

**Fertirrigação com água residuária de tilápia (*Oreochromis niloticus* Cichlidae, Neopterygii) na qualidade morfológica de mudas de *Eucalyptus grandis***

Dalva Paulus<sup>1\*</sup>; Ezequiel Toffoli<sup>2</sup>; Raquel Valmorbida<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professora do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Dois Vizinhos, C. Postal 157, Estr. para Boa Esperança, km 04, Cep: 85660-000. e-mail: dalvaufsmdeutch@yahoo.com.br \*autor para correspondência.

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Dois Vizinhos, C. Postal 157, Estr. para Boa Esperança, km 04, 85660-000. e-mail: toffoliezequiel@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, Brasil. e-mail: raquelvalmorbida@yahoo.com.br

## RESUMO

O trabalho objetivou avaliar o efeito da aplicação de dejetos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), via sistema de fertirrigação, na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada em propriedade rural particular no município de Santo Antônio do Sudoeste - Paraná. As plantas foram cultivadas em substrato comercial. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constando de quatro tratamentos sendo T1 - água pura; T2 - Água residuária, T3 - solução nutritiva diária e T4 - 50% de água residuária (AR) + 50% de solução nutritiva diária (SND). Para cada tratamento foram usadas oito repetições, sendo cada uma composta por 92 plantas. Aos 43, 53, 63, 73, 83 e 93 dias após a semeadura foram realizadas as medidas de altura, diâmetro do colo e número de folhas de oito plantas por parcela e aos 93 dias após a semeadura (DAS) determinou-se a massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular de 10 plantas por parcela. Verificou-se que os tratamentos com solução nutritiva diária e 50% AR + 50% SND apresentaram os melhores valores de altura, diâmetro do colo, número de folhas e massa fresca e seca da parte aérea. O tratamento com água residuária da tilápia apresentou valores intermediários aos demais tratamentos. Conclui-se que a utilização de água residuária da criação de peixes não atende de maneira adequada a demanda nutricional das mudas, mas a utilização da combinação de 50% AR+50% SND, permitiu a produção de mudas com qualidade semelhante as fertirrigadas com solução nutritiva.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus grandis*, água residuária, viveiros florestais, piscicultura.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of the application of tilapia (*Oreochromis niloticus*), via fertigation system, on the production of *Eucalyptus grandis* seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse, located in private rural property in the municipality of Santo Antônio do Sudoeste - Paraná. The plants were grown on commercial substrates. The experimental design was completely randomized, consisting of four treatments, T1 - pure water; T2 - wastewater, T3 - daily nutrient solution and T4 - 50% of wastewater (AR) + 50% of daily nutrient solution (SND). For each treatment, eight replicates were used, each of which was composed of 92 plants. At 43, 53, 63, 73, 83 and 93 days after sowing, the measurements of height, neck diameter and number of leaves of eight plants per plot were performed and at 93 days after sowing (DAS) the mass was determined fresh and dry of the aerial part and the root system of 10 plants per plot. It has been found that daily treatment with nutrient solution and 50% RA + 50% SND showed the best values of height, stem diameter, leaf number and fresh weight and shoot dry. The treatment with residual water of the tilapia presented intermediate values to the other treatments. It is concluded that the use of wastewater from fish farms does not adequately meet the nutritional demand of the seedlings, but the use of the combination of 50% AR + 50% SND allowed the production of seedlings of similar quality to fertigation with nutrient solution.

**Key-words:** *Eucalyptus grandis*, wastewater, forest nurseries, pisciculture.

## INTRODUÇÃO

Viveiros de produção de mudas florestais cada vez mais vêm ganhando mais crédito de empresários florestais e de profissionais da área, onde o setor tem como base uma alta gama de utilidade de seus produtos, podendo ser desde a implantação de floresta, recuperação de áreas degradadas, fins paisagísticos, arborização urbana e demais finalidades.

Para atender a esta demanda de mudas florestais devem-se adotar tecnologias inovadoras condizentes com a evolução, e que venham a oferecer maior qualidade e menor preço. Para que isto aconteça, deve haver conhecimento de fatores como qualidade e procedência da semente, mecanização da mão de obra, equipamentos, substratos, nutrição e uso eficiente da água, fatores esses de extrema importância na produção de mudas em viveiros.

A irrigação de culturas em viveiros utilizando a água provinda de produção de peixe reduz o impacto ambiental da descarga de água rica em nutrientes nos rios ou a necessidade de tratamento das mesmas (Testolin, 2009). De acordo com o mesmo, a questão do impacto ambiental, devido à alta concentração de nutrientes na água de criação de peixes, fez com que surgissem novas pesquisas de utilização desta fonte de nutrientes para produção de mudas florestais em viveiro, podendo vir a diminuir a concentração normal de nutriente utilizada em substrato.

O material orgânico proveniente de peixes e restos de ração não consumidos se depositam no fundo de tanques, em quanto que, os compostos fosfatados e nitrogenados, seguidos de metabólitos, se encontram diluídos no meio, estimulando assim a floração de algas (Testolin, 2009). Segundo o autor, onde predomina um sistema de caráter de circulação intermitente, esses produtos são encontrados no efluente, o qual na maioria dos casos é disposto em corpos receptores sem nenhum tratamento, tornando-se necessário a aplicação de métodos de tratamento ou o reuso deste efluente na irrigação de diversas cultivares buscando minimizar o impacto causado por este efluente de tanques de piscicultura.

A integração da silvicultura e a piscicultura podem gerar benefícios e múltipla lucratividade, onde se tem ganhos nas duas culturas com a mesma água, oferecendo condições adequadas para a criação de peixes, e tendo benefícios em aspectos nutricionais para as mudas, onde essa prática não estará comprometendo o meio ambiente.

O aproveitamento das águas do cultivo de peixes além de integrar as diferentes atividades desenvolvidas nas propriedades rurais, aperfeiçoaria o uso deste recurso, combinando a produção de proteína animal com a produção de plantas como, o reflorestamento, através da fertirrigação, baixando o custo da produção destes, já que a aplicação de adubos químicos seria menor. Dessa forma, além de se produzir alimento de qualidade superior e saudável, se estaria garantindo um destino mais nobre para a água residuária da piscicultura, sendo assim, a combinação de peixes e plantas se tornaria mais interessante, vindo desta forma auxiliar e resolver, em parte, o impacto que esta atividade traz ao meio ambiente. É de grande importância que se conheça a capacidade dessa água de produzir fitomassa seca, para que se possa, no futuro, estimular os piscicultores a praticarem o reaproveitamento da água que resta da piscicultura (Testolin, 2009).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de dejetos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) via sistema de fertirrigação no crescimento e na qualidade morfológica em mudas de eucalyptus (*Eucalyptus grandis*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em túnel alto com dimensões de 10 m de comprimento por 5,5 m de largura. A estrutura de produção das mudas foi composta de arcos de PVC com cobertura de plástico transparente 150 µm, localizada na propriedade rural particular no município de Santo Antônio do Sudoeste - Paraná, com localização de latitude - 26°01'35''S, longitude de -53°36'80''W e altitude média de 550 m.

Cada parcela foi composta por uma bandeja porta tubetes de 187 cédulas. Os tubetes utilizados foram de 55 cm<sup>3</sup> com 6 estrias. A cultura testada foi eucalyptus, variedade *E. grandis*, que apresenta características dominantes, árvore robusta com caule reto e uniforme. As sementes utilizadas foram do tipo comercial nua com grau de melhoramento F1, cultivar LCFA004, as mesmas foram adquiridas do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF), no ano de 2015 do pomar clonal de sementes (PCS) em Piracicaba, São Paulo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, T1 – controle (água pura), T2- Água residuária, T3- solução nutritiva diária e T4- 50% do

tratamento T2 + 50% do tratamento T3, com 8 repetições, e cada repetição com 92 plantas, totalizando 2944 mudas.

Para irrigação por nebulização foi utilizado uma bomba de água periférica com capacidade de 1,5 CV. Também foi realizada irrigação por aspersão no período da aplicação de adubação de cobertura, onde a mesma teve o propósito de retirada do material excedente da adubação de cobertura, evitando-se a fitotoxidez nas folhas. Para cada tratamento de adubação de cobertura foram utilizados reservatórios distintos, sendo utilizados no total quatro reservatórios. A adubação de cobertura para melhor controle e exatidão foi realizada com regador manual, uma vez ao dia. A aspersão ocorreu de duas a três vezes ao dia de acordo com a demanda hídrica.

Para solução nutritiva água residuária do peixe, a mesma foi baseada no sistema intensivo de criação de tilápia (*Oreochromis niloticus*) com densidade de povoamento de tilápia de 70 peixes m<sup>3</sup>. O tanque do tipo artificial foi escavado com a base em formato côncavo, 20 dias após a semeadura do eucalyptus, para facilitar a retirada dos dejetos. O mesmo com capacidade de armazenar 1350 L de água foi revestido com lona plástica dupla face ficando em contato direto com o solo e madeira, onde esta foi utilizada para sustentação do tanque. Foram colocadas no tanque 95 tilápias (*Oreochromis niloticus*) com média de 256 g cada uma totalizando 24,320 Kg.

A alimentação das tilápias foi realizada com ração comercial com 28% de proteína de terminação, potenciada 8 mm e estruzada, sendo realizadas duas alimentações diárias, uma pela manhã e outra no final da tarde, retirando-se o excesso de ração da alimentação anterior. A taxa de renovação da água foi de 25% do volume do tanque por dia sendo retirados 337,5 litros de água residuária, onde a mesma foi destinada para a adubação das parcelas. A oxigenação forçada para suprir a necessidade de oxigênio exigida pelos peixes foi realizada com um motor de 0,5 CV a cada 15 minutos.

A solução nutritiva utilizada foi recomendada pelo IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) (Tabela 1). Sendo realizada uma aplicação diariamente a partir dos 42 dias após a semeadura. A aplicação da adubação ocorreu antes da irrigação da cultura para não ocorrer queimadura das folhas por sais.

**Tabela 1.** Quantidade de nutrientes para as adubações de cobertura para diferentes estádios de desenvolvimento das mudas, em condições de fertirrigação diária, para *Eucalyptus sp.*

Nutrientes para Fertirrigação	
Nutrientes	Quantidade ( g/1000L)
Nitrato de amônia	300
Nitrato de cálcio	450
Monoamônio fosfato	250
Nitrato de potássio	300
Sulfato de magnésio	250

Sulfato de amônia	250
Ácido bórico	50

Fonte: IPEF, (2005).

Aos 43, 53, 63, 73, 83 e 93 dias após a semeadura foram realizadas as medidas de altura, diâmetro do colo e número de folhas de 8 plantas definidas aleatoriamente no centro de cada parcela, para não sofrer influência das bordaduras. Para aferir a altura foi utilizado uma régua milimétrica. A medição do diâmetro foi realizada utilizando-se um paquímetro digital, na altura do colo.

Aos 93 dias após a semeadura, 10 mudas de cada parcela foram selecionadas ao acaso e levadas ao laboratório de horticultura da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) – Campus Dois Vizinhos, onde retirou-se o substrato agregado nas raízes, separando as mesmas da parte aérea e realizada a determinação das massas fresca das raízes e parte aérea, utilizando balança analítica de precisão. Após este procedimento, as plantas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar com temperatura a 65 °C por dois dias para posterior determinação das massas seca da parte aérea e da raiz.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa “SAS Studio” (SAS Institute, 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar que as adubações de cobertura começaram a ter efeito sobre o número de folhas a partir dos 53 dias após a semeadura (DAS), onde o substrato começou a perder a capacidade de nutrir a planta (Tabela 2). Verificou-se que aos 93 (DAS) o tratamento com solução nutritiva apresentou o maior número de folhas por muda (30,1) que não diferiu do tratamento 50% água residuária da piscicultura + 50% solução nutritiva diária. O menor número de folhas (19,6) foi encontrado no tratamento água pura.

De acordo com Augusto et al., (2007) trabalhando com a utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *E. grandis* Hill. ex. Maiden, os autores verificaram que não ocorreu mortalidade por toxidez ou deficiência nutricional nas plantas, mas o menor desenvolvimento das plantas produzidas com água residuária, em virtude da baixa disponibilidade de macronutrientes. Segundo os autores, estas mudas necessitarão de maior tempo no viveiro, quando comparadas ao sistema de produção de mudas com fertilizantes minerais.

**Tabela 2.** Número de folhas de mudas de *E. grandis* em função de fertirrigação com água residuária, solução nutritiva, 50% água residuária + 50% solução nutritiva e água pura aos 43, 53, 63, 73, 83 e 93 dias após a semeadura. Dois Vizinhos, UTFPR, 2015.

Tratamentos	Número de folhas
-------------	------------------

	43 DAS	53 DAS	63 DAS	73 DAS	83 DAS	93 DAS
Água residuária (AR)**	4,84 a*	7,80 a	16,07 ab	20,90 b	21,4 b	23,2 b
Solução nutritiva diária (SND)	5,10 a	8,04 a	17,46 a	25,10 a	27,3 a	30,1 a
50% AR+50 % SND	4,90 a	8,10 a	16,61 ab	22,45 a	25,7 a	28,7 a
Água pura (AP)	5,02 a	7,60 a	14,50 b	15,72 c	17,2 c	19,6 c
C.V. (%)	10,5	8,4	12,7	9,2	12,7	11,5

\*Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\*AR - água residuária; SND - solução nutritiva diária; 50% AR+50 % SND e AP-água pura.

Analisando a variável diâmetro de colo, observou-se que aos 63 DAS os tratamentos água residuária, solução nutritiva e 50% AR + 50% SND não diferiram estatisticamente, mas aos 83 e 93 DAS os tratamentos solução nutritiva diária e 50% AR + 50% SND apresentaram o maior diâmetro de colo em relação aos demais tratamentos (Tabela 3). O tratamento água pura apresentou os menores valores de diâmetro de colo, possivelmente devido à baixa disponibilidade de nutrientes para as mudas.

**Tabela 3.** Diâmetro de colo de mudas de *E. grandis* em função de fertirrigação com água residuária, solução nutritiva diária, 50% água residuária + 50% solução nutritiva e água pura aos 43, 53, 63, 73, 83 e 93 dias após a semeadura. Dois Vizinhos, UTFPR, 2015.

Tratamentos	Diâmetro de colo (mm)					
	43 DAS	53 DAS	63 DAS	73 DAS	83 DAS	93 DAS
Água residuária (AR)**	0,53a*	0,84a	1,20a	1,45 b	1,50 b	1,54 b
Solução nutritiva diária (SND)	0,57a	0,80a	1,21a	1,57a	1,62 a	1,70 a
50% AR+50 % SND	0,55a	0,88a	1,19a	1,37b	1,55 a	1,65 a
Água pura (AP)	0,56a	0,82a	1,06b	1,16c	1,34 c	1,40 c
C.V. (%)	11,6	10,3	9,4	12,1	11,4	10,8

\*Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\*AR-água residuária; SND-solução nutritiva diária; 50% AR+50 % SND e AP-água pura.

Os tratamentos solução nutritiva diária e 50% água residuária + 50% solução nutritiva apresentaram maior crescimento em altura a partir dos 63 DAS até os 93 DAS (Tabela 4). Como a altura da muda adequada para transplante no campo é de 15 cm (Wendling & Dutra, 2010), apenas os tratamentos solução nutritiva diária e 50% água residuária + 50% solução nutritiva atingiram esse valor. Os tratamentos água residuária e água pura não atingiram esse valor mínimo, evidenciando a necessidade da fertirrigação com adubação química para o adequado crescimento das mudas, ou seja, apenas a água residuária não atende as exigências nutricionais da cultura.

**Tabela 4.** Altura de mudas de *E. grandis* em função de fertirrigação com água residuária, solução nutritiva, 50% água residuária + 50% solução nutritiva e água pura aos 43, 53, 63 e 73, 83 e 93 dias após a semeadura. Dois Vizinhos, UTFPR, 2015.

Tratamentos	Altura de mudas (cm)					
	43 DAS	53 DAS	63 DAS	73 DAS	83 DAS	93 DAS
Água residuária (AR)**	3,18a*	4,31a	7,64ab*	8,82ab*	9,70 b	10,4 b
Solução nutritiva diária (SND)	3,07a	4,49a	8,29a	10,50a	13,1 a	15,5 a
50% AR+50 % SND	3,11a	4,30a	8,00ab	9,70ab	13,8a	15,0 a
Água pura (AP)	3,19a	4,21a	6,94b	7,73b	8,41b	9,45 c
C.V. (%)	6,2	8,6	11,5	13,4	12,6	10,3

\*Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\* AR-água residuária; SND-solução nutritiva diária; 50% AR+50 % SND e AP-água pura.

Para massa fresca e seca das raízes não se observou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados (Tabela 5). Pode-se observar que o sistema de adubação de cobertura, substrato e tubetes utilizados favoreceram o desenvolvimento de raízes vigorosas e sem o enovelamento. De acordo com Mafia et al. (2005) é de grande importância a qualidade do sistema radicular, pois o mesmo tem implicações diretas com a mortalidade de mudas a campo e conseqüentemente onerosidade do empreendimento. Não se verificou mortalidade das mudas transplantadas a campo.

Analisando os resultados da massa fresca e seca da parte aérea pode-se verificar que os valores diferiram estatisticamente, a solução nutritiva diária e 50% água residuária + 50% solução nutritiva apresentaram os maiores valores (12,23 e 11,50 g planta<sup>-1</sup>) de massa fresca da parte aérea, respectivamente. Para massa seca da parte aérea o tratamento solução nutritiva diária resultou em maior acumulo de biomassa seca (3,07 g planta<sup>-1</sup>). A fertirrigação com água pura apresentou o menor valor de massa seca da parte aérea (1,91 g planta<sup>-1</sup>). Pezzutti et al (1999) avaliaram o crescimento de mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta a fertilização

com NPK, os autores constataram que o maior crescimento das mudas ocorreu nas maiores doses de fertilizantes, o que é explicado pela maior quantidade de nutrientes essenciais disponíveis no substrato para serem absorvidos diretamente pelas plantas, sendo que a liberação dos nutrientes de compostos orgânicos é mais lenta.

A massa seca total para *Eucalyptus grandis* aos 97 dias após a semeadura deve encontrar-se entre 1,2 e 1,6 g (Gonçalves & Benedetti, 2000). Pode-se verificar que todos os tratamentos avaliados estavam acima desse valor, denotando que o substrato e a fertirrigação contribuíram para o acúmulo de biomassa seca das mudas.

**Tabela 5.** Massas fresca e seca de raiz e parte aérea de mudas de *E. grandis* em função de fertirrigação com água residuária, solução nutritiva diária, 50% água residuária + 50% solução nutritiva diária e água pura. Dois Vizinhos, UTFPR, 2015.

Tratamentos	M. F.Raiz (g planta <sup>-1</sup> )	M.S.Raiz (g planta <sup>-1</sup> )	M. Fresca Aérea (g planta <sup>-1</sup> )	M.S.Aaérea (g planta <sup>-1</sup> )
Água residuária (AR) **	16,45a*	2,87a	9,01b	2,47b
Solução nutritiva diária (SND)	15,31a	2,12a	12,23a	3,07a
50% AR+50 % SND	14,14a	2,74a	11,50a	2,92b
Água pura (AP)	12,62a	2,28a	8,36c	1,91c
C.V(%)	19	29	24	21

\* Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\*\*AR-água residuária; SND-solução nutritiva diária; 50% AR+50 % SND e AP-água pura.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que a fertirrigação apenas com água residuária da criação de peixes não atende a demanda nutricional das mudas, resultando em menor crescimento e desenvolvimento. A utilização de 50% de água residuária de tilápia + 50% solução nutritiva diária permitiu a produção de mudas com qualidade semelhante as fertirrigadas com solução nutritiva

A água residuária da piscicultura pode ser utilizada como alternativa para reuso na produção de mudas de eucalipto, diminuindo o impacto ambiental negativo dos efluentes desse tipo de criação animal.

## REFERENCIAS

AUGUSTO D. C. C.; GUERRINI I. A.; ENGEL V. L.; ROUSSEAU G. X. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden. **Revista Árvore**, v.31, n.4, p.745-751. Viçosa-MG, 2007.

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427p.

MAFIA R.G.; ALFENAS A.C.; SIQUEIRA, L.; FERREIRA, E.M.; LEITE, H.G.; CAVALLAZI, J.R.P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, v.29, n.6, p.947-953, 2005.

PEZZUTTI, R.V.; SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; Crescimento de Mudas de *Eucalyptus globulus* em resposta a fertilização NPK. **Ciências Florestal**, v.9, n. 2, p. 117-125, 1999.

SAS INSTITUTE . 2015. *SAS Studio*. Disponível em: [http://www.sas.com/en\\_us/software/university-edition.html//](http://www.sas.com/en_us/software/university-edition.html//). Acesso em: 15 de agosto de 2015.

TESTOLIN, G. **Avaliação de alface hidropônica usando água de piscicultura misturada com diferentes porcentagens de soluções nutritivas**. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

WENDLING, I.; DUTRA, L.F. **Produção de mudas de eucalipto por sementes**. In: WENDLING, I.; DUTRA, L.F. Produção de mudas de eucalipto. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. p.13-47