

PRODUÇÃO DE MUDAS DE TIMBAÚBA SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO

MONALISA SOARES COSTA¹; SANDRA MARIA CAMPOS ALVES²; MIGUEL FERREIRA NETO³; RAFAEL OLIVEIRA BATISTA³; LÍGIA LICIANE BARROS DA COSTA⁴; WENDEY MARTINS OLIVEIRA⁵

¹Estudante de graduação em Agronomia, Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semiárido, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró, RN, 59625-900, monalisa_sc@hotmail.com.

²Bolsista DCR/FAPER/UFERSA, Mossoró, RN.

³Prof. Adjunto, Departamento de Ciências Ambientais e tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Departamento de Ciências Ambientais e tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN.

⁵Estudante de graduação em Agronomia, Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA, Mossoró, RN.

1 RESUMO

A caatinga é um ecossistema frágil que sofre com as alterações causadas devido a exploração de espécies nativas modificando o seu ecossistema e causando problemas ambientais tais como a desertificação. O uso de água residuária na produção de mudas nativas é uma alternativa sustentável para recuperar ecossistemas degradados e preservar a água pura. Objetivou-se com este trabalho para produção de mudas de Timbaúba com o uso de água residuária tratada. Neste experimento foram usadas cinco diferentes dosagens de efluente doméstico tratado (AR) na adição de água de abastecimento (AB), sendo estes T1= 100% AR; T2= 75% AR + 25% AB; T3= 50% AR + 50% AB; T4= 25% AR + 75% AB; e T5= 100% AB cultivadas em tubetes. Os resultados mais satisfatórios foram encontrados nas mudas que receberam água residuária tratada com 100% de água residuária.

Palavras-Chave: *Enterolobium contortisiliquum*; água residuária; sustentabilidade.

COSTA, M. S.; ALVES, S. M. C.; FERREIRA NETO, M.; BATISTA, R. O.; COSTA, L. L. B. da; OLIVEIRA, W. M. SEEDLINGS PRODUCTION OF Timbaúba UNDER DIFFERENT INTAKES OF TREATED DOMESTIC EFFLUENT.

2 ABSTRACT

The caatinga is a fragile ecosystem that undergoes changes caused due to the exploitation of native species by modifying their ecosystem and causing problems such as desertification. The use of wastewater in the production of native plants is a sustainable alternative to restore degraded ecosystems and to preserve the water pure. This study aimed to produce seedlings of timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*) on treatment of wastewater treated. We used five different concentrations of treated wastewater reuse, it is: T1= 100% WW; T2= 75% WW + 25% SW; T3= 50% WW + 50% SW; T4= 25% WW + 75% SW; e, T5= 100% SW, grown in tubes. The most satisfactory results were found in seedlings receiving treated of 100% wastewater.

Keywords: *Enterolobium contortisiliquum*; wastewater; sustainability

3 INTRODUÇÃO

A Timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*) é uma árvore que pertencente à família das Fabaceae, é nativa e ocorre em várias regiões do Brasil (LONGHI, 2011), tem vários nomes vulgares, dentre eles “orelha-de-negro”, “orelha-de-macaco”, “timbó” ou “tamboril”. Sua semente é encontrada em vagens de cor escura, geralmente apresenta dormência, podendo ser quebrada com escarificação ácida, segundo metodologia da EMBRAPA (2010). É uma espécie muito usada em áreas de reflorestamento, principalmente em áreas degradadas, por se desenvolver rapidamente e em vários tipos de solo (LIMA et al. 2009). A sua madeira é utilizada para diversos fins, seja artesanal, sendo na utilização por comunidades locais na construção de canoas, por exemplo, ou na construção civil sendo considerada de durabilidade mediana.

É uma planta que tem altura variando de 20 a 35 m, é nativa da América do Sul. Essa espécie é encontrada em todo país, mas principalmente nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e Paraná (COSTA *et al.* 2009). As suas folhas são tóxicas aos animais que se alimentam dela, causando uma doença conhecida por Timpanismo, e sua fava pode causar aborto em vacas.

A água é um componente essencial para a maioria das atividades que o homem vá realizar, principalmente na agricultura, em que esta é indispensável e cuja é a atividade que mais consome água, cerca de 70% do consumo total, o que põe a agricultura em prioridade no emprego de alternativas no consumo de água (BERNARDI, 2003).

Mas, esta se encontra limitada devido à grande extração e pouca reposição nos reservatórios naturais, o que conseqüentemente levará à sua escassez. No entanto, na água reciclada se encontra uma alternativa sustentável, pois a sua utilização em campos na agricultura diminuiria bastante o uso da água pura que temos, e sua produção seria constante, pois há esgoto doméstico em abundância todo o ano. A reciclagem de água evitaria que os esgotos fossem lançados em reservatórios naturais de água, diminuindo sua poluição, diminuiria o índice de mortalidade de peixes nesses reservatórios, o mau cheiro em rios na zona urbana e melhoraria a saúde pública.

A água residuária possibilita uma atividade agrícola constante no ano, pois esta teria em quantidade constante devido à abundância de esgoto doméstico. Esta é uma prática antiga na Europa e nos Estados Unidos da América, mas pouco desenvolvida no Brasil, e ainda tratada com preconceito, de acordo com Mancuso (1992) citado por Mota (1997). De acordo com Bernardi (2003), esta é uma prática que já ocorria na Grécia Antiga, em que utilizavam o esgoto advindo de suas atividades e sendo utilizado na irrigação da lavoura local.

No nordeste brasileiro seu uso deve ser incentivado, principalmente devido a disponibilidade hídrica da região que é escassa, sua pluviosidade chega somente até 600 mm anuais, sendo ainda chuvas irregulares. Este recurso proporciona água disponível independente da época do ano, possuindo nutrientes que podem ser utilizados pelas plantas, contribuindo para a fertilidade do solo, visto que a fertilização mineral é pouco usada devido o baixo poder aquisitivo dos produtores da região, sendo a adubação orgânica uma alternativa economicamente viável para eles (NOBRE et al., 2010).

Como a caatinga, um bioma predominante no nordeste do Brasil, é frágil, e as mudanças antrópicas causadas neste local, como os desmatamentos, extração de petróleo, picarra, pedra, areia e outros recursos naturais (EMBRAPA, 2010), seja por empresas ou por

moradores locais, tem provocados desequilíbrios ambientais, como a desertificação. E, para recuperação dessas áreas, é necessário um processo de reflorestamento, que às vezes é exigido por órgãos governamentais, implantando espécies locais da região.

Este trabalho objetivou avaliar a produção de mudas de timbaúba (*Enterolobium contortisiliquum*) sob diferentes concentrações de efluente doméstico tratado diluído em água de abastecimento, a fim de ser utilizado em áreas de reflorestamento e/ou em recuperação de áreas degradadas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação nas dependências da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) no município de Mossoró – RN (5°11'12" S 37°20'34" O), durante o período de 24 de setembro a 26 de novembro de 2011. Nesse período ocorre a primavera, porém, como no nordeste brasileiro as estações do ano são pouco definidas, havendo somente contraste entre período seco e chuvoso, nessa região durante esse mês está ocorrendo o período seco, cujo começa no segundo semestre do ano, indo até a metade do mês de dezembro. No final do mês de dezembro até aproximadamente o mês de junho ocorrem às chuvas, sendo estas mais concentradas nos meses de março e abril.

O cultivo foi realizado em tubetes de 15 cm utilizando-se fibra de coco inerte como substrato. Foi realizada a quebra de dormência das sementes usando o método da escarificação química, de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2010). Após essa etapa as sementes foram lavadas, com o cuidado de deixá-las bem limpas e sem vestígios de ácido.

O delineamento experimental constou de 5 (cinco) tratamentos e 3 (três) blocos. Os tratamentos seguiram a descrição: T1= 100% AR; T2= 75% AR + 25% AB; T3= 50% AR + 50% AB; T4= 25% AR + 75% AB; e, T5= 100% AB. A irrigação foi praticada uma vez por dia e com volume de água de acordo com o teste da capacidade de retenção de água do substrato no tubete. Observamos que seriam necessários 10 mL/tubete. O teste foi realizado da seguinte forma: foi saturado o substrato no final da tarde, para que a quantidade de água evaporada fosse mínima, verificando seu peso em seguida. No dia seguinte, nas primeiras horas da manhã, pesou-se o tubete novamente, convertendo a diferença do seu peso em volume. Quando as plantas atingiram altura mínima para ir ao campo, o experimento foi colhido, com cerca de 60 dias após o plantio das mudas. Segue abaixo a descrição dos elementos químicos encontrados na água e a quantidade de coliformes termotolerante (Tabela 1).

Tabela 1. Dados da análise química e microbiológica da água de esgoto tratada e de abastecimento utilizada na irrigação.

Esgoto primário	Concentração	Água limpa	Concentração.
CE (dSm ⁻¹)	1,2	CE (dSm ⁻¹)	0,10
pH	7,3	pH	7,0
SS (mgL ⁻¹)	44	SS (mgL ⁻¹)	0
SD (mgL ⁻¹)	350	SD (mgL ⁻¹)	50
Fe (mgL ⁻¹)	0,60	Fe (mgL ⁻¹)	0,40
Mn (mgL ⁻¹)	0,20	Mn (mgL ⁻¹)	0,07
Ca ²⁺ (mmolcL ⁻¹)	0,80	Ca ²⁺	0,30
Mg ²⁺ (mmolcL ⁻¹)	0,70	Mg ²⁺	0,50
Cu (mgL ⁻¹)	0,06	Cu (mgL ⁻¹)	
Zn (mgL ⁻¹)	0,09	Zn (mgL ⁻¹)	
DQO (mgL ⁻¹)	60,00	DQO (mgL ⁻¹)	-
DBO (mgL ⁻¹)	19,40	DBO (mgL ⁻¹)	-
N total (mgL ⁻¹)	72,00	N total (mgL ⁻¹)	0
P total (mgL ⁻¹)	7,5	P total (mgL ⁻¹)	
N-NO ₃ (mgL ⁻¹)	0,10	N-NO ₃ (mgL ⁻¹)	0
Cl ⁻ (mmolcL ⁻¹)	2,40	Cl ⁻ (mmolcL ⁻¹)	
Coliformes termotolerantes (NMP 100mL ⁻¹)	8,6x10 ⁴	Coliformes termotolerantes (NMP 100mL ⁻¹)	0

O crescimento das mudas foi avaliado oito dias após a emergência dessas, com um intervalo de quinze dias entre as avaliações. Foram avaliados as seguintes variáveis: número de folhas (un.), diâmetro do caule (mm) e altura da planta (cm) em todas as plantas semanalmente. Ao final do experimento avaliamos: matéria fresca da raiz (MFR), matéria fresca do caule (MFC), matéria fresca da folha (MFF), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca do caule (MSC), matéria seca da folha (MSF), sendo estes medidos em gramas (g) e comprimento de raiz (CR), em centímetros (cm).

Essas avaliações foram realizadas logo após a retirada das plantas. Em seguida separamos caule, raiz e folha para determinar o peso fresco. Depois esse material foi levado à estufa de ar forçado, a 65°C por 48h para determinação a matéria seca.

Utilizamos o paquímetro (marca Vonder) para medição do diâmetro do caule e altura de planta e tamanho de raiz, utilizamos régua graduada em centímetros (cm); e, a pesagem da matéria fresca e seca foi determinada com uma balança digital. O número de folhas foi realizado por contagem manual.

A análise estatística foi realizado no programa Assisat versão 7.6. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 5 tratamentos e 10 repetições.

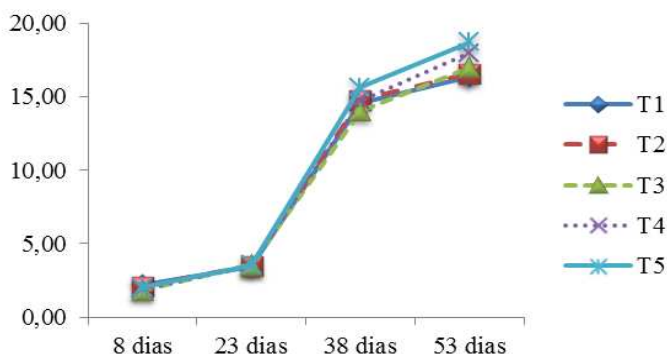
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Número de Folhas

De acordo com os dados da Figura 1, podemos observar que houve um aumento no número de folhas entre 20 e 40 dias após o semeio, observamos crescimento acelerado das

mudas. Após este período, o crescimento foi reduzido, provavelmente devido ao aumento do tamanho de raiz e necessidade de plantio das mudas no campo (60 dias).

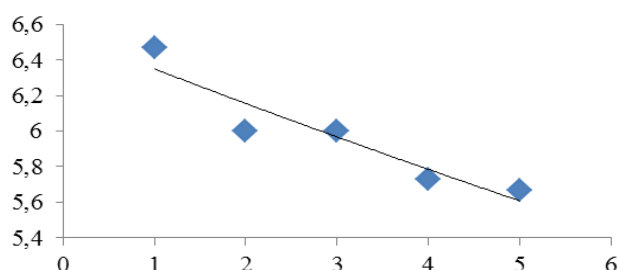
As folhas contribuem para uma maior atividade fotossintética, suprindo mais adequadamente a planta em termos de energia. Esta possui várias funções na planta e várias utilidades ao homem tais como: alimentação humana, como ocorre com hortaliças, e alimentação animal, como ocorre com o capim e forragem. No bioma caatinga, estas tem formato diferente, de modo a preservar a água que a planta absorve e controlar quanto absorver, e na época seca podem perder suas folhas, como as espécies caducifólias (Alves et al., 2009).



T1: 100% AR; T2: 75%AR + 25% AB; T3: 50% AR + 50% AB; T4: 25% AR + 75% AB; T5: 100% AB.

AR: água residuária; AB: água de abastecimento.

Figura 1. Desempenho de mudas de Timbaúba quanto ao número de folhas submetidas ao tratamento com efluente doméstico.



1: 100% AR; 2: 75%AR + 25% AB; 3: 50% AR + 50% AB; 4: 25% AR + 75% AB; 5: 100% AB.

AR: água residuária; AB: água de abastecimento.

Figura 2. Evolução do número de folhas de mudas de Timbaúba quando submetida a tratamento com efluente doméstico, e linha de tendência de acordo com os tratamentos.

De acordo com os dados da Figura 1, o número de folhas apresentou diferença significativa para o tratamento T1 em relação ao T5, sendo as respectivas médias de 6,67 e 5,47 un. Desse modo, as mudas do T1 mostram-se mais eficientes em captação de luz e realização de fotossíntese, contribuindo para seu desenvolvimento. Pode-se observar também que o número de folhas foi proporcional à aplicação do efluente doméstico, ou seja, quanto maior a dose de efluente aplicado, maior foi o número de folhas. Esse fato pode ser explicado devido a quantidade de nitrogênio no efluente (ver Tabela 1). O nitrogênio tem relação direta

com a fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade de raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética.

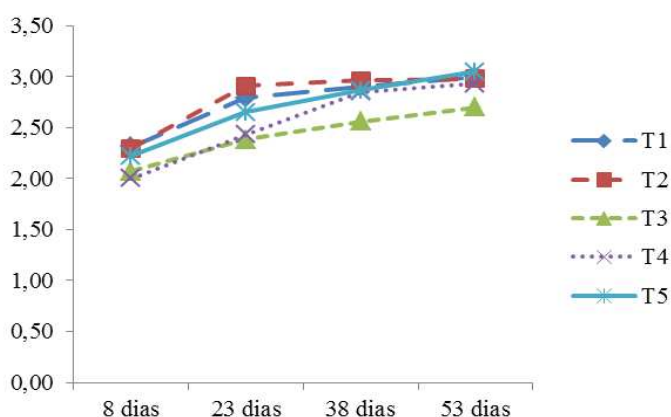
Nas folhas o nitrogênio está nos cloroplastos como constituinte das moléculas de clorofila, onde cada átomo de magnésio está ligado à quatro átomos de nitrogênio e também participa da síntese de vitaminas, hormônios, coenzima, alcaloides e outros compostos. Ou seja, uma planta bem suprida de nitrogênio possui boas características fisiológicas e agronômicas.

Souza et. al. (2010) verificou que no cultivo do girassol, o tratamento com água residuária foi superior quanto ao número de folhas tanto nos 14 dias após o transplante quanto aos 28. Soares et al. (2005), trabalhando mudas críticas com três tipos de água, dentre elas a residuária, obteve número de folhas médio de 34 cm, sendo estatisticamente igual com os outros tipos de água.

5.2 Diâmetro Caulinar

O caule é o órgão da planta que a sustenta, servindo de ponte das folhas e órgãos reprodutivos com a raiz, permitindo troca de assimilados entre a parte aérea e a região radicular (Appezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2006). Assim, um caule espesso tem seus vasos condutores mais dilatados do que um menos espesso, realizando o transporte de seiva mais eficientemente. E, quanto maior a espessura desse órgão, mais a planta vai ter sustentação e resistência a fatores externos, como o vento.

No diâmetro do caule houve um rápido crescimento até nos primeiros 23 dias de emergidos (Figura 3), sendo este mantendo constância nos tratamentos T1 e T2 e nos demais tratamentos continuou aumentando de tamanho, porém a uma velocidade menor, em relação aos primeiros dias de emergido.



T1: 100% AR; T2: 75%AR + 25% AB; T3: 50% AR + 50% AB; T4: 25% AR + 75% AB; T5: 100% AB.

AR: água residuária; AB: água de abastecimento.

Figura 3. Comportamento do diâmetro do caule (cm) de acordo com os tratamentos aplicados.

Esse resultado foi corroborado por Nascimento (2006), que avaliou o crescimento de plantas de mamona com água residuária; afirmou que é possível observar que no início do desenvolvimento da planta, no período correspondente à sua fase de muda, é acelerado e mantendo-se constante logo em seguida. Também é possível notar a diferença entre o

desenvolvimento das mudas tratadas com água de abastecimento e com água residuária. Porém, Ferreira (2005) demonstrou que o crescimento do algodão herbáceo foi crescente até o final do seu ciclo, com notável diferença entre as plantas que foram abastecidas com água residuária e com água de abastecimento, sendo as primeiras com maior desempenho. A água residuária também aumentou em 73% na produtividade do algodoeiro neste último.

Não encontramos diferença significativa entre os tratamentos em relação ao diâmetro do caule, porém vale salientar que a água residuária o único fator responsável pelo desenvolvimento desse órgão da planta.

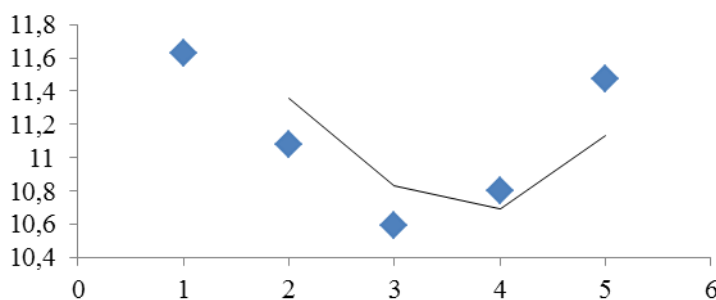
Kitamura et al., (2008), obteve maiores valores de diâmetro de caule na planta gonçaleiro (*Astronium fraxinifolium*) em um tratamento composto com lodo de esgoto e mais duas espécies de plantas.

5.3 Comprimento da Raiz

Na Figura 1, observamos que o período que procedeu a emergência das mudas e a utilização das suas reservas nutritivas, nessa fase em que ela promoveu maior crescimento e absorção de nutrientes no substrato, diminuindo, em seguida, a taxa de crescimento. Esse fato ocorreu provavelmente devido o espaço reduzido ao crescimento da raiz no tubete, que no seu período de emergência foi suficiente para as raízes crescerem, no entanto, com o aumento do seu volume radicular, o espaço a ser explorado foi sendo diminuído, por consequência, seu desenvolvimento foi desacelerado, até que esta muda fosse transferida para um ambiente com maior espaço para as raízes explorarem, sendo este o próprio campo ou ainda um vaso maior.

As raízes exercem papel fundamental na planta que é de absorver nutrientes e água do solo, fixa-se nele, dando sustentação à planta; podem servir de reserva de nutrientes, cujo é fundamental quando a planta enfrenta algum tipo de estresse, seja doença ou ataque de pragas; e, ainda conduzem os nutrientes absorvidos para a parte aérea da planta. Estas podem ser aéreas ou subterrâneas, e ter vários hábitos diferentes do que normalmente se acredita, podendo ser estranguladora, aderente, respiratória, entre outras (Appezato-da-Glória & Carmello-Guerreiro, 2006).

As raízes podem ainda se associar a microrganismo do solo, como rizóbios e as micorrizas, fixando nitrogênio na planta, auxiliando esta no seu suprimento em relação a esse elemento. Em troca a planta fornece nutrientes aos microrganismos.



1: 100% AR; 2: 75%AR + 25% AB; 3: 50% AR + 50% AB; 4: 25% AR + 75% AB; 5: 100% AB.

AR: água residuária; AB: água de abastecimento.

Figura 4. Comportamento do comprimento da raiz (cm) de acordo com os tratamentos aplicados.

De acordo com Figura 4, observamos que o tratamento T1 apresentou valores superiores quanto ao tamanho da raiz em relação ao T3. O segundo melhor tratamento foi T5, com média de 11,47cm, provavelmente devido à grande incidência de bactérias fixadoras de nitrogênio, a timbaúba tem alta capacidade de nodulação. Porém, para Mota et al. (2011), a aplicação de água residuária em mudas de melancia, não apresentou diferença significativa no tamanho da raiz entre os tratamentos.

De acordo com a Figura 5 observamos presença de bactérias fixadoras de nitrogênio em grande parte as plantas, sendo que não houve processo de inoculação, provavelmente devido à deficiência ou o alto índice de nitrogênio no substrato. A maior presença dessas bactérias foi observada nos tratamentos com 50% ou mais de água de abastecimento. Observamos ainda que as mudas que receberam água residuária não nodularam, enquanto que aquelas que não receberam água residuária, ou em baixa concentração apresentaram maior nodulação.

Observamos também que o aumento no tamanho da raiz das mudas que não receberam efluente doméstico na irrigação, sendo o tratamento que teve menor valor o T3. Este não recebeu doses altas de efluente doméstico, porém, não obteve nodulação, os tratamentos com pouca quantidade de água residuária (menos de 50%) obteve melhor nodulação que contribuiu para seu desenvolvimento. Esse dado é corroborado por vários autores, aos quais qualificam a nodulação como possível causador do bom desenvolvimento de algumas plantas.

Trannin (2001) explica que a Timbaúba possui capacidade de simbiose com a bactéria fixadora de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium*, sendo por isso uma espécie promissora na recuperação de solos contaminados por metais. E, Scalon, et al. (2006) em um trabalho com a Timbaúba sob efeito de tratamento químico e luminosidade, encontrou tamanhos máximo de raiz de 13,73 cm, que foram submetidas a ácido sulfúrico e nitrato de potássio, não diferindo muito do máximo valor encontrado aqui, 11,63 cm. Esse autor também afirmou que as plantas que receberam nitrato de potássio no seu tratamento, apresentaram um maior tamanho de raiz. O mesmo ocorreu aqui com a água residuária, cujo apresentou maior valor de raiz, mesmo a nodulação tendo ajudado no desenvolvimento nas mudas dos outros tratamentos.



Figura 5. Detalhe de nódulos encontrados nas raízes de mudas de Timbaúba no tratamento T2.

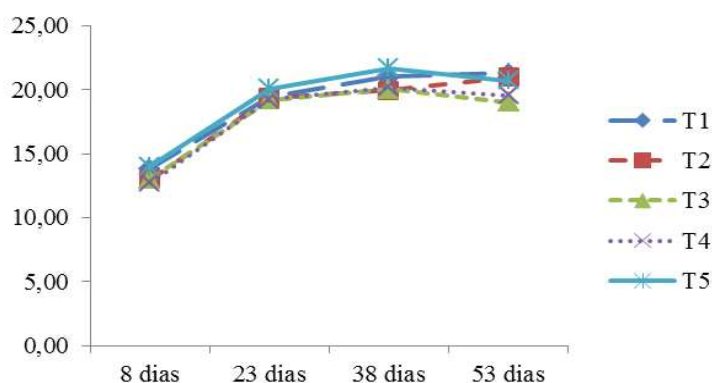
5.4 Altura da Planta

Não houve diferença significativa das plantas entre os tratamentos (Tabela 2), cujo motivo mais provável seja a nodulação, como já foi discorrido anteriormente, que

proporcionou condições favoráveis ao crescimento das mudas de Timbaúba, apresentando rendimento semelhante às plantas que receberam altas doses de água residuária. Enquanto que Nóbrega et al. (2007) apresentou crescimento de aroeira (*Schinus terebynthifolius*) diferenciado de acordo com a dose de bio sólido aplicado, obtendo uma relação quadrática, sendo a maior altura de planta com a dose de 35%, com altura média de 16 cm. Entretanto, mesmo não havendo diferença estatística, a maior média de altura encontrada foi nos tratamentos com 100, 75 e 25% de água residuária, com valores em torno de 26 cm.

A altura da planta é uma característica que reflete diretamente na nutrição da planta, pois esta em boas condições de nutrição possui tamanho mais elevado do que uma planta subnutrida, o que é bom para uma planta que está se estabelecendo no solo. Essa característica também reflete na adaptabilidade da planta ao ambiente em que ela está sendo cultivada, no clima, disponibilidade hídrica, entre tantos outros fatores.

Observamos que aos 23 dias após o plantio, o desenvolvimento da altura das plantas foi acelerado, desse período até os 40 dias o crescimento das mudas foi menor, seguindo de uma estabilização do crescimento dessas (Figura 6).



T1: 100% AR; T2: 75%AR + 25% AB; T3: 50% AR + 50% AB; T4: 25% AR + 75% AB; T5: 100% AB.

AR: água residuária; AB: água de abastecimento.

Figura 6. Variação da altura da planta da Timbaúba no decorrer do seu período de crescimento.

Tabela 2. Média das variáveis estruturais obtida na Timbaúba e sua significância estatística, sendo tratamentos seguidos de mesma letra, não diferem entre si.

Tratamentos	Altura de planta	Comprimento da raiz	Diâmetro do caule	Número de folha
	-----cm-----		--mm--	--un--
100% AR ¹	26,31a	11,63a	3,00a	6,47a
75% AR + 25% AB ²	26,41a	11,08a	3,13a	6,00a
50% AR + 50% AB	25,61a	10,59a	3,00a	6,00a
25% AR + 75% AB	26,52a	10,80a	3,13a	5,73a
100% AB	25,61a	11,47a	3,07a	5,67a
CV (%)	3,03	4,94	4,29	7,13

^{1,2}AB (Água de abastecimento) e AR (Água residuária).

As médias não significativas de acordo com o teste de Tukey a 5%.

5.5 Matéria Fresca e Matéria Seca

De acordo com a Tabela 4, observamos que a matéria fresca e seca da raiz apresentaram maiores valores quando aplicou-se o tratamento 1, sendo suas médias respectivas de 8,34 e 4,18 g, os demais foram inferiores e iguais estatisticamente entre si (Figura 7). Augusto et al (2003) trabalhando com produção de mudas de capixingui (*Croton floribundus*) e copaíba (*Copaifera langsdorffii*), cujas são espécies nativas e pertencentes ao mesmo bioma da espécie estudada, através da relação entre a matéria seca da raiz e da parte aérea, encontrou valores respectivos de 0,77/0,08 e 1,18/0,43 no tratamento com água residuária, discutiu que a água residuária favoreceu um crescimento igualitário na planta, favorecendo um equilíbrio entre raiz/parte aérea.

No entanto, não houve diferença significativa nas massas fresca e seca do caule e da folha, com um coeficiente de variação (CV) abaixo dos 20%, como pode ser visto na Tabela 4.

De acordo com Sandri et al. (2007), a matéria seca é representativa da produção de fitomassa, é através dela que determinados o teor de nutrientes encontrados na planta. A massa fresca apresenta elevada variação, seja essa de acordo com a hora do dia, estágio de desenvolvimento da planta, disponibilidade hídrica, condições climáticas, da própria massa seca, entre outros fatores. O que difere basicamente a matéria fresca da seca é a quantidade de água presente nos tecidos da planta. E esta água, ao menos no estágio de mudas, compõe cerca de 50% do caule, 40% da folha e pouco menos de 60% das raízes da Timbaúba, cujos dados foram observados nas plantas nesse período de desenvolvimento para os diferentes tratamentos aplicados (Tabela 3).

Segundo Taiz & Zeiger, para cada 1g de matéria orgânica produzida pela planta, a raiz absorve cerca de 500g de água, em que são transportados por toda planta. Dessa forma, temos que o requerimento de água pela planta é muito elevado.

Tabela 3. Percentual de umidade na folha, raiz e caule entre os tratamentos.

Tratamentos	$\Delta\%U_{\text{CAULE}}$	$\Delta\%U_{\text{FOLHA}}$	$\Delta\%U_{\text{RAIZ}}$
-----%-----			
100% AR ¹	50,29	36,14	50,12
75% AR + 25% AB ²	46,06	39,78	59,21
50% AR + 50% AB	42,64	47,19	59,25
25% AR + 75% AB	51,95	38,62	59,72
100% AB	53,70	39,02	56,22

$\Delta\%U$: variação de umidade

^{1,2}AB (Água de abastecimento) e AR (Água residuária).

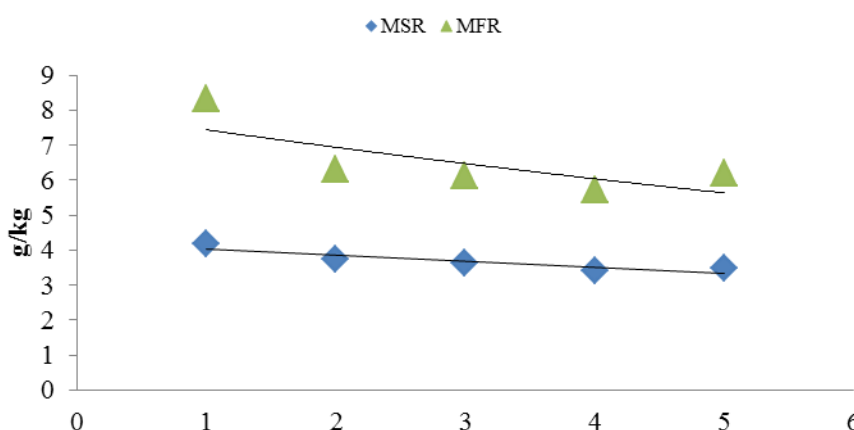
Tabela 4. Média das variáveis analisadas em mudas de timbaúba nos tratamentos aplicados.

Tratamentos	Matéria fresca do caule	Matéria seca do caule	Matéria fresca da folha	Matéria seca da folha	Matéria fresca da raiz	Matéria seca da raiz
100% AR ¹	8,49a	4,27a	13,67a	4,94a	8,34 a	4,18 a
75% AR + 25% AB ²	9,53a	4,39a	11,79a	4,60a	6,30 b	3,73 b
50% AR + 50% AB	10,60a	4,52a	9,24a	4,36a	6,11 b	3,62 b
25% AR + 75% AB	8,45a	4,39a	12,04a	4,65a	5,71 b	3,41 b
100% AB	8,23a	4,42a	11,79a	4,60a	6,19 b	3,48 b
CV ³ (%)	17,97	5,15	17,46	6,39	6,55	3,44

^{1,2}AB (Água de abastecimento) e AR (Água residuária).

³Coefficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey a 5%.



1: 100% AR; 2: 75%AR + 25% AB; 3: 50% AR + 50% AB; 4: 25% AR + 75% AB; 5: 100% AB.

AR: água residuária; AB: água de abastecimento.

Figura 7. Medida da massa fresca e seca da raiz e a diferença estatística entre os tratamentos.

6 CONCLUSÕES

- O tratamento de 100% de água residuária tratada foi aquele que se destacou com melhores resultados na maioria das variáveis estudadas, á saber: matéria fresca e seca da raiz (g), número de folha e tamanho de raiz (cm).
- A nodulação nas raízes das mudas de Timbaúba foram maiores nos tratamentos de maior dose de efluente e água de abastecimento.
- A produção de mudas de timbaúba com água residuária pode se tornar uma alternativa viável, desde que monitorados regularmente a qualidade do efluente.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A. de; NASCIMENTO, S. S. do. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.03, p.126-135, 2009.
- ALVES, J. R.; SOUZA, O. de; PODLECH, P. A. S.; GIACHINI, A. J.; OLIVEIRA, V. L. Efeito inoculante ectomicorrízico produzido por fermentação semi-sólida sobre o crescimento de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.02, p.307-313, 2001.
- ANDRADE, A. P. A. de. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Em área degradada pela mineração.** (2008). Dissertação. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil, 2008, 99p.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 438p.
- 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. (capixingui) e *Copaifera langsdorffii* desf. (copaíba). **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.03, p.335-342, 2003.
- BERNARDI, C. C. **Reuso de água para irrigação.** (2003). Dissertação. Universidade de Brasília. Brasília, Brasil, 2003, 63p.
- BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; PAULA, R. C. Tratamentos pré-germinativos para superar dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.02, p.136-143, 2001.
- COSTA, R. L. D. da; MARINI, A.; TANAKA, D.; BERNDT, A.; ANDRADE, F. M. E. de. Um caso de intoxicação de bovinos por *Enterolobium contortisiliquum* (timboril) no Brasil. **Revista Archivos de Zootecnia**, n.58, v.02, p.313-316, 2009.
- CREMASCO, A. de C. M.; MOTTA, R. G.; BULKA, T. H.; ROCHA, N. S.; SEQUEIRA, J. L.; VENTURA, R. F. A. *Enterolobium* spp. (Leg. Mimosoideae): Implicações do potencial toxicológico fotossensibilizante e/ou abortivo em bovinos. **Revista Científica de Ciências Agrárias**. 2010. Primeiro semestre.
- CUNHA, A. de M.; CUNHA, G. de M.; SARMENTO, R. de A.; CUNHA, G. de M.; AMARAL, J. F. T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.02, p.207-214, 2006.
- DUARTE, A. S.; AIROLDI, R. P. S.; FOLEGATTI, M. V.; BOTREL, T. A.; SOARES, T. M. Efeitos da aplicação de efluente tratado no solo: pH, matéria orgânica, fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.03, p.302-310, 2008.

EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.02, p.177-181, 1993.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual para recuperação de áreas degradadas por extração de piçarra na Caatinga**. Embrapa Agrobiologia. Rio de Janeiro, 2010. 78p.

FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. de M.; KONIG, A. Efeitos da aplicação de água residuária e nitrogênio sobre o crescimento e produção do algodão herbáceo. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.9, n.1/3, p.893-902, 2005.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. da; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GARCIA, G. de O.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C.; NAZÁRIO, A. A.; REIS, E. F. dos. Análise nutricional de mudas de eucalipto submetidas à aplicação de lodo de esgoto doméstico. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.06, n.03, p.275-290, 2009.

KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; GONZALEZ, A. P. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.03, p.405-416, 2008.

LIMA, C. M. R. de; BORGHETTI, F.; SOUSA, M. V. de. Temperature and germination of the leguminosae *Enterolobium contortisiliquum*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.09, n.02, p.97-102, 1997.

LIMA, R. S. de; OLIVEIRA, P. L. de; RODRIGUES, L. R. Anatomia do lenho de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Leguminosae-Mimosoideae) ocorrente em dois ambientes. **Revista Brasileira de Botânica**, v.32, n.02, p.361-374, 2009.

LONGHI, S. J.; SCIPIONI, M. C. Herbário florestal. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em:

w3.ufsm.br/herbarioflorestal/especie_detalhes.php?nome_filtrado=timbauva_timbauba_orelha_de_negro&PHPSESSID=0966dfe90c382be5d66f36a0c2fa0eaf. Acesso em 02 de fevereiro de 2012.

MATOS, A. T. de; ABRAHÃO, S. S.; PEREIRA, O. G. Desempenho agrônomico de capim tifton 85 (*Cynodon* spp.) cultivado em sistemas alagados construídos utilizados no tratamento de água residuária de laticínios. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v.03, n.01, p.43-53, 2008.

MENEGHELLO, G. E.; MATTEI, V. L. Semeadura direta de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.02, p.21-27, 2004.

MEDEIROS, S. de S.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Cultivo de flores com o uso de água residuária e suplementação mineral. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.06, p.1071-1080, 2010.

MOTA, A. F.; ALMEIDA, J. P. N. de; SANTOS, J. de S.; AZEVEDO, J. de; GURGEL, M. T. Desenvolvimento inicial de mudas de melancia 'Crimson sweet' irrigadas com águas residuárias. **Revista Verde**, Mossoró, v.06, n.02, p.98-104, 2011.

MOTA, S.; BEZERRA, F. C.; TOMÉ, L. M.; **Avaliação do desempenho de culturas irrigadas com esgoto tratado**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 19, Foz do Iguaçu, set. 1997, 7p.

NASCIMENTO, I. B. do; FARIAS, C. A. A.; SILVA, M. C. C.; MEDEIROS, J. F. de; SOBRINHO, J. E.; NEGREIROS, M. Z. de. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.04, p.555-558, 2002.

NASCIMENTO, M. B. H. do; LIMA, V. L. A. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, A. P. de; FIGUEIRÊDO, E. C. de M.; LIMA, M. M. de. Uso de biossólido e de água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.10, n.1/2, p.1001-1007, 2006.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. de; NASCIMENTO, E. C. S. Produção de girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.07, p.747-754, 2010.

NÓBREGA, R. S. A.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; PAULA, A. M. de; MOREIRA, F. M. de S. Utilização de biossólido no crescimento inicial de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.02, p.239-246, 2007.

RIBEIRO, L. F.; LAPOLLI, F. R. Avaliação do comportamento da *Daphnia magna* e *Vibrio fischeri* em efluentes domésticos desinfetados com dióxido de cloro (Cl₂). In: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 6. Vitória, 2002. **Anais...** Vitória: ABES; 2002, v.01. 7p.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.11, n.01, p.17-29, 2007.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHIER, F.; FILHO, H. S. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.04, p.529-536, 2006.

SOUSA, J. T. de; CEBALLOS, B. S. O. de; HENRIQUE, I. N.; DANTAS, J. P.; LIMA, S. M. S. Reuso de água residuária na produção do pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.01, p.89-96, 2006.

SOUZA, R. M. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; SOARES, F. A. L. Utilização de água residuária e de adubação orgânica no cultivo do girassol. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.23, n.02, p.125-133, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

TRANNIN, I. C. B.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Crescimento e nodulação de *Acacia mangium*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Sesbania virgata* em solo contaminado com metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.03, p.743-753, 2001.