1 mS cm^{-1} .

Keywords: Catanduva. Forest greenhouses. Reusage of water. Salt water stress. Vegetal production.

Autor correspondente:

Gleydson Vinicius dos Santos Silveira: gleydsonvinicius2013@gmail.com

Recebido em: 23/06/2020

Aceito em: 13/04/2021

¹ Acadêmico em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

² Doutor em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Professor Associado da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

³ Doutor em Ciências Florestais pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Professor Associado da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

⁴ Mestrando em Ciência Florestal pela Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP/FCA), Botucatu (SP), Brasil.

⁵ Acadêmico em Engenharia Florestal na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.



INTRODUÇÃO

O reuso da água é uma alternativa que favorece a utilização dos recursos naturais de forma sustentável. Além de evitar o descarte indevido de água residuária, pode apresentar benefícios econômicos, diminuindo o consumo de outras fontes hídricas que podem ser utilizadas para fins mais nobres. Para Cabral *et al.* (2019) a água é um recurso natural limitado que vem sofrendo grande pressão pelas ações antrópicas devido ao uso desordenado principalmente na agricultura, o que torna a disponibilidade deste recurso cada vez mais difícil estimulando a utilização sustentável, como o reuso de águas residuárias para produção de mudas.

Entre as alternativas de reuso, a irrigação de mudas é apontada como uma das mais viáveis, em virtude da redução da carga poluidora dos efluentes e do aporte de nutrientes para culturas, com provável economia de fertilizantes (TOZE, 2006). Outro fator que fortalece o reuso da água é a utilização dessa técnica para regiões de baixa precipitação pluviométrica, onde a água costuma ser um recurso escasso.

Segundo Medeiros *et al.* (2012) o reuso dos recursos hídricos é de grande importância principalmente na região Nordeste, já que aproximadamente 60% do seu território é ocupado por áreas com clima semiárido. Por ser uma região com baixa precipitação pluviométrica e por apresentar uma alta taxa de evapotranspiração, o desenvolvimento das plantas é limitado devido ao déficit hídrico (MAGALHÃES *et al.*, 2019).

O uso de água residuária pode ser empregado como um método de irrigação alternativo para produção de mudas de espécies florestais, amortecendo a demanda pelos recursos hídricos, principalmente em regiões com baixa disponibilidade de fontes hídricas, ou que enfrentam disponibilidade sazonal desse recurso.

A utilização de águas residuárias na irrigação de mudas tem apresentado excelentes resultados uma vez que são geralmente ricas em nutrientes (SANTOS *et al.*, 2015; BARRAZA-GUARDADO *et al.*, 2013). A carcinicultura é uma atividade que utiliza bastante água e gera um grande volume de efluentes não reaproveitados, comumente descartados de forma incorreta e não sustentável (BEZERRA *et al.*, 2016).

A demanda por camarões é crescente no mercado nacional e internacional. Contudo, essa atividade gera impactos ambientais negativos que demandam cuidado e atenção, como o aumento da utilização da água e o descarte de efluentes de forma incorreta. A disposição inadequada da água residuária dessa atividade pode gerar a eutrofização artificial nos corpos d'água próximos às fazendas de camarão, contribuindo para quebra da estabilidade no ecossistema (LEITÃO *et al.*, 2011).

Os efluentes da carcinicultura podem apresentar um elevado grau de matéria orgânica proveniente da decantação de fezes, exoesqueletos dos animais e alimento não consumido, o que sugere o reaproveitamento desses efluentes na irrigação de mudas florestais (BRAGA *et al.*, 2017). Porém, existem questionamentos quanto aos efeitos da aplicação desses efluentes sobre as espécies vegetais (TOZE, 2006).

Devido aos altos níveis salinos, a água residuária da carcinicultura deve ser foco de estudos que possam prever efeitos negativos do seu uso para irrigação de espécies vegetais, haja vista a comprovação de seus efeitos nas funções metabólicas, fisiológicas e anatômicas durante o desenvolvimento inicial de mudas (DUTRA *et al.*, 2017).

O uso de espécies florestais nativas para programas de recuperação de áreas salinizadas, e reflorestamentos de um modo geral, vem aumentando nos últimos anos e, muitas dessas espécies, podem apresentar adaptação e resistência à irrigação com certos níveis de salinidade (RIBEIRO *et al.*, 2014). Entretanto, existe uma necessidade de se analisar cientificamente o comportamento de diferentes espécies em condições de estresse salino, e os limites de tolerância que irão variar para cada espécie (SILVA *et al.*, 2009).

Analisando as espécies do semiárido brasileiro que apresentam um amplo uso, a *Piptadenia moniliformis* Benth, conhecida popularmente como Catanduva, é uma espécie arbórea pioneira nativa do Nordeste brasileiro (MAIA, 2012). Sendo uma planta rústica, de rápido crescimento, que apresenta um alto valor apícola, forragem de excelente qualidade, ao mesmo tempo em que fornece madeira, lenha e carvão e também é utilizada em reflorestamentos (LORENZI, 2002). Essas características e a utilização para fins econômicos e tradicionais fazem com que a *P. moniliformis* seja uma espécie de interesse para estudos científicos visando seu cultivo e produção de mudas.

Diante desse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito da irrigação com diferentes concentrações salinas de água proveniente da carcinicultura sobre o crescimento inicial de mudas de *P. moniliformis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de sombra com tela de sombreamento a 50%, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), localizada entre as coordenadas geográficas 5°11' S e 37°20' W, Mossoró (RN). O clima da região é classificado como BSw^h, segundo a classificação de Köppen, sendo seco e quente, com duas estações climáticas: uma seca que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio. A precipitação média anual é de 695 mm, a temperatura média anual é de 27 °C, umidade relativa de 65% e altitude de 18 m (INMET, 2008).

As sementes da espécie *P. moniliformis* foram coletadas em árvores matrizes e doadas pelo Projeto Caatinga/UFERSA/Petrobras. Elas foram beneficiadas no laboratório de Silvicultura da UFERSA para posteriormente serem semeadas em bandejas plásticas rígidas (43 x 335 x 664 mm) contendo como substrato fibra de coco.

Doze dias após a germinação foram selecionadas as plântulas de maior vigor que foram transplantadas para recipientes plásticos de polietileno (820 cm³) preenchido com um substrato formado por composto orgânico (esterco de ruminantes, inoculantes e biomassa vegetal) mais arisco na proporção 2:1. Após a mistura, o substrato foi submetido à análise química de fertilidade, pH, condutividade elétrica e matéria orgânica (Tabela 1).

O arisco utilizado foi, a princípio, o principal responsável pelo elevado teor de salinidade no substrato, o mesmo foi coletado no local de realização do experimento. Devido à região na qual o estudo foi realizado apresentar solos férteis e evapotranspiração potencial elevada, os teores de sais solúveis nos solos se mostram altos.

Tabela 1. Características químicas do substrato a base de composto orgânico e arisco

N	pH	CE	MO	K+	Na+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	CTC	V	PST
g/kg	água	mS/cm	g/kg				cmol/dm ³					%		
4,69	7	5,97	18,81	5,73	16,43	10,3	3,75	0	0,17	35,82	35,82	36	100	20

N (Nitrogênio); pH (Potencial hidrogeniônico); CE (Condutividade elétrica); MO (Matéria orgânica); K+ (Potássio); Na+ (Sódio); Ca²⁺ (Cálcio); Mg²⁺ (Magnésio); Al³⁺ (Alumínio); H+Al (Acidez potencial); SB (Soma de base); t (capacidade de troca de cátions efetiva); CTC (Capacidade de troca de cátions); V (Saturação por bases); PST (Porcentagem de sódio trocável).

A água residuária utilizada para a irrigação das mudas foi proveniente de uma fazenda de carcinicultura (Fazenda Aquarium Aquicultura) localizada no município de Mossoró (RN). A água residuária foi diluída

em água destilada nas proporções (40 x 1; 25 x 1; 15 x 1; 10 x 1) que corresponderam às condutividades elétricas (CE): 2,1; 3,05; 4,83; e 6,84 mS cm⁻¹ respectivamente. Cada diluição foi armazenada em recipientes plásticos com capacidade para 30 litros. Diariamente, ao final da tarde, cada recipiente plástico de polietileno foi irrigado com 100 ml de água com as respectivas diluições.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado sendo uma espécie (*P. moniliformis*), cinco níveis de condutividade elétrica (0,00; 2,10; 3,05; 4,83; e 6,84 mS cm⁻¹) e sete repetições, totalizando 35 plântulas.

A cada 15 dias após a repicagem foram feitas as avaliações dos parâmetros morfológicos das mudas (totalizando 4 avaliações ao longo dos 60 dias de experimento). Em razão do início do plano de emergência referente à Covid-19, foi necessário concluir o trabalho, por conta das medidas de segurança adotadas pela universidade. Entretanto, foi possível finalizar a pesquisa sem que ela fosse prejudicada.

Os parâmetros morfológicos avaliados foram a altura da plântula (H), mensurada com o auxílio de uma régua até o ápice da gema apical; diâmetro do caule (DC) na altura do coleto, mensurado com um paquímetro digital; e contagem do número de folhas (NF). Ao final do experimento, as plantas foram separadas em parte aérea e raiz para obter-se os respectivos parâmetros, sendo eles: massa seca das folhas (PMSF); massa seca do caule (PMSC); e massa seca da raiz (PMSR). Feito isso, o material foi acondicionado em sacos de papel e levado para estufa de circulação de ar forçada a 75 °C, onde permaneceram por 72 horas e, posteriormente, aferida a massa.

Para avaliar a robustez das mudas utilizou-se o índice de qualidade de Dickson (IQD), que é calculado (Equação 1) baseado em um conjunto de variáveis das mudas, como altura da parte aérea (H), diâmetro do coleto (DC), peso de matéria seca da folha (PMSF), peso de matéria seca do caule (PMSC), peso de matéria seca das raízes (PMSR), e peso de matéria seca total (PMST), por meio da fórmula (DICKSON *et al.*, 1960):

$$IQD = \frac{PMST}{\frac{H}{DC} + \frac{(PMSF+PMSC)}{PMSR}} \quad (1)$$

Em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson; PMST = peso de matéria seca total, g; H = altura da parte aérea, cm; DC = diâmetro do coleto, mm; peso de matéria seca da folha (PMSF), g; peso de matéria seca do caule (PMSC), g; e PMSR = peso de matéria seca da raiz, g.

Foi utilizado para comparar as variáveis o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do *software* estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento em altura, diâmetro do coleto e número de folhas foram afetados pelo aumento da CE da água. Nos primeiros 15 dias percebe-se que há diferenças estatísticas entre a testemunha e tratamentos para as variáveis altura e número de folhas, sendo mais evidente para o número de folhas com CE acima de 3,05 mS cm⁻¹. Exceto para o tratamento 2,1 mS cm⁻¹, quando comparados a testemunha, dos 30 dias em diante as diferenças entre as variáveis começam a ficar expressivas (Tabela 2).

Observou-se que a espécie *P. moniliformis* não diferiu estatisticamente entre os tratamentos testemunha e 2,1 mS cm⁻¹ de CE, sendo as maiores médias para altura, diâmetro do coleto e número de folhas, aos 60 dias. A partir de uma CE a 3,05 mS cm⁻¹ as plântulas responderam de forma negativa ao aumento

da salinidade, se agravando com a redução final do número de folhas (5,31) para uma CE a 6,84 mS cm⁻¹. Pode-se relacionar os resultados à toxicidade que o excesso de sais ocasiona no metabolismo da *Piptadenia moniliformis*.

Ao final do experimento (60 dias), observou-se (Tabela 2) que há um decréscimo nas médias à medida que os níveis de CE vão aumentando. Não muito diferente ao observado no presente trabalho, Nogueira *et al.* (2012) observaram uma diminuição no crescimento de plantas de *Delonix regia*, à medida que se aumentava os níveis de salinidade, onde os sais que se acumulavam no substrato dificultaram a absorção de água e nutrientes pelas plantas.

Tabela 2. Valores médios das características morfológicas das variáveis, altura de plantas (cm); diâmetro do coleto (mm); número de folhas

Tratamento	Dias após o transplântio			
	Altura (cm)			
	15	30	45	60
Testemunha	9,71±2,73 a	12,90±3,37 a	15,96±3,32 a	17,57±2,61 a
2,1	6,42±1,61 b	11,45±3,52 ab	14,71±2,69 a	16,18±2,03 a
3,05	5,00±0,76 b	6,64±0,85 b	8,35±2,56 b	8,57±2,13 b
4,83	5,00±1,30 b	5,50±3,32 c	5,63±2,33 c	5,71±1,32 c
6,84	4,35±0,85 b	4,41±1,73 c	4,57±1,11 c	5,38±0,86 c
	Diâmetro do coleto (mm)			
Testemunha	1,78±0,42 a	2,26±0,59 a	2,76±0,63 a	2,96±0,48 a
2,1	1,76±0,35 a	2,22±0,27 a	2,66±0,48 a	2,71±0,46 a
3,05	1,70±0,39 a	2,00±0,33 ab	2,06±0,36 a	2,10±0,76 b
4,83	1,68±0,12 a	1,72±1,08 b	1,79±1,09 b	1,88±0,25 b
6,84	1,60±0,33 a	1,65±0,54 b	1,73±0,33 b	1,79±0,15 b
	Número de folhas			
Testemunha	7,14±1,77 a	8,07±1,23 a	9,28±1,38 a	10,00±1,03 a
2,1	6,57±0,53 a	7,00±1,52 a	7,85±1,67 a	8,42±0,59 ab
3,05	5,71±1,11 abc	5,77±1,27 b	6,14±1,21 b	7,32±0,56 b
4,83	5,28±0,95 bc	5,30±2,73 bc	5,33±0,33 bc	6,04±0,48 c
6,84	4,14±1,06 c	5,00±1,13 bc	5,00±0,25c	5,31±0,15 c

*As médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados observados evidenciam que plantas de *P. moniliformis* são afetadas em teores elevados de CE superiores a 3,05 mS cm⁻¹, diminuindo seu crescimento. Entretanto, ao considerarmos a CE inicial do substrato em conjunto com a salinidade da água residuária, constatou-se uma excessiva elevação no teor de sais presentes no meio, com base nessas informações observou-se que, a princípio, a planta apresenta uma tolerância ainda maior à salinidade mencionada anteriormente (3,05 mS cm⁻¹), haja vista que o substrato utilizado, por si só, já possui uma elevada CE. Para Gonçalves *et al.* (2000) é recomendado que a condutividade elétrica do substrato não exceda o limite de 1,0 mS cm⁻¹.

Para Gruszynski (2002), uma condutividade elétrica é considerada elevada, para irrigação, quando apresenta valores entre 3,5 e 5,0 mS cm⁻¹. Ao observar os valores de CE neste estudo, pode-se relacionar os efeitos negativos encontrados para as maiores CE, ao fato de que o uso de efluentes com alta CE na irrigação gera acumulação de sais no substrato e ocasiona efeitos tóxicos como: rompimento da estrutura das enzimas e outras macromoléculas, danos às organelas celulares e à membrana plasmática (DASZKOWSKA-GOLEC, 2011).

Em trabalho semelhante realizado com diferentes espécies do Nordeste, Holanda *et al.* (2007) constataram que o angico (*Anadenanthera macrocarpa*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), cumaru (*Amburana cearensis*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), apresentam sensibilidade a teores elevados de salinidade (3,5 e 5,0 mS cm⁻¹), conforme Gruszynski (2002), em trabalho similar, o que ocasiona redução no crescimento em altura e outras variáveis, conforme observado nos resultados deste estudo e de trabalhos citados anteriormente.

O tratamento com água de menor CE (2,1 mS cm⁻¹) apresentou os maiores valores médios em altura e diâmetro (com exceção da testemunha), quando comparado aos demais tratamentos. As plantas submetidas aos menores níveis de CE também apresentaram maior número de folhas, podendo-se ligar isso ao fato de que as plantas irrigadas com os menores níveis de sais obtiveram menor interferência em seu metabolismo.

Os efeitos de níveis elevados de CE também são encontrados em outros trabalhos com espécies arbóreas, conforme citam Oliveira *et al.* (2013) ao descreverem que encontraram efeitos negativos, em irrigação com água de alta salinidade (5,0 mS cm⁻¹), para o desenvolvimento em altura, diâmetro e número de folhas de plantas de *Moringa oleifera* (moringa), tendo o seu crescimento acrescido com a diminuição da CE (0,8 mS cm⁻¹) na água.

444 Além dos efeitos citados anteriormente, a alta salinidade, segundo Silva *et al.* (2011), pode provocar uma redução no potencial hídrico do solo, efeitos tóxicos, que causam distúrbios funcionais no metabolismo da planta e fazem com que ela venha a reduzir o seu crescimento. Outro fator que atrapalha o metabolismo vegetal da planta com aumento nos níveis de salinidade, segundo James *et al.* (2012), é a tendência de rapidamente os seus estômatos se fecharem na tentativa de amenizar a perda de água da câmara subestomática. A parte fisiológica da planta é bastante afetada e ocorrem vários prejuízos quando ela se encontra sob estresse salino, conforme citam Sengar *et al.* (2013), ao descreverem que há prejuízos na taxa fotossintética devido à redução da área foliar, teores de clorofila e condutância. Assim, a redução no número de folhas foi provavelmente ocasionada, neste trabalho, devido ao excessivo aumento na CE.

A relação entre altura e diâmetro do coleto (H/DC) foi semelhante entre o tratamento 2,1 mS cm⁻¹ e a testemunha, ambos superiores quando comparados com os demais (Tabela 3). As menores médias obtidas foram para os tratamentos 4,83 e 6,84 mS cm⁻¹ (3,10 e 2,76 cm mm⁻¹). Este parâmetro deve situar-se entre 5,4 a 8,1 cm mm⁻¹, porém, essa relação pode variar em função da espécie e do tipo de substrato utilizado (CARNEIRO, 1995). No presente trabalho essa variação se deu por meio do acúmulo de sais no substrato utilizado, e as alterações fisiológicas ocasionadas por estes sais que resultaram em menor crescimento das mudas.

Diante da relação (H/DC) é possível verificar até qual CE as mudas conseguem manter um incremento positivo ao longo trabalho, sem sofrer maiores interferências em seu desempenho. A relação (H/DC), para Carneiro (1995), é um dos parâmetros morfológicos mais importantes para estimar o crescimento das mudas em campo, pois apresenta o equilíbrio de desenvolvimento da planta, além de expressar a sobrevivência na área de plantio.

Para a produção de massa seca da parte aérea (MSPA), a testemunha obteve a maior média, seguido pelo tratamento 2,1 mS cm⁻¹ (Tabela 3). Verifica-se redução da MSPA para os maiores níveis de CE. A massa

seca da raiz (PMSR) teve o mesmo comportamento que a MSPA, no entanto, a resposta variou de acordo com a CE, com o tratamento testemunha apresentando maior média, porém estatisticamente igual ao tratamento 2,1 mS cm⁻¹, e os menores valores foram observados para as médias dos tratamentos com CE 4,83 e 6,84 mS cm⁻¹.

A relação entre PMSA/PMSR foi influenciada pela salinidade da água. As maiores médias foram obtidas nos tratamentos de menor CE (2,1 mS cm⁻¹) e na testemunha, resultados que não diferiram estatisticamente, decrescendo em seguida com aumento do estresse salino. Semelhante à relação H/DC, o aumento da CE provocou um declínio nos valores médios para relação PMSA/PMSR nos tratamentos 3,05; 4,83; e 6,84 mS cm⁻¹.

Tabela 3. Valores médios, relação da altura da parte aérea/diâmetro do coleto (H/DC), peso da massa seca da parte aérea (MSPA), peso da massa seca da raiz (PMSR), relação das massas secas da parte aérea e raiz (MSPA/PMSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD)

Tratamento (CE)	H/DC (cm mm ⁻¹)	PMSA (g)	PMSR (g)	PMSA/PMSR	IQD
Testemunha	5,75 ± 1,32 a	1,71 ± 0,69 a	0,36 ± 0,30 a	4,75 ± 1,80 a	0,1971 ± 0,19 a
2,1 mS	5,23 ± 1,09 a	1,00 ± 0,41 b	0,24 ± 0,34 ab	4,16 ± 1,75 a	0,1320 ± 0,13 a
3,05 mS	3,64 ± 0,44 b	0,28 ± 0,08 c	0,08 ± 0,42 bc	3,50 ± 1,69 b	0,0504 ± 0,15 b
4,83 mS	3,10 ± 0,24 bc	0,15 ± 0,90 c	0,06 ± 0,37 bc	2,50 ± 1,05 b	0,0161 ± 0,19 c
6,84 mS	2,76 ± 0,21 bc	0,12 ± 0,79 c	0,04 ± 0,29 c	0,30 ± 0,12 c	0,0158 ± 0,11 c

*As médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Podem-se associar esses resultados observados no presente trabalho, ao fato de que a salinidade, segundo Avrella *et al.* (2019), perturba o equilíbrio nutricional de elementos químicos essencial ao metabolismo vegetal, interferindo em um ou mais mecanismos, incluindo interações competitivas entre íons no substrato e efeitos na seletividade da membrana, reduzindo a absorção de nutrientes importantes como cálcio, magnésio, potássio, fósforo.

O aumento na condutividade elétrica ocasionou uma redução no peso de massa seca da *P. moniliformis* e os tratamentos de menores CE (testemunha e tratamento de 2,1 mS cm⁻¹) obtiveram as maiores médias no parâmetro peso da massa seca. A irrigação com água residuária proveniente da carcinicultura, para a respectiva espécie, mostrou ser aceitável desde que não ultrapasse uma CE de 2,1 mS cm⁻¹. A massa seca pode ser considerada uma característica importante que está relacionada com o desenvolvimento da planta, quanto maior o valor da massa seca, melhor a qualidade da muda (BATISTA *et al.*, 2014). Resultado similar foi encontrado por Souza *et al.* (2017) que observaram, em mudas de favela, que o nível mais alto de salinidade (5,0 dS m⁻¹) reduz a produção da MSPA e PMSR, tendências essas semelhantes ao presente estudo.

Os reduzidos valores para PMSR podem ser justificados devido ao excesso de sais presentes na água utilizada, como também no próprio substrato, uma vez que o mesmo apresenta uma elevada salinidade. Para Guimarães *et al.* (2013), o efeito da salinidade pode afetar, ainda mais, o sistema radicular, pelo fato de que as raízes estão em contato direto com os sais do meio, afetando a absorção de água e nutrientes.

Outro fator que pode explicar a redução do PSMA e PSMR é que em situações de estresse salino, os vegetais tendem a fechar os seus estômatos para que possam reduzir sua transpiração, isso leva a uma redução em sua atividade fotossintética, e conseqüentemente uma diminuição na produção de massa seca (FLOWERS, 2004).

Para o IQD foi possível observar, mais uma vez, que os maiores valores foram alcançados pelas plantas submetidas aos menores níveis de salinidade, tratamentos testemunha e 2,1 mS cm⁻¹, que apresentaram

médias estatisticamente iguais. O IQD é considerado um ótimo indicador de qualidade de mudas, pois leva em consideração vários parâmetros morfológicos (H/DC e PMSA/PMSR) importantes ao mesmo tempo (REIS *et al.*, 2016).

É possível observar que as mudas dos tratamentos 3,05; 4,83; e 6,84 mS cm⁻¹ apresentaram uma baixa distribuição da biomassa, aos 60 dias, acarretando um menor equilíbrio da planta, por consequência menor IQD. Enquanto o tratamento testemunha e o de CE 2,1 mS cm⁻¹ demonstram maior equilíbrio com relação aos demais tratamentos, interferindo de forma reduzida no metabolismo da *Piptadenia moniliformis*.

Algumas vezes, mudas de maior altura não são exatamente as melhores em termos de sobrevivência em campo, especialmente quando estas estão estioladas. Hunt (1990) propôs um valor mínimo para o IQD de 0,20 como bom indicador da qualidade de mudas. Entretanto, é preciso ter cautela e considerar esse valor em relação a cada espécie e condições de cultivo (AZEVEDO, 2010).

Os resultados calculados para os índices de qualidades evidenciam que as médias de crescimento das plantas são afetadas pelo aumento de sais na água de irrigação com CE acima de 2,1 mS cm⁻¹. É válido ressaltar, novamente, que o substrato utilizado apresentou uma elevada salinidade, o que contribui para aumento da CE após irrigação com uma água que possuía elevado teor de sais.

O uso de fontes alternativas dos recursos hídricos é de extrema importância principalmente em regiões que se caracterizam por elevada escassez e adversidades climáticas. Entretanto, na literatura não há relatos sobre o uso de água da carcinicultura sobre o crescimento de plantas de *P. moniliformis*. Porém, Braga *et al.* (2017) utilizaram resíduo da atividade da carcinicultura para germinação e irrigação em plantas de girassol (*Helianthus annuus*), com objetivo de identificar os efeitos da utilização desse resíduo sobre o seu crescimento.

Em virtude desses resultados sugere-se que novos estudos são necessários para aprofundar o conhecimento sobre o uso da água residuária de carcinicultura na produção de mudas florestais. Além disso, outros fatores limitantes para a presente pesquisa devem ser levados em consideração para prováveis novas experimentações, por exemplo, substratos que apresentem menor condutividade elétrica e maior período de análise das mudas.

Outro ponto importante é a realização de análise química da água residuária utilizada no trabalho, além de estudos que visem desenvolver e viabilizar o sistema de irrigação, com possíveis benefícios para redução da necessidade de fertilização química e pesquisas que testem outras espécies florestais, que possam vir a serem mais tolerantes à salinidade presente na água residuária da carcinicultura.

Observou-se que o uso da água proveniente da carcinicultura interferiu no desenvolvimento da *P. moniliformis* para os níveis mais elevados de condutividade elétrica (3,05; 4,83; e 6,84 mS cm⁻¹), resultado que pode ser explicado pelo estresse salino que é ocasionado na planta. Contudo, a espécie expressou ajustamento satisfatório de desenvolvimento para a menor CE (2,1 mS cm⁻¹), podendo este, com cautela, ser utilizado na irrigação das mesmas, na fase de viveiro.

4 CONCLUSÕES

O desenvolvimento das mudas de *P. moniliformis* foi reduzido em resposta ao aumento da condutividade elétrica.

Mudas de *P. moniliformis*, na fase inicial de crescimento, apresentam tolerância a uma água de irrigação com até 2,1 mS cm⁻¹ de condutividade elétrica.

REFERÊNCIAS

- AVRELLA, E. D.; EMER, A. A.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S.; SCHAFER, G. Efeito da salinidade no desenvolvimento inicial de mudas de *Mimosa scabrella* Benth. **Lheringia, Série Botânica**, v. 74, n. 24, p. 4-18. 2019. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312019v74e2019004>.
- AZEVEDO, I. M. G. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Amazônia, v. 40, n. 1, p. 157-164, jan./abr. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000100020>.
- BARRAZA-GUARDADO, R. H.; ARREOLA-LIZÁRRAGA, P. L.; LÓPEZ-TORRES, M. A.; CASILLAS-HERNÁNDEZ, R.; MIRANDA-BAEZA, A.; MAGALLÓN-BARRAJAS, F.; IBARRA-GÁMEZ, C. Effluents of shrimp farms and its influence on the coastal ecosystems of bahía de Kino, Mexico. **The Scientific World Journal**, v. 13, n. 40, p. 1-8. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/306370>.
- BATISTA, R. O.; MARTINEZ, M. A.; PAIVA, H. N. de.; BATISTA, R. O.; CECON, P. R.; O efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 127-135, jan./mar. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509813330>.
- BEZERRA, M. A.; LUSTOSA, D. C. P.; FURTADO-NETO, M. A. A. Padrões hidrológicos como indicadores ambientais em águas afluentes e efluentes de viveiros de carcinicultura marinha no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 41, p. 75-85. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820160083>.
- BRAGA, B. B.; JUNIOR, F. H. N.; PAIVA, S. I. O.; BARBOSA, R. M.; FILHO, R. A. P.; GONDIM, F. A. Efeitos da suplementação com resíduo da atividade da carcinicultura em plantas de girassol submetidas a condições de estresse hídrico. **Irriga**, Botucatu, v. 22, n. 3, p. 591-605, jul./set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2017v22n3p591-605>.
- CABRAL, J. H. A.; SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BONOU, S. I.; SANTOS, B. D. B.; LIMA, V. L. A.; DANTAS NETO, J. Estatística multivariada na qualidade da água residuária utilizadas na irrigação na região semiárida brasileira. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 4, p. 121-133, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.004.0010>.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.
- DASZKOWSKA-GOLEC, A. Arabidopsis seed germination under abiotic stress as a concert of action of phytohormones. **OMICS: A Journal of Integrative Biology**, v. 15, n. 11, p. 763-774, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1089/omi.2011.0082>.
- DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; MOREIRA, P. R.; RIBEIRO, E. S. M. Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 323-330, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.91.1447>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erh003>.

GONÇALVES, J. L. de M.; SANTERELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. p. 309-350.

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. N.; VIEIRA, F. E. R.; TORRES, S. B. Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 137-142, 2013. DOI: 10.5039/agraria.v8i1a2360.

HOLANDA, A. C. de.; SANTOS, R. V. dos.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 1, p. 39-50, 2007. ISSN: 1519-5228.

HUNT, G. A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. Roseburg: Proceedings. Collins: United States Department of Agriculture, **Forest Service**, p. 218-222, 1990.

INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**. Consulta Dados da Estação Automática: Mossoró - RN. 2008. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 04 set. 2019.

JAMES, R. A. Impact of ancestral wheat sodium exclusion genes Nax1 and Nax2 on grain yield of durum wheat on saline soils. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 39, n. 7, p. 609-618, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1071/FP12121>.

LEITÃO, R. C.; CAVALCANTE, R. R. R.; RIBEIRO, E. M.; CLAUDIANO, R. L.; MACIEL, N. M.; ROSA, M. de F. Reuso da água da despesca na produção de camarão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 15, n. 12, p. 1314-1320, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011001200014>.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2002. 197p.

MAGALHÃES, A. G.; MARTINS, E. L.; MEDEIROS, S. S. Análise do crescimento de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. irrigada com água residuária em região semiárida. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 12, p. 28334-28342, 2019. ISSN: 2525-8761. DOI: 10.34117/bjdv5n12-019.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2ª ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413p.

MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÓCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 2012. p. 103-110.

NOGUEIRA, N. W.; LIMA, J. S. S.; FREITAS, R. M. O.; RIBEIRO, M. C. C.; LEAL, C. C. P.; PINTO, J. R. S. Efeito da salinidade na emergência e crescimento inicial de plântulas de flamboyant. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 466-472, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222012000300014>.

OLIVEIRA, F. de A.; OLIVEIRA, M. K.; SILVA, R. C. P.; SILVA, O. M. dos P.; MAIA, P. de M. E.; CÂNDIDO, W. dos S. Crescimento de mudas de moringa em função da salinidade da água e da posição das sementes

- nos frutos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 79-87, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000100009>.
- REIS, S. M.; JÚNIOR, B. H. M.; MORANDI, P. S.; SANTOS, C. O.; OLIVEIRA, B. de.; MARIMON, B. S. Desenvolvimento inicial e qualidade de mudas de *copaifera langsdorffii* Desf. Sob diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 11-20, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821061>.
- RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F.; MATIAS, J. R.; OLIVEIRA, G. M. de.; COSTA, D. C. C. da.; BISPO, J. S. Germinação de sementes e produção de mudas de catingueira-verdadeira em água biossalina. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 50-54, dez. 2014.
- SANTOS, R. F.; MATSURA, E. E.; SANTOS, R. K. Implicações do reuso de efluentes de esgoto doméstico tratado na irrigação agrícola. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 2, p. 70-76, 2015. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v4i2.12941>.
- SENGAR, K.; SENGAR, R. S.; SINGH, A. Biotechnological and genomic analysis for salinity tolerance in sugarcane. **International Journal of Biotechnology and Bioengineering Research**, Baoding, v. 4, n. 5, p. 407-414, 2013. ISSN: 2231-1238.
- SILVA, A. C. **Crescimento, produtividade e alocação de reservas da figueira, em diferentes condições de cultivo**. Botucatu, 2011. 144f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu. Botucatu. 2011.
- SILVA, M. B. R.; VIÉGAS, R. A.; NETO, J. D.; FARIAS, S. A. R. Estresse salino em plantas da espécie florestal sabiá. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 10, n. 30, p. 120-127, 2009. ISSN: 1678-6343.
- SOUZA, R. S.; WEBER, O. L. S.; SCARAMUZZA, J. F.; RIBEIRO, E. S. Concentração de macronutrientes e do sódio em mudas de mogno submetidas ao estresse salino. **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 2, p. 127-132, 2017. DOI: [10.31413/nativa.v5i2.4276](https://doi.org/10.31413/nativa.v5i2.4276).
- TOZE, S. Reuse of effluent water-benefits and risks. **Agricultural Water Management**, v. 80, n. 1-3, p. 147-159, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.010>.