

## CRESCIMENTO INICIAL DO CAFEIEIRO CONILON FERTIRRIGADO COM ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO

**Heitor Rodrigues Ribeiro<sup>1</sup>, Afonso Zucolotto Venturi<sup>2</sup>, Ivo Zution Gonçalves<sup>3</sup>,  
Marjorie Freitas Spadeto<sup>4</sup>, Morgana Scaramussa Gonçalves<sup>5</sup>, Michele Machado  
Rigo<sup>6</sup>, Aline Azevedo Nazário<sup>7</sup> Giovanni de Oliveira Garcia<sup>8</sup>**

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, Alto Universitário, SN, Alegre-ES, CEP: 29.500-000, heitor\_pancas@hotmail.com<sup>1</sup>, afonsozv@hotmail.com<sup>2</sup>, ivo\_zution@yahoo.com.br<sup>3</sup>, marjorie\_vni@hotmail.com<sup>4</sup>, morganascg@hotmail.com<sup>5</sup>, michelle.rigo@gmail.com<sup>6</sup>, aline.a.n@hotmail.com<sup>7</sup>, giovanni@ambientalis-es.com.br<sup>8</sup>

**Resumo:** Um dos desafios para a elevação do rendimento agrícola e o aumento da produtividade do cafeeiro conilon é a adequação dos sistemas de produção de forma a atender diferentes condições produtivas de seu uso. Nesse contexto, o reuso de efluentes tem sido empregado como fonte de fertilizante na produção de várias culturas, dentre elas o cafeeiro. Nesse contexto este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento do cafeeiro conilon, fertirrigado com de esgoto doméstico tratado. Conduzido em vasos e em casa de vegetação o delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado onde aplicou-se três doses de efluente doméstico tratado, sendo 100% de N, 200% de N e 300% de N de acordo com a necessidade de nitrogênio da cultura, e ainda uma adubação mineral com 3 repetições. Foi realizada análise de crescimento, após a aplicação dos tratamentos, determinando a altura da parte aérea, área foliar, massa seca da raiz e massa seca total. Os resultados obtidos permitiram concluir que quanto maior as doses aplicadas, melhor foram os resultados para matéria seca total, altura, matéria seca de raízes e área foliar.

**Palavras-chave:** fertirrigação; água residuária; *coffea canephora*  
**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

Uma das alternativas que se tem apontado para a redução da degradação ambiental decorrente da disposição inadequada de efluentes é o aproveitamento destes efluentes ricos em nutrientes na fertirrigação de culturas agrícolas, que pode resultar em aumento de produtividade e qualidade dos produtos colhidos, redução da poluição ambiental e dos custos de produção, além de promover melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo (MATOS, et al. 2010).

De acordo com Bertoncini 2008, a falta de tratamento de esgotos e de efluentes industriais e agroindustriais e o desperdício de água na irrigação agrícola contribuem para um cenário de escassez de água, onde, demanda por água potável e conflitos pelos usos múltiplos da água, especialmente na região Sudeste do Brasil, vem pressionando a tomada de decisões que envolvam o tratamento de água, esgoto e resíduos, assim como o aproveitamento dos efluentes tratados.

Segundo van der Hoek et al. (2002), as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária, são: conservação da água disponível, sua grande disponibilidade, possibilidade do aporte e a reciclagem de nutrientes (reduzindo a

necessidade de fertilizantes químicos) e concorrer para a preservação do meio ambiente. Estudos efetuados em diversos países demonstraram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em áreas fertirrigadas com águas residuárias de origem doméstica, desde que sejam adequadamente manejadas (Medeiros 2008).

A fertirrigação com efluentes tratados na cafeicultura permite melhora na eficiência de uso da água e nutrientes pela colocação simultânea diretamente na zona radicular, na forma e na quantidade requeridas. Destaca-se também a possibilidade de maior número de parcelamento dos nutrientes sem a necessidade do uso de maquinário e mão-de-obra além de possibilitar a aplicação independentemente das condições climáticas (DRUMOND, et al. 2002).

### Metodologia

O trabalho foi conduzido em vasos com capacidade de 18 litros, no período de agosto de 2010, a junho de 2011, na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada no município de Alegre – ES, com coordenadas geográficas de

latitude 20°45' Sul, longitude 41°48' Oeste e altitude de 147 m.

A fertirrigação foi iniciada após 30 dias do transplante das mudas nos vasos. As aplicações das lâminas do efluente eram feitas até atingir a capacidade de campo do solo. Os vasos eram sempre pesados com balança de precisão de 100g antes das irrigações, e desta forma com a diferença de peso do vaso na capacidade de campo e na condição instantânea, poderia assim saber a quantidade a ser aplicada seguindo cada tratamento. No tratamento com adubação convencional a manutenção da umidade do solo foi feita com aplicação de água do abastecimento interno do local.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistirão de uma testemunha (T1), a qual recebeu adubação mineral convencional de plantio (PREZOTTI, et al., 2007), e três fertirrigados com esgoto doméstico tratado (T2, T3 e T4), nos quais, foi aplicado, respectivamente, uma lamina correspondente de 100, 200 e 300% da dose de nitrogênio recomendada para a cultura, na ocasião de plantio. Foram utilizadas mudas transplantadas com três pares de folhas do cultivar Vitória da espécie *Coffea canephora*.

O solo utilizado no preenchimento dos vasos foi coletado no perfil natural de um Latossolo Vermelho Amarelo e uma amostra levada ao laboratório para caracterização química (Tabela 1), assim como o efluente utilizado (Tabela 2).

Tabela 1. Valores médios das características químicas do solo utilizado no preenchimento dos vasos na montagem do experimento

Características	Valor
ph	6,1
Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	2,0
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	16,0
Cálcio (cmmolc dm <sup>-3</sup> )	0,7
Magnésio (cmmolc dm <sup>-3</sup> )	4,9
Sódio (mg dm <sup>-3</sup> )	15,0
Alumínio (cmmolc dm <sup>-3</sup> )	0,2
H+AL (cmmolc dm <sup>-3</sup> )	2,5
CTC total (cmmolc dm <sup>-3</sup> )	8,2
CTC efetiva (cmmolc dm <sup>-3</sup> )	5,8
Saturação por bases (%)	69,4
Índice de saturação por sódio (%)	0,8
Soma de bases (cmmolc dm <sup>-3</sup> )	5,7
Enxofre (mg dm <sup>-3</sup> )	3,0
Ferro (mg dm <sup>-3</sup> )	220,0

Cobre (mg dm <sup>-3</sup> )	1,4
Zinco (mg dm <sup>-3</sup> )	2,5
Manganês (mg dm <sup>-3</sup> )	15,0
Boro (mg dm <sup>-3</sup> )	0,1

Tabela 2. Valores médios das características químicas do efluente de esgoto doméstico utilizado no experimento.

Características	Valor
pH	7,62
Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	0,51
Potássio (mg L <sup>-1</sup> )	14,84
Sódio (mg L <sup>-1</sup> )	9,2
Cloretos (mg L <sup>-1</sup> )	3,72
Ferro (mg L <sup>-1</sup> )	<0,01
Fósforo Total (mg L <sup>-1</sup> )	185,0
Nitrogênio Total (mg L <sup>-1</sup> )	57,0
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	56,1
Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	24,1
Enxofre (mg L <sup>-1</sup> )	0,09
Razão de Adsorção de Sódio (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,70

O efluente utilizado no experimento foi coletado na estação de tratamento de esgoto do município de Jerônimo Monteiro, cujas lâminas, necessárias à aplicação das diferentes porcentagens de nitrogênio, serão calculadas por meio da equação (figura 1) recomendada pela EPA (1981).

$$L_w = \frac{C_p(PR - ET) + 10U}{(1 - f)C_n - C_p} \text{ cm} \cdot \text{ano}^{-1}$$

Figura 1- equação do cálculo da lâmina aplicada de efluente, em função da concentração de N do efluente.

Onde:

$L_w$  = lâmina de aplicação anual, cm ano<sup>-1</sup>;  $C_p$  = concentração de nitrogênio na água de percolação, mg L<sup>-1</sup>;  $PR$  = precipitação local, cm ano<sup>-1</sup>;  $ET$  = evapotranspiração da cultura no local, cm.ano<sup>-1</sup>;  $U$  = absorção de nitrogênio pela cultura, kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>;  $C_n$  = concentração de nitrogênio na água residual, (mg L<sup>-1</sup>); e  $f$  = fração do nitrogênio que é removido por desnitrificação e volatilização, adimensional.

O crescimento inicial das mudas de café em resposta a fertirrigação com esgoto doméstico tratado foi determinado ao final do experimento avaliando-se a área foliar; matéria seca da parte

aérea e raízes; taxas de crescimento absoluto (TCA), relativo (TCR) e assimilação líquida (TAL) e a razão de área foliar (RAF) conforme descrito por Benicassa (2003).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e teste de média. Para comparar a média da testemunha com as demais foi utilizado o teste de Tukey, adotando-se um nível de 5% de probabilidade.

## Resultados

Nas tabelas a seguir são apresentados os resultados dos valores médios da área foliar (AFO) em cm<sup>2</sup>/planta, da altura obtida por planta (ALT) em cm/planta (Tabela 3), matéria seca total em gramas/planta (MST), matéria seca da raiz (MSR) em gramas/planta (Tabela 4) e valores médios da taxa de crescimento absoluta (TCA) em g/semana, taxa de crescimento relativo (TCR) em g/g·semana (Tabela 5), razão da área foliar (RAF) em cm<sup>2</sup>/planta e taxa de assimilação líquida (TAL) em g/dm<sup>2</sup>/semana obtidos por cada tratamento (Tabela 6).

Tabela 3. Valores médios da área foliar (AFO) em cm<sup>2</sup>/planta, da altura obtida por planta (ALT) em cm/planta, comparados após a avaliação do experimento

TRATAMENTO	AFO	ALT
1	1658,3311 D	35,0346 D
2	1921,6628 C	37,9462 C
3	3122,8008 B	44,3872 B
4	3798,766 A	48,6923 A

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 4. Teores médios da matéria seca total em gramas/planta (MST), matéria seca da raiz (MSR) em gramas/planta obtidos a partir de cada tratamento após avaliação.

TRATAMENTO	MST	MSR
1	31,6641 D	24,2918 C
2	34,5395 C	27,1485 C
3	47,6672 B	32,6412 B
4	54,8415 A	43,3665 A

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 5. Valores médios da taxa de crescimento absoluta (TCA) em g/semana, taxa de crescimento relativo (TCR) em g/g·semana, avaliados ao final experimento.

TRATAMENTO	TCA	TCR
1	2,3970 D	0,1770 C
2	2,6366 C	0,1865 C
3	3,7306 B	0,2912 B
4	4,3285 A	0,2251 A

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 6. Médias encontradas da razão da área foliar (RAF) em cm<sup>2</sup>/planta e taxa de assimilação líquida (TAL) em g/dm<sup>2</sup>/semana, obtidos por cada tratamento após a avaliação.

TRATAMENTO	RAF	TAL
1	51,7604 D	9,1565 D
2	55,5731 C	10,3434 C
3	65,5322 B	13,1829 B
4	69,3026 A	15,5437 A

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

## Discussão

Nas tabelas, vários aspectos do crescimento da planta são observados, porém, em todos, o crescimento foi maior no tratamento 4, sendo esse o tratamento com maior aplicação de efluente em relação aos demais e em relação ao tratamento 1 (testemunha) que levou apenas a adubação e irrigação convencionais. Nota-se uma elevação gradativa e significativa em todos os oito aspectos relacionados nas tabelas, mostrando que ao passo que se aumenta a aplicação de efluente aumenta-se também a o crescimento inicial do cafeeiro.

Observando a Tabela 3, área foliar (AFO) apresentou maiores valores no tratamento 4 indicando que as plantas submetidas a dose de 300% da dose de N recomendada e oferecida a partir do efluente utilizado apresentaram uma maior área foliar média e consequentemente tem maiores condições de desenvolver-se em relação a área foliar. Assim como a AFO as plantas submetidas ao tratamento 4 também se apresentaram maiores (ALT, altura total média) em relação as demais comparadas.

A matéria seca total (MST) (Tabela 4) apresentada em gramas por planta também diferiu significativamente em todos os tratamentos e em relação á testemunha, o que confirma as variáveis anteriores, e reafirma o maior crescimento das plantas a partir que se aumenta a dose aplicada a partir do efluente. Apenas o crescimento de raiz (MSR) não diferiu entre os tratamentos 1 e 2.

Na Tabela 5 observamos a taxa de crescimento absoluto (TCA) que nos mostra o crescimento da planta a cada semana, apresenta um maior crescimento da planta submetida ao tratamento 4, mostrando assim um maior potencial de crescimento das plantas submetidas a esse tratamento. Fato evidenciado na taxa de crescimento relativa (TCR) que apresenta o incremento do crescimento a cada semana suprindo-se as necessidades fisiológicas da planta, que também foi maior ao passo que se aumentava a dose de N aplicada e consequentemente a dose de efluente fornecida às plantas.

Na razão de área foliar (RAF) analisa-se uma maior área foliar necessária para produzir um grama de matéria seca nas plantas que também se apresentaram maiores (Tabela 6), o que é normal para uma planta nesse estágio fenológico. A taxa de assimilação líquida (TAL) também foi crescendo a medida que se aumentou a dose de efluente aplicado e em relação ao tratamento 1, sendo assim as plantas do tratamento 4 obtiveram uma maior taxa fotossintética líquida por semana que as demais, pois apresentaram plantas maiores que demandaram dessa maior taxa, e por ter sua condição fisiológica melhorada de acordo com que aumentou-se a dose de efluente aplicada.

Esse maior crescimento leva a planta a obter vantagens iniciais às demais como maior capacidade fotossintética devido a uma maior área foliar proporcionada, essas plantas crescem mais em menos tempo, e tem capacidade de se desenvolver mais, esse fato pode ser explicado conjuntamente com Guidolin (2000), onde é imprescindível destacar o conteúdo dos elementos minerais presentes em efluentes urbanos, destacando a presença de macronutrientes, como N, P e K, bem como de micronutrientes, como As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn, alguns deles necessários ao desenvolvimento vegetal e outros até fitotóxicos. Onde essa fonte de nutrientes aliada aos tratamentos culturais proporciona um maior crescimento inicial da planta.

## Conclusão

Uma boa iniciativa para a destinação do efluente proveniente de esgoto doméstico tratado fica evidenciada neste experimento, visto que sua utilização pode aumentar o crescimento inicial do cafeeiro conilon em comparativo com os métodos tradicionais de cultivo principalmente do cultivar vitória estudado nesse experimento. Onde assim constata-se a vantagem de se utilizar um eventual poluente o qual poderia ser esse efluente, qual contribuiria para eutrofização de rios ou lagos, em um auxiliar no cultivo do cafeeiro, aliando-o à

fertirrigação, além de contribuir para um melhor desenvolvimento inicial da cultura.

## Referências

- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003.
- BERTONCINI E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. V.1, n.1 São Paulo, p. 152-169, 2008.
- DRUMOND, L. C. D., et al. Cafeicultura irrigada: alternativas para vencer o déficit hídrico. Cafeicultura a revista do cafeicultor. São Paulo, V. 1, n. 3, p. 21-24, 2002.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Process design manual – land treatment of municipal wastewater. Washington, Department of the interior, 1981.
- GUIDOLIN, J. C. Reuso de efluentes. 1. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente, 2000.
- MATOS A. T., et al. Nutrição de tomateiro fertirrigado com água residuária da suinocultura. REVENG: Engenharia na agricultura. Viçosa, V.18 n. 1. p. 40-49, 2010.
- MEDEIROS S. S. et al. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, Campina Grande, v.12, n.2, p.109-115, 2008.
- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo. 5 ed. Vitória: EEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007.
- VAN DER HOEK W. et al. Urban Wastewater: A valuable resource for agriculture. a case study from horoonabad, Pakistan. Research Report 63. Colombo, Sri Lanka: **International Water Management Institute**. V.10, n.5 p.20-40, 2002