

INFLUÊNCIA DA NATUREZA DO SUBSTRATO E DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE FLAMBOYANT (*Delonix regia*)

Amanda Micheline Amador de Lucena

Doutoranda em Recurso Naturais – UFCG, Caixa Postal 10087, 58109970 Campina Grande – PB e-mail: amandaamador@ig.com.br

Hugo Orlando Carvalho Guerra

Prof. Titular do Departamento de Engenharia Agrícola – UFCG, Caixa Postal 10087, 58109970 Campina Grande – PB e-mail: hugo_carvalho@hotmail.com

Lucia Helena Garófalo Chaves

Prof. Titular do Departamento de Engenharia Agrícola – UFCG, Caixa Postal 10087, 58109970 Campina Grande – PB e-mail: lhgarofalo@hotmail.com

Fabiana Xavier Costa

Doutoranda em Recurso Naturais – UFCG, Caixa Postal 10087, 58109970 Campina Grande – PB e-mail: faby.xavier@ig.com.br

RESUMO - A carência de informações sobre a produção de mudas e a sustentabilidade do meio ambiente justifica o presente trabalho que propôs avaliar o desenvolvimento inicial de mudas de flamboyant irrigadas com água residuária pré-tratada e água de abastecimento em diferentes substratos. O trabalho foi realizado em casa de vegetação num delineamento experimental em blocos ao acaso, consistindo de quatro substratos: solo, solo + adubo químico (NPK), solo + composto orgânico e solo + lodo, irrigados com duas águas de irrigação (água de abastecimento e residuária pré-tratada), fatorialmente combinados resultando em 56 unidades experimentais distribuídas em 07 blocos. Os tratamentos e suas interações afetaram o número de folhas, a área foliar, a altura e o peso da fitomassa da parte aérea, obtendo-se os melhores resultados quando se utilizou água residuária para a irrigação e quando as plantas se desenvolveram nos substratos constituídos por solo + composto orgânico e solo + lodo. Apenas a natureza do substrato exerceu influencia no diâmetro do caule das mudas e na fitomassa da raiz, constatando-se os melhores resultados com o substrato constituído por solo + composto orgânico. O comprimento da raiz não foi influenciado pelos tratamentos.

Palavras-chave: água de esgoto tratada, lodo, planta

USE OF RESIDUARY WATER FOR IRRIGATION AND SOIL SUBTRACTS ON FLAMBOYANT(*Delonix regia*) SEEDLINGS PRODUCTION

ABSTRACT - The lack of information on seedlings production mainly with respect to the use of residuary water for irrigation and soil subtracts and the sustainability aspect of the production justified the present study. The work was conducted on a greenhouse using the flamboyant (*Delonix regia*) a forestall specie widely used on reforestation. It was used a randomized block design with four subtracts: soil, soil + NPK, soil + organic compost and soil + biossolid, and two irrigation waters: normal and residuary water, arranged in a factorial form, totalizing fifty six experimental units in seven blocks. At the end of 100 days the plant variables were measured and the data analyzed statistically. Treatments and interactions affected the number of leaves, leaf area, plant height and the aerial plant weight, observing the best results when the residuary water was used for irrigation and when the plant was developed on the soil + organic compost and soil + biossolid subtracts. For the stem diameter and root weight just the subtract nature affected the seedlings, obtaining the best results on the soil + organic compost subtract. The root length was not affected by the treatments.

Key words: treated sewer water, biossolid, plant.

INTRODUÇÃO

Devido à grande devastação das florestas nativas, em amplas áreas do país, seja para a agricultura, implantação de serrarias, produção de energia, projetos imobiliários ou mineração, faz-se necessário o replantio das florestas visando o restabelecimento do equilíbrio ambiental e econômico (COSTA FILHO, 1992).

O reflorestamento é uma maneira de amenizar alguns dos muitos problemas ambientais, pois produz sombra, diminui os ruídos amenizando a poluição sonora, melhora a qualidade do ar aumentando o teor de oxigênio e umidade do ar, absorve o gás carbônico, ameniza a temperatura como também contribui para a vista estética e paisagismo, reduzindo o efeito agressivo das construções. Porém, para reflorestar é necessário que se produzam mudas em tempo hábil, de boa qualidade e, sobretudo de forma sustentável (LUCENA e SILVA, 2000).

Estudos sobre o manejo solo-planta-água para a produção de mudas de essências florestais, com o intuito de se obter mudas de alta qualidade técnica e melhor adaptação às condições da região Nordeste, são praticamente inexistentes, o que tem limitado o aumento da produção e a qualidade de tais mudas (LUCENA e SILVA, 2000).

A crescente escassez de recursos hídricos tem limitado os empreendimentos florestais (reflorestamento de áreas degradadas e arborização urbana) como também a produção de produtos florestais causando preocupação por parte dos agricultores, viveiristas e cooperativas em racionalizar a produção florestal. Em função disso, tem-se observado interesse, por parte dos silvicultores, em técnicas e manejo adequados no intuito de racionalizar a utilização dos recursos hídricos.

O uso das águas residuárias na irrigação das culturas tem oferecido excelentes resultados, uma vez que essas águas são ricas em nutrientes (BASTOS, 1999). A utilização de águas pré-tratadas na produção de mudas de essências florestais vem dar contribuição à agricultura ecológica preservando o meio ambiente e, sobretudo, permitindo a obtenção de mudas de boa qualidade e de baixo custo. Por outro lado, estas mudas têm que ser produzidas em substratos cujas propriedades físicas não sejam limitantes recebendo água e nutrientes em quantidades adequadas.

Segundo Minami (2000) e Lima et al. (2001), os substratos utilizados na multiplicação de plantas devem apresentar fácil disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, terem propriedades físicas e químicas adequadas, além da capacidade de suporte da planta a qual o substrato se destina.

A produção de mudas com espécies florestais nativas requer uma série de cuidados que dependem de prévio conhecimento de suas características e exigências ecológicas nas diversas etapas do ciclo vital das espécies (POGGIANI et al., 1992). Portanto, faz-se necessário a realização de trabalhos experimentais que possam estabelecer uma política de reuso em escala real, que aponte as condições mais propícias, para transformar esse potencial em realidade, selecionando as culturas e as práticas de manejo que maximizem o benefício, levando-se em consideração sempre a realidade do homem do campo, com fundamentos normativos cada vez mais consistentes e com a adoção pela sociedade dos princípios da sustentabilidade ambiental (BRASIL, 1999).

Considerando que o flamboyant (*Delonix regia*) é uma espécie bastante utilizada na arborização das cidades, objetiva-se com este trabalho, avaliar a influência da água residuária de tratamento de esgoto e de diferentes substratos no crescimento inicial de mudas desta planta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na estação de tratamento de efluentes e resíduos sólidos do Programa de Saneamento Básico (PROSAB) localizado em Campina Grande, PB. A essência florestal utilizada para o estudo foi a *Delonix regia*, nome vulgar Flamboyant, cujas sementes foram adquiridas no horto florestal da Prefeitura Municipal de Campina Grande, PB. O uso da referida espécie baseou-se no fato da mesma ser bastante utilizada no reflorestamento e arborização da região.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema de análises fatorial 4x2, com sete repetições, onde foram testados quatro composições de substratos (solo; solo + NPK; solo + composto orgânico e solo + lodo) e duas águas de irrigação (água de abastecimento e água residuária). A Tabela 1 apresenta os tratamentos utilizados no presente trabalho.

Cada unidade experimental constituiu-se de uma planta colocada num saco de polietileno de Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento

Tratamentos	Substratos	Natureza da água
T1	solo	água de abastecimento
T2	solo + NPK	água de abastecimento
T3	solo + composto orgânico	água de abastecimento
T4	solo + lodo	água de abastecimento
T5	solo	água residuária
T6	solo + NPK	água residuária
T7	solo + composto orgânico	água residuária
T8	solo + lodo	água residuária

cor preta com aproximadamente 20 cm de largura e 30 cm de comprimento, com capacidade para aproximadamente 4 kg, perfurado lateralmente para facilitar a drenagem do excesso de água.

O solo utilizado na preparação dos substratos foi um Neossolo Quartzarênico franco arenoso coletado no município de Lagoa Seca, PB. As amostras do solo foram coletadas na camada superficial e depois de preparadas foram

caracterizadas física e quimicamente de acordo com as metodologias recomendadas por EMBRAPA (1997). O solo apresentava 692,4; 117,8 e 189,8 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente, com uma densidade de 1540,0 kg m⁻³, capacidade de campo de 0,0547 m³m⁻³ e um ponto de murcha permanente de 0,0187 m³m⁻³. As características químicas do solo utilizado no estudo são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas do solo utilizado na composição dos substratos

pH em água	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	S	H+ Al	T	P	M.O.
(1:2,5)	-----mmol _c dm ⁻³ -----						mg dm ⁻³		g kg ⁻¹
5,7	9,0	4,0	0,50	0,71	14,21	14,85	29,06	1,78	3,17

O composto orgânico foi produzido nos minhocários do Viveiro Florestal do Projeto Manejo e Recuperação Ambiental da Caatinga no município de Campina Grande, PB, a partir de esterco de curral e processado por minhocas vermelhas da Califórnia (*Eisenia phoetida*). O lodo foi proveniente de um reator UASB existente no PROSAB de onde foi retirada a água residuária

para irrigação das mudas. O lodo passou pelo processo de desinfecção (secagem natural) sendo exposto por 30 dias ao sol até a evaporação da água. Tanto o composto orgânico como o lodo foram caracterizados quimicamente no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – EMBRAPA/Algodão (Tabela 3).

Tabela 3. Características do composto orgânico e do lodo utilizados no experimento.

Material	Umidade (105°C)	Matéria		pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		Orgânica	Mineral						
	%	----- % -----				----- % -----			
Composto Orgânico	8,66	13,38	77,97	8,2	1,15	2,65	0,33	3,07	5,37
Lodo	12,80	42,38	44,83	6,0	4,38	2,76	0,21	1,61	2,40

Na preparação do substrato solo + composto orgânico utilizou-se uma parte do composto para duas partes de solo; na preparação do substrato solo + lodo foram utilizadas 320 gramas de lodo por saco (com aproximadamente 4 kg de solo cada um), tendo esta dose sido calculada de tal forma que o

conteúdo final de nitrogênio no solo fosse igual ao contido no composto orgânico utilizado; a adubação química do substrato solo + adubo químico foi conduzida baseando-se na análise química do solo utilizando como fonte de nitrogênio, fósforo e

potássio os fertilizantes comerciais sulfato de amônio, cloreto de potássio e superfosfato simples.

Considerando-se que normalmente as sementes de essências florestais encontram-se em dormência, antes da semeadura fez-se necessário uma prévia quebra de dormência das sementes para garantir a germinação das mesmas. Esta quebra de dormência foi realizada com escarificação na região dorsal da semente.

Em cada unidade experimental foram colocadas cinco sementes; dez dias após a emergência das mesmas foi feito o primeiro desbaste deixando-se duas plântulas por unidade experimental, sendo

escolhidas as de tamanho uniforme e bem distribuídas no recipiente; aos 20 dias após a emergência realizou-se o segundo desbaste, ficando uma planta por unidade experimental.

As mudas foram irrigadas diariamente repondo-se, através de uma proveta graduada, uma quantidade de água tal que permitisse que o solo se mantivesse na capacidade de campo.

Na irrigação das mudas se utilizou água de abastecimento ou potável, proveniente do Açude Epitácio Pessoa, PB e água residuária proveniente do reator UASB (Tabela 4).

Tabela 4. Composição físico-química das águas de abastecimento e residuária utilizadas no experimento

Característica	Água de Abastecimento	Água Residuária
pH	7,89	7,79
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)	0,59	1,36
Demanda Química de Oxigênio (mg L ⁻¹)	30,00	197,00
Magnésio (mg L ⁻¹)	76,00	134,00
CaCO ₃ (mg L ⁻¹)	66,92	282,00
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	80,00	350,00
Cálcio (mg L ⁻¹)	113,00	135,00
Amônia (mg L ⁻¹)	0,88	45,00
Ortofosfato (mg L ⁻¹)	0,05	0,02
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,00	0,47
Fósforo (mg L ⁻¹)	0,09	5,51
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,18	4,79
Sólidos Solúveis Suspensos (mg L ⁻¹)	5,00	36,00
Sólidos Solúveis Totais (mg L ⁻¹)	454,00	877,00

Após cem dias do início do experimento foram medidos o número de folhas, a área foliar, o diâmetro do caule, a altura da planta, o comprimento da raiz, a fitomassa da raiz e a fitomassa da parte aérea.

Os fatores água e substrato influenciaram significativamente ao nível de 1%, o número de folhas apresentado pelas mudas de flamboyant, existindo também efeito combinado entre os fatores ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 5. Resumo das análises de variância para o número de folhas (NF), área foliar (AF) em cm², diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), comprimento da raiz (CR), fitomassa da parte aérea (FPA), e fitomassa da raiz (FR) aos 100 dias após a semeadura

	NF	AF	DC	AP	CR	FPA	FR
Blocos	0,14 ns	0,094 ns	0,01 ns	0,06 ns	0,52 ns	0,27 ns	0,08 ns
Fator Água (A)	4,70 **	5,206 **	0,00 ns	1,99 **	0,64 ns	7,67 **	0,07 ns
Fator Substrato (S)	0,60 **	1,261 **	0,08 **	0,92 **	0,85 ns	3,88 **	0,73 **
Interação AxS	0,27 *	0,856 **	0,05*	0,37 *	0,53 ns	2,42 **	0,37 **
Resíduo	0,08	0,049	0,01	0,05	0,74	0,19	0,05
CV%	9,72	2,94	11,50	6,58	14,70	11,91	13,33

** , * = significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; ns = não significativo pelo teste F.

Embora o teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi feito transformando os dados originais em \sqrt{x} , na Tabela 6 são apresentados os dados médios originais do número de folhas por planta. Verifica-se que o tipo de água interferiu significativamente no número de folhas apresentado por planta, onde os tratamentos irrigados com água residuária apresentaram valores superiores aos encontrados naqueles irrigados com água de abastecimento. Provavelmente este aumento está relacionado à presença de maior quantidade de nutrientes contidos na água residuária, a disposição das plantas, quando comparada com a água de abastecimento. Com relação ao substrato, observa-se que o solo + composto orgânico e o solo + lodo proporcionaram maior número de folhas, podendo isto ser explicado

pelo alto teor de matéria orgânica contido nestes substratos. Resultados semelhantes foram obtidos em pesquisas realizadas por Lyra (1997) e Pontes (1996) em mudas de leucena e algarobeira, respectivamente. A adição de NPK não aumentou o número de folhas, talvez devido a que no presente estudo a adubação foi baseada em recomendações feitas para essenciais florestais em geral, dado à inexistência de maiores informações sobre as necessidades de nutrientes do flamboyant; assim é provável que a adubação efetuada não tenha sido a mais adequada.

Observa-se ainda que a interação entre tratamentos foi significativa ao nível de 5% de probabilidade indicando assim que os fatores água e substrato não atuam independente um de outro.

Tabela 6. Média do número de folhas para os tratamentos estudados

Substrato Água	Solo	Solo + NPK	Solo + Composto Orgânico	Solo + Lodo	MÉDIA
Abastecimento	6,00 bBC	4,75 bC	8,99 bAB	10,25 aA	7,25 b
Residuária	12,50 aA	10,75 aA	11,50 aA	12,50 aA	11,81 a
MÉDIA	9,25 AB	7,75 B	9,75 AB	11,37 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Pela análise de variância, observa-se que as mudas de flamboyant sofreram efeitos isolados e combinados ($p \leq 0,01$) dos tipos de água e substratos (Tabela 5). O teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi executado transformando os dados originais (Tabela 7) em \sqrt{x} . O tipo de substrato e os tipos de água utilizados na irrigação das mudas influenciaram significativamente a área foliar. Observa-se que em todos os substratos irrigados com água residuária as mudas apresentaram maiores áreas foliares do que naqueles que foram irrigados com água de abastecimento, porém, o substrato constituído por solo + lodo, as águas não tiveram efeito significativo, fato este justificado

pela presença da matéria orgânica contida no lodo, a qual é indispensável para a manutenção da micro e meso vida do solo. A matéria orgânica além de desempenhar seu papel na retenção da água do solo funciona como fonte de nitrogênio e de outros nutrientes, influenciando fortemente a capacidade de troca iônica no solo e conseqüentemente a sua fertilidade (Chaves e Guerra, 2006). Alcântara (2003), utilizando lodo de esgoto como fonte de nutrientes para o algodão herbáceo, também encontrou melhores resultados em área foliar por planta quando comparado com a testemunha absoluta e com o tratamento contendo adubo mineral.

Tabela 7. Área foliar (cm²) para cada um dos tratamentos estudados

Substrato Água	Solo	Solo + NPK	Solo + Composto Orgânico	Solo + Lodo	MÉDIA
Abastecimento	378,1 bC	1256,4 bB	1696,4 bAB	2675,7 aA	1395,5 b
Residuária	2716,8 aA	3069,6 aA	3650,6 aA	3107,7 aA	3136,2 a
MÉDIA	1547,4 C	2163,0 BA	2673,5 A	2891,7 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

O diâmetro do caule não sofreu efeito do tipo de água utilizado na irrigação das mudas, porém o substrato utilizado interferiu significativamente, havendo também efeito combinado entre os fatores água e substrato (Tabela 5). O teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi feito transformando os dados originais (Tabela 8) em \sqrt{x} . Nota-se que o diâmetro do caule foi afetado significativamente pela natureza do substrato, onde o substrato solo apresentou plantas com o menor diâmetro (0,84 cm) do coleto, fato ocorrido talvez pela deficiência de nutrientes, pois, estudando o

efeito de diferentes fontes e dosagens de matéria orgânica sobre o desenvolvimento de flamboyant – *Delonix regia*, Lucena e Silva (2000) verificaram que os maiores diâmetros do caule foram obtidos com o substrato contendo solo + esterco de gado. Avaliando os níveis de matéria orgânica no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo e leucena, Foltran citado por Menezes et al. (2002) e Lyra (1997) constataram um aumento gradativo do diâmetro do caule com a elevação da quantidade de matéria orgânica.

Tabela 8. Diâmetro do caule (cm) para cada um dos tratamentos estudados

Substrato Água	Solo	Solo + NPK	Solo + Composto Orgânico	Solo + Lodo	MÉDIA
Abastecimento	0,73 bB	0,90 aAB	1,10 aA	1,10 aA	0,96 a
Residuária	0,95 aA	0,95 aA	1,05 aA	0,95 aA	0,98 a
MÉDIA	0,84 B	0,93 AB	1,08 A	1,03 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Para a variável altura de planta, o tipo de água e os substratos utilizados influenciaram a altura das mudas ($p \leq 0,01$), como também o efeito combinado ($p \leq 0,05$) entre os fatores água e substrato (Tabela 5). O teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi feito transformando os dados originais (Tabela 9) em $\log x$. Observa-se que a água residuária foi melhor que a de abastecimento em todos os substratos estudados, corroborando com Hespanhol (2001), que observou que a produtividade agrícola de plantas irrigadas com esgoto tratado foi de 30 a 60% maior que quando irrigada com água de abastecimento. Estudando a produção de mudas de cinco essências florestais, Lucena e Silva (2000) constataram que o solo + húmus de minhoca beneficiou a altura das plantas.

O substrato solo + lodo foi o tratamento que proporcionou a produção de mudas com maior altura (Tabela 9), efeito similar ao encontrado com o diâmetro do caule. Segundo Janick (1966), Rego (1990), Lyra (1997) e Lucena e Silva (2000), a matéria orgânica é de valor relevante no

desenvolvimento da planta e por tanto na altura desta. Cunha et al. (2005) e Cavalcanti e Resende (2007), trabalhando com mudas de Ipê roxo e de cactáceas, respectivamente, também encontraram efeito significativo na altura das mudas devido a presença de esterco nos substratos utilizados.

Observa-se na Tabela 9 que as águas não proporcionaram diferenças significativas na altura das mudas cultivadas no substrato solo + lodo. Entretanto, houve efeito significativo dos substratos quando irrigados com água de abastecimento. Esse fato confirma Shimp et al. (1996) e Luca et al. (1996) que constataram que o lodo é fonte de nutrientes para as plantas e que sua utilização mostra-se como uma alternativa viável para a melhoria da fertilidade dos solos. O uso de lodo de esgoto, embora pouco estudado, já apresenta resultados promissores, seja na fase de produção de mudas de espécies florestais (MORAIS, 1996) ou de implantação de reflorestamento (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000; POGGIANI, et al., 2000).

Tabela 9 - Altura da planta (cm) para cada um dos tratamentos estudados

Substrato Água	Solo	Solo + NPK	Solo + Composto Orgânico	Solo + Lodo	MÉDIA
Abastecimento	12,75 bC	20,25 bB	21,25 bB	49,75 aA	26,00 b
Residuária	36,63 aA	35,00 aA	38,00 aA	47,75 aA	39,35 a
MÉDIA	24,69 B	27,63 B	29,63 B	48,75 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 1% de probabilidade.

Para o comprimento da raiz não houve efeito dos tratamentos nem da interação entre os fatores

estudados (Tabela 5), por isso, não foi feito a comparação de médias. No entanto, Augusto et al. (2003) utilizando esgoto tratado na produção de

mudas encontrou que o desenvolvimento do sistema radicular foi favorecido quando se utilizou água residuária na irrigação. A ausência de diferenças entre os tratamentos, no presente estudo,

pode ser atribuída ao tamanho do saco plástico utilizado no experimento (24 cm). As raízes principais apresentaram em média comprimentos acima de 30 cm, portanto, provavelmente a parte inferior do recipiente tenha formado uma barreira impedindo o crescimento das mesmas (em extensão), causando seu enovelamento.

Tabela 10. Comprimento da raiz (cm) para os tratamentos estudados

Fatores	Médias (cm)
<u>Tipos de água:</u>	
Abastecimento	33,78
Residuária	36,47
<u>Tipos de substratos</u>	
Solo	32,63
Solo + NPK	37,75
Solo + Composto Orgânico	31,13
Solo + Lodo	39,00

O tipo de substrato e de água utilizados influenciaram significativamente a produção de fitomassa da parte aérea, como também houve interação entre os fatores água e substrato (Tabela

5). O teste de Tukey para comparação das médias dos tratamentos foi feito transformando os dados originais (Tabela 11) em \sqrt{x} .

Tabela 11. Fitomassa da parte aérea (g) nos tratamentos estudados

Substrato Água	Substrato				MÉDIA
	Solo	Solo + NPK	Solo + Composto Orgânico	Solo + Lodo	
Abastecimento	2,71 bC	9,26 bB	12,33 bB	21,33 aA	14,98 b
Residuária	15,91 aA	16,30 aA	20,30 aA	18,20 aA	17,68 a
MÉDIA	9,31 C	12,78 B	16,32 AB	19,71 A	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Observa-se pelo teste de Tukey que a água residuária incrementou significativamente o peso da fitomassa da parte aérea em todos os tratamentos, com exceção no solo + lodo, o que pode ser atribuído ao aporte de nutrientes que contém o lodo de esgoto, coincidindo com o ocorrido com a altura e com o diâmetro caulinar da planta.

Dentre os substratos estudados, verifica-se que os pesos da matéria seca da parte aérea obtidos com os substratos constituídos por solo + composto orgânico (12,33g) e pelo solo + lodo (21,33g) diferiram significativamente do substrato constituído apenas por solo irrigado com água de abastecimento, o qual apresentou o menor peso da fitomassa da parte aérea (2,71g). Isto, provavelmente, se justifica pela deficiência de nutrientes na água e no solo, afetando a produtividade da fitomassa da parte aérea das

mudas de flamboyant. Menezes et al. (2002), ao analisar o efeito da natureza do substrato em mudas de pinheira, observaram que a adição de matéria orgânica proporcionou aumento significativo no peso de matéria seca da parte aérea. O mesmo foi observado por Cavalcanti e Resende (2007) em cactáceas. Estudos realizados em outros países têm demonstrado a eficiência do uso das águas residuárias na fertirrigação de culturas agrícolas com a obtenção de excelentes resultados, uma vez que são ricas em nutrientes (BASTOS, 1999).

A fitomassa seca da raiz não sofreu efeito do tipo de água utilizado na irrigação das mudas, porém o substrato utilizado interferiu significativamente ($p \leq 0,01$), ocorrendo efeitos combinados entre os fatores água e substrato (Tabela 5). Os dados originais e sua comparação através do Teste de Tukey são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Fitomassa da raiz (g) nos tratamentos estudados.

Substrato Água	Solo	Solo + NPK	Solo + Composto Orgânico	Solo + Lodo	MÉDIA
Abastecimento	1,47 bC	2,58 aBC	5,69aA	3,79 aAB	3,38 a
Residuária	3,55 aA	3,17 aA	4,63 aA	3,04 aA	3,60 a
MÉDIA	2,51 B	2,88 B	5,16 A	3,42 B	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Observa-se que o substrato constituído por solo + composto orgânico produziu o maior peso da fitomassa da raiz (em média 5,16g), possivelmente em virtude da presença de matéria orgânica contida nesse material que tem a capacidade de promover alterações e correções nas propriedades físico-químicas e minerais do solo, como também favorece os solos na nutrição vegetal, aumentando a produtividade das plantas.

CONCLUSOES

A natureza da água de irrigação e dos substratos e suas interações afetaram o número de folhas, área foliar, a altura e o peso da fitomassa da parte aérea da planta. Em geral obteve-se os melhores resultados quando se utilizou água residuária para a irrigação e quando as plantas se desenvolveram nos substratos constituídos por solo + composto orgânico e solo + lodo.

Apenas a natureza do substrato exerceu influencia no diâmetro do caule das mudas e na fitomassa da raiz, onde se constataram os melhores resultados quando as mudas se desenvolveram no substrato constituído por solo + composto orgânico.

O comprimento da raiz não foi influenciado pelos tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCANTARA, R. de L. **Biossólido como fonte de nutriente para o algodão herbáceo e seu efeito residual no milho. 200. 177p.** Tese (Tese de Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

AUGUSTO, D.C.C.; GUERRINI, I.A.; ENGEL, V.L.; ROUSSEAU, G.X.. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de *Croton floribundus spreng* (Capixigui) e *Capaifera*

lagndorffi desf (Capoíba). **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.335-342, 2003.

BASTOS, R.K.X. Fertirrigação com águas residuárias, In: FOLEGATTI, M.V. (Coord.) **Fertirrigação**: Citrus, flores e hortaliças. Guaíba:Agropecuária, 1999. 279p.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Lei dos crimes ambientais**. Brasília: Ministério do Meio ambiente. 1999. 38p.

CAVALCANTI, N.B.; RESENDE, G.M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* RITTER), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A.WEBWR EX K.SCHUM.) BLY.EX ROWL.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* BRITTON & ROSE). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.1 p.28-35, 2007.

CHAVES, L.H.G.; GUERRA, H.O.C. **Solos Agrícolas**. Campina Grande: EDUFPG, 2006.178p.

COSTA FILHO, R.T. Crescimento de mudas de aroeira (*Astronium urundeuva*) em resposta a calagem fósforo e potássio. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1992, São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, Ed. Especial, 1992. p.564-569.

CUNHA, A.O.; ANDRADE, L.A.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, J.A.L.; SOUZA, V.C. Efeito de substrato e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de Ipê roxo (*Telebuia impetiginosa*, Mart. Ex. D.C.) standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.507-516, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1997. 212p.

- GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisa Florestal, 2000. p.167-190.
- HESPANHOL, I. Reuso da água - uma alternativa viável. **Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente** - BIO, Rio de Janeiro, v.6, n.18, p.24-25, 2001.
- JANICK, J. **A Ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: USAID, 1966. 485p.
- LIMA, R.L.S.; FERNANDES, V.L.B.; OLIVEIRA, V.W.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento de mudas de cajueiro-anão precoce "CCP-76" submetidas à adubações orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.391-395, 2001.
- LUCA, S.J.de.; IDE, C.N.; MONTEGGIA, L.O. Lodos de ETes estabilizados por cal e ferrato (VI) de potássio e a recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 1996, Porto Alegre-RS. **Anais...**, Porto Alegre, 1996, p.227-233p.
- LUCENA, A.M.A.de.; SILVA, H. Utilização da matéria orgânica na produção de mudas de essências florestais, destinadas aos parques florestais de Campina Grande-PB. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 52, 2000, Brasília- DF. **Anais...**, Brasília. SBPC, CD ROM, 2000.
- LYRA, R.B.A. **Efeito de substrato para produção de mudas de leucena (*Leucena leucocephala*) em bandejas de isopor**. 1997, 41p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1997.
- MENEZES, L.S.; CARDOSO, E.A.; PIRES, G.S.; FILHO, J.A. Efeito do substrato na produção de mudas de pinheira (*Anona squamosa* L.) em bandejas de isopor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém do Pará – Pa. **Anais...** Belém do Pará, 2002.
- MINAMI, K. Adubação em substrato. In: KAMPF, A.; FERMINO, M.H. **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. 312p.
- MORAIS, J.M.J. Uso do lodo de esgoto da Corsan - Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos. **Sanare**, Curitiba, v.6, n.6, p.44-49, 1996.
- PONTES, V.A. **Efeito de substrato para produção de mudas de algarobeira (*Prosopis juliflora*) em bandejas de isopor**. 1996. 19p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, 1996.
- POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E.S. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, mar./abr., 29-03, 1992. 564-569p.
- POGGIANI, F.; GUEDES, M.C.; BERNADETTI, V. Aplicação de biossólido em plantações florestais: I. Reflexo no ciclo nos nutrientes In: BETTIOL, N.; CAMARGO O. A. (Eds.), **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA MEIO AMBIENTE, 2000. p.163-178.
- REGO, F.A. O. Efeito de diferentes níveis de matéria orgânica, no desenvolvimento da gravioleira (*Anna muricata* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 19, 1990, Santa Maria – RS. **Anais...** Santa Maria: SBPC, 1990, 15 p.
- SHIMP, G.F.; VASCONCELOS, H.O.B.; VILELA, P.; PERCINOTTI, C.; STEFANI, M.C.G.; CARVALHO, F.V. Progress report on São Paulo's plants for biosolids management. In: ANNUAL CONFERENCE & EXPOSITION OF THE WATER ENVIRONMENT FEDERATION, 6, 1996, Dallas. **Anais...** Dallas, 1996, p.491-497.