



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-121 - AVALIAÇÃO DO USO DE EFLUENTES DE UASB, LAGOA DE POLIMENTO E LEITO DE BRITA NO CULTIVO DO GERGELIM (*Sesamum indicum* L.).

Eduardo Pedroza da Cunha Lima⁽¹⁾

Químico Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/PRODEMA).

José Tavares de Sousa

Engenheiro Químico pela Universidade Federal da Paraíba. Doutor em Hidráulica e Saneamento USP/São Carlos-SP.

José Pires Dantas

Doutor em Agronomia pela USP

Israel Nunes Henrique

Químico Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba. Mestrando no Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB/PRODEMA).

Endereço⁽¹⁾: Rua Vidal de Negreiros, 342 – Centro – Campina Grande - PB - CEP: 58101-001 - Brasil - Tel: (83) 342-1957



eduardopcl@hotmail.com

RESUMO

À medida que aumenta o consumo das águas superficiais e a quantidade de poluentes despejada nos mesmos, torna-se urgente uma gestão sustentável dos recursos hídricos. Nesta perspectiva duas atividades são extremamente importantes: o combate à poluição e o aproveitamento racional da água. O tratamento de esgoto doméstico para posterior utilização na agricultura é uma atividade coerente com a proposta sustentável de gerenciamento dos recursos hídricos, pois, proporciona economia de água de boa qualidade, impede a poluição ocasionada pelos esgotos e proporciona fertilização do solo. No entanto a utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola exige tecnologias de tratamento que proporcionem efluentes de qualidade sanitária que não representem riscos de transmissão de doenças, seja pela ingestão dos alimentos irrigados ou pelo manejo agrícola. Neste sentido a presente pesquisa estudou três diferentes tratamentos avaliando as características microbiológicas e parasitológicas dos efluentes e verificando os efeitos na produtividade e no desenvolvimento do gergelim (*Sesamum indicum* L.) fertirrigado com esgoto tratado. Os efluentes utilizados na fertirrigação do gergelim foram provenientes do reator UASB, e do pós-tratamento em Lagoa de Polimento e Leito de Brita vegetado por feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). O efeito da fertirrigação na produtividade do gergelim foi comparado com as produtividades obtidas quando este foi irrigado com água de abastecimento e quando tratado com adubo mineral. De acordo com a pesquisa verificou-se que o efluente do reator UASB apresentou-se fora das recomendações da OMS, mas o seu pós-tratamento em Lagoa de Polimento e em Leito de Brita proporcionou um efluente adequado com o recomendado, ausente de ovos de helmintos e uma concentração inferior 10^4 UFC.100⁻¹mL de coliformes termotolerantes. Apenas fertirrigação do gergelim com os efluentes do Leito de Brita e do UASB proporcionaram um aumento significativo na produtividade, em relação ao gergelim irrigado com água. Não ocorreu diferença significativa na fertirrigação do gergelim com efluente do UASB e do Leito Brita, em relação ao gergelim que recebeu adubo mineral.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso, Gergelim, Sesamum.

INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) pertence à família Pedaliácea sendo uma oleaginosa com alto valor nutritivo, possuindo grande concentração de ácidos graxos polinsaturados, proteína e uma rica variedade de aminoácidos essenciais. As sementes e o óleo de gergelim são utilizados para diversas finalidades, para alimentação, para a fabricação de inseticidas, fármacos, cosméticos, entre outros.

O gergelim é considerado uma planta sensível à salinidade mais resistente à seca, podendo produzir razoavelmente cerca de 350 a 500 kg.ha⁻¹ de grãos em locais semi-áridos, acima da média mundial (BELTRÃO *et al.* 1994). Dessa forma a disponibilidade de esgotos tratados para a fertirrigação do gergelim na região do Nordeste brasileiro poderá consistir em uma alternativa de emprego e renda, à medida que essa cultura apresenta-se bem adaptada às condições climáticas da região e a fertirrigação com esgoto tratado poderá proporcionar o aumento da produtividade dessa cultura, pois os esgotos são ricos nutrientes (principalmente, nitrogênio, fósforo e potássio).

Mesmo não sendo um produto largamente consumido e produzido no Brasil, o gergelim pode ser uma alternativa de oleaginosa na região Nordeste que apresenta indústrias ociosas de beneficiamento de óleo vegetal, devido à redução da produção de algodão (BELTRÃO *et al.* 1994). A perspectiva econômica desta cultura destaca-se também pelo aumento do mercado consumidor internacional, segundo LANGHAM & WIEMERS (2002) nas últimas duas décadas o volume das importações aumentou em mais de 118%.

Sendo assim a presente pesquisa pretende avaliar o efeito da fertirrigação do gergelim com os diferentes efluentes, provenientes do reator UASB e do pós-tratamento em Lagoa de Polimento e em Leito de Brita. No entanto, considerando as características microbiológicas e parasitológicas dos efluentes de forma a verificar os possíveis riscos de transmissão de doenças na prática de fertirrigação do gergelim.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em escala piloto no estado da Paraíba, na cidade de Campina Grande, em área pertencente à Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Foram utilizados os reatores biológicos UASB, Lagoa de Polimento e Leito de Brita, sendo seus efluentes empregados na irrigação da cultivar gergelim (*Sesamum indicum* L.) da variedade CNPA-G4.

O reator UASB utilizado foi um reator com 5000 Litros de volume sendo operado com uma vazão afluyente de 1000 L.h⁻¹. A Lagoa de Polimento e o Leito de Brita foram utilizados como pós-tratamento do reator UASB. A Lagoa estava dividida em cinco raíais, cada qual com 10 metros de comprimento, 1 metro de largura e 0,65 metros de profundidade sendo operada com uma vazão de 90L.h⁻¹. O Leito de Brita estava distribuído em uma área de aproximadamente 10m² (10m x 1m) possuindo uma altura de 0,60 m. O Leito de Brita foi operado com um TDH de 7 dias. Na superfície do Leito de Brita foi cultivado feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

O gergelim foi cultivado em neossolo regolítico de baixa fertilidade em área de 140 m² com delineamento experimental inteiramente casualizados. O sistema de irrigação foi por sulco tendo um turno de rega de 2 dias utilizando durante o ciclo o correspondente a uma lamina d'água de 600mm. O espaçamento entre covas foi de 20 cm e entre fileiras 60 cm, sendo 3 plantas por cova. Foram realizados 5 tratamentos com 4 repetições. Os tratamentos realizados foram: (1) irrigado com água de abastecimento, (2) irrigado com água de abastecimento, sendo o solo adubado conforme recomendações de MALAVOLTA (1965), (3) irrigado com efluente do reator UASB, (4) irrigado com efluente de lagoa de maturação e (5) irrigado com efluente de Leito de Brita.

Para avaliar o desenvolvimento e o crescimento do gergelim foram coletadas plantas semanalmente para determinação da fitomassa e área foliar. A produtividade foi avaliada pela massa das sementes e pelo número de cápsulas produzidas.

Foram realizadas, nos efluentes dos reatores, análises semanais de DQO, nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, fósforo total e inorgânico, potássio, pH, condutividade elétrica, coliforme termotolerantes e ovos de helmintos, obedecendo às normas analíticas do Standard Methods for the Examination of Wastewater (APHA, 1995) o método de membrana filtrante para coliformes termotolerantes e o método de Baileger modificado para ovos de helmintos (AYRES & MARA, 1996).

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.

Na Tabela 1 estão presentes às médias aritméticas e os desvios padrões das características físico-químicas do esgoto e dos efluentes utilizados nas práticas de fertirrigação. Sendo na Tabela 2 e Figura 1 apresentados os resultados das análises microbiológicas e parasitológicas.

Tabela 1: Características físico-químicas dos efluentes.

Características	Unidades	Medidas Estatísticas	EB	Ef.UASB	Ef.LP	Ef.LB
DQO	mg.L ⁻¹	Média	886,05	250,35	144,92	84,93
		Desvio Padrão	164,56	82,05	84,99	46,32
NTK	mg.L ⁻¹	Média	60,18	53,24	26,54	39,72
		Desvio Padrão	8,86	8,04	8,77	2,52
Nitrogênio amoniacal	mg.L ⁻¹	Média	43,16	46,01	23,13	36,38
		Desvio Padrão	8,89	6,98	8,40	2,28
Nitrogênio orgânico	mg.L ⁻¹	Média	17,02	7,24	3,40	3,33
		Desvio Padrão	5,86	2,57	1,73	1,20
Fósforo Total	mg.L ⁻¹	Média	7,77	6,63	4,70	5,34
		Desvio Padrão	1,56	1,11	0,87	0,55
Ortofosfato	mg.L ⁻¹	Média	4,68	4,86	3,63	4,90
		Desvio Padrão	2,73	0,72	1,34	0,51
Fósforo orgânico	mg.L ⁻¹	Média	3,18	1,88	1,20	0,48
		Desvio Padrão	1,18	0,84	0,71	0,22
Potássio	mg.L ⁻¹	Média	24,95	24,01	26,20	24,95
		Desvio Padrão	1,61	1,84	1,79	1,33
Sólidos suspensos	mg.L ⁻¹	Média	277	88	38	11
		Desvio Padrão	65	34	24	2
Sólidos suspensos voláteis	mg.L ⁻¹	Média	219	73	32	8
		Desvio Padrão	51	35	20	3
Condutividade elétrica (25°C)	dS.m ⁻¹	Média	1,29	1,35	1,23	1,35
		Desvio Padrão	0,19	0,34	0,19	0,13
pH		Máximo	7,22	7,91	9,26	7,94
		Mínimo	6,62	6,89	7,40	6,94

De acordo com a Tabela 1 verifica-se que as concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio foram inferiores no efluente da Lagoa de Polimento, no entanto este se apresentou com valores superiores de pH. O pH elevado reduz a disponibilidade de nutrientes favorecendo a formação de compostos insolúveis e a volatilização da amônia.

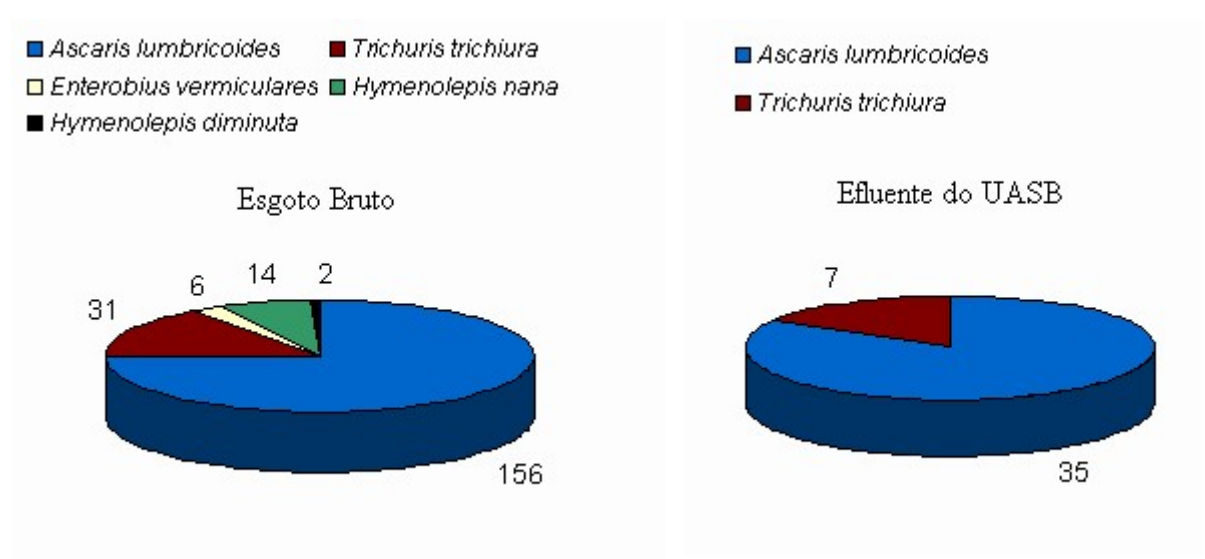
A partir da Tabela 2 verifica-se que a remoção de coliformes termotolerantes em ambos os pós-tratamentos do efluente do UASB proporcionou concentrações de aproximadamente 10³ UFC.100mL⁻¹. Verifica-se que o efluente do UASB apresentou considerável concentração de ovos de helmintos representando um alto risco de transmissão de doenças aos agricultores que manusearem com esse efluente.

Tabela 2: Valores máximos e mínimos e medidas de tendência central das análises de coliformes termotolerantes e ovos de helmintos.

	Unidades	Parâmetros descritivos		UASB	LP	LB
Coliformes Termotolerantes	UFC.100mL ⁻¹	Média geométrica	2,64.10 ⁷	6,00.10 ⁶	1,60.10 ³	1,88.10 ³
		Mediana	4,00.10 ⁷	9,45.10 ⁶	1,00.10 ³	1,47.10 ³
		Máximo	5,70.10 ⁷	1,90.10 ⁷	4,15.10 ⁴	8,18.10 ³
		Mínimo	1,53.10 ⁶	1,00.10 ⁵	1,00.10 ¹	2,65.10 ²
Ovos de helmintos	Ovos.L ⁻¹	Média aritmética	206	42	0	0
		Mediana	225	51	0	0
		Máximo	333	75	0	0
		Mínimo	0	0	0	0

Dos ovos de helmintos encontrados ocorreu a predominância de *Ascaris lumbricoides*, no esgoto bruto (74%) e no efluente do UASB (84%). Na Figura 1 estão presentes as espécies de ovos de helmintos encontradas.

Figura 1: Distribuição percentual das espécies de ovos encontrados no esgoto bruto e no efluente do reator UASB.



Diante das diferentes concentrações dos nutrientes e das demais propriedades físico-químicas, observa-se que essas características foram suficientes para promover produtividades distintas, Tabela 3. Sendo apenas o tratamento com adubação mineral e os tratamentos fertirrigados com efluente do UASB e do Leito de Brita responsáveis por uma produtividade significativamente superior, ao nível de 5% probabilidade pelo teste Tuckey, em relação ao gergelim irrigado com água.

Tabela 3- Avaliação da produtividade, número de cápsulas por planta e massa de 1000 sementes.

Tratamento	Produtividade (Kg.ha ⁻¹)	Massa de 1000 sementes (g)	Nº de cápsulas por planta
T1: Irrigado com água de abastecimento	745,105 a*	3,43 a	25,44 a
T2: Adubação mineral completa	1225,175 c	3,36 a	41,32 b
T3: Fertirrigado com efluente da Lagoa	960,114 ab	3,53 a	36,64 b
T4: Fertirrigado com efluente do Leito de Brita	1230,96 c	3,46 a	43,34 b
T5: Fertirrigado com efluente do UASB	1019,639 bc	3,52 a	39,01 b

(*) Os valores seguidos pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tuckey.

Diferentemente, em relação ao número cápsulas por planta, todos os tratamentos de fertirrigação, e o tratamento T2, apresentaram-se significativamente superior a tratamento T1. Diante desta situação observando que não há diferenças consideráveis na massa das sementes dos diferentes tratamentos, pode-se afirmar que a fertirrigação do gergelim com o efluente da Lagoa de Polimento promoveu cápsulas com menor número de sementes.

A variação da fitomassa ocorrida durante o ciclo do planta, proporcionou estimar curvas de regressão que representam um modelo do desenvolvimento do gergelim. Na Figura 2 estão presentes as curvas ajustadas pelas equações de regressão, presente na Tabela 4, do comportamento da massa seca do gergelim, nos seus diferentes tratamentos, durante seu ciclo.

Figura 2: Comportamento da massa seca do gergelim durante seu ciclo, em seus diferentes tratamentos.

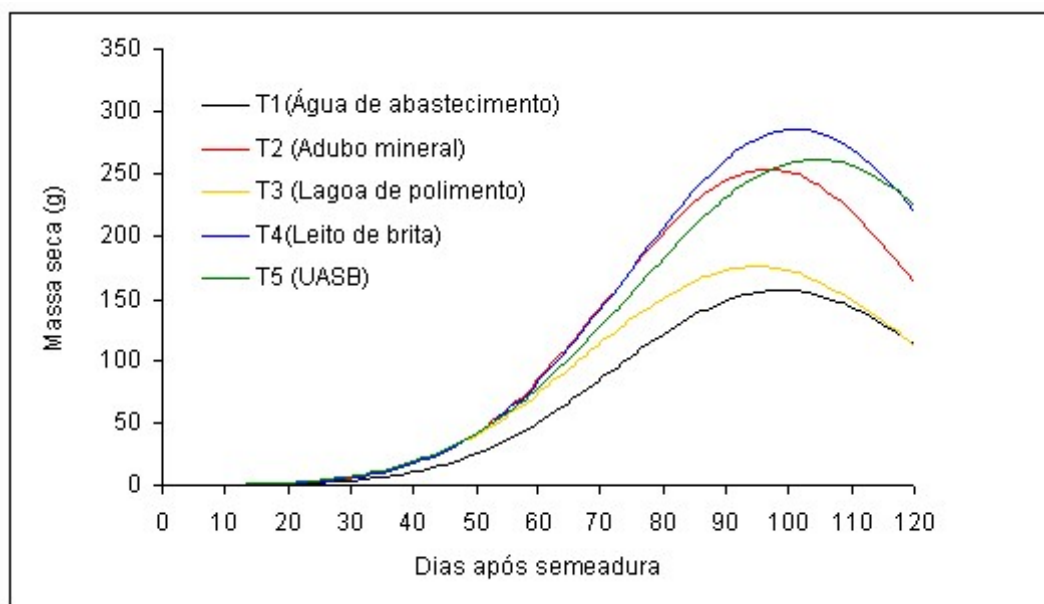


Tabela 4: Equações de regressão das curvas de variação de massa seca do gergelim durante seu ciclo, em seus diferentes tratamentos.

Tratamento	Equações de regressão	R ²
T1: Irrigado com água de abastecimento	$\ln y = -6,6580 - 3,10^{-5} \cdot x^{2,5} + 1,4739x^{0,5}$	0,9970
T2: Adubação mineral completa e irrigação com água de abastecimento	$\ln y = -6,5437 - 3,3 \cdot 10^{-5} \cdot x^{2,5} + 1,5358x^{0,5}$	0,9858
T3: Irrigado com efluente de Lagoa de Polimento.	$\ln y = -5,1789 - 3,10^{-5} \cdot x^{2,5} + 1,3289x^{0,5}$	0,9813
T4: Irrigado com efluente do Leito de Brita	$\ln y = -6,1790 - 2,9 \cdot 10^{-5} \cdot x^{2,5} + 1,4713x^{0,5}$	0,9957
T5: Irrigado com efluente do UASB	$\ln y = -5,0271 - 2,4 \cdot 10^{-5} \cdot x^{2,5} + 1,2966x^{0,5}$	0,9954

Semelhantes aos valores de massa seca, curvas de regressão foram obtidas para acompanhar o comportamento da área foliar do gergelim, Figura 3. As equações de regressão das curvas de crescimento da área foliar estão presentes na Tabela 5.

Figura 4: Comportamento da área foliar do gergelim durante seu ciclo, em seus diferentes tratamentos.

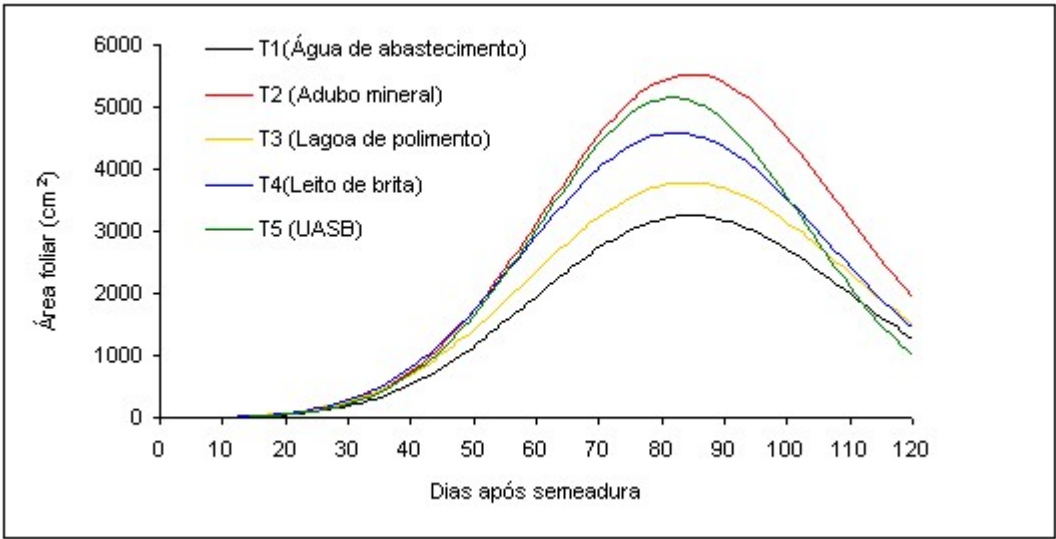


Tabela 5: Equações de regressão das curvas de variação de área foliar do gergelim durante seu ciclo, em seus diferentes tratamentos.

Tratamento	Equações de regressão	R ²
T1: Irrigado com água de abastecimento	$\ln y = -3,3393 - 0,00053x^2 + 1,6564x^{0,5}$	0,8121
T2: Adubação mineral completa e irrigação com água de abastecimento	$\ln y = -4,0922 - 0,00059x^2 + 1,8423x^{0,5}$	0,8928
T3: Irrigado com efluente de Lagoa de Polimento.	$\ln y = -2,6703 - 0,00051x^2 + 1,5832x^{0,5}$	0,7067
T4: Irrigado com efluente do Leito de Brita	$\ln y = -3,2191 - 0,00057x^2 + 1,7126x^{0,5}$	0,8845
T5: Irrigado com efluente do UASB	$\ln y = -3,3922 - 4,9 \cdot 10^{-5} \cdot x^{2,5} + 1,6502x^{0,5}$	0,9315

De acordo com as Figuras 3 e 4 verifica-se que relações diferentes entre o comportamento da massa seca e área foliar foram obtidas. Uma massa seca superior evidencia maior eficiência da planta na produção e armazenamento de material orgânico, sendo uma condição fundamental para uma maior produção de sementes. Observa-se na Figura 4 que, neste aspecto, o tratamento T4 apresentou maior crescimento, seguido pelos tratamentos T2 e T5.

Observa-se na Figura 3 e 4 que embora não possuindo a maior área foliar o gergelim fertirrigado com o efluente do Leito de Brita proporcionou a maior produção de sementes (Tabela 3) e fitomassa. Dessa forma evidencia-se que o processo de fotossíntese ocorrido no gergelim foi mais eficiente no tratamento T4, pois produziu mais fitomassa com menor área foliar, quando comparado com os tratamentos T2 e T5.

CONCLUSÕES

De acordo com a pesquisa pode-se concluir que:

Diferenças significativas na produtividade do gergelim cultivar CNPA G4, em relação às plantas irrigadas com água de abastecimento, foram obtidas com a adubação mineral completa e com as fertirrigações realizadas com efluente do UASB e Leito de Brita. Dentre esses tratamentos o que proporcionou maior produção no gergelim foi a fertirrigação com efluente do Leito de Brita, cerca de 1231Kg.ha⁻¹, seguido pelo tratamento com adubação mineral, 1225Kg.ha⁻¹, e pelo tratamento de fertirrigação com efluente do UASB, 1020Kg.ha⁻¹.

Os tratamentos realizados não promoveram diferenças significativamente na massa das sementes de gergelim.

A fertirrigação do gergelim, com o efluente da Lagoa de Polimento, produziu plantas com menor número de sementes em relação aos demais tratamentos.

De acordo com as recomendações da OMS o efluente do reator UASB não é adequado para irrigação, devido à concentração de ovos de helmintos. Existem grandes possibilidades de transmissão de ascaridíase e tricuriíase.

O pós-tratamento do efluente do UASB em Leito de Brita Cultivado e em Lagoa de Polimento, ambos com TDH de 7 dias, proporcionaram efluentes ausentes de ovos de helmintos e concentração de coliformes termotolerantes em torno de 10³ UFC.100mL⁻¹. Sendo assim, de acordo com as recomendações OMS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater, 15 ed. Washington, D.C. American Public Health Association. American Water Works Association, water pollution control federation, 1995.
2. AYRES, R., MARA, D. Analysis of wastewater for use in agriculture. A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques. WHO, Genova, 1996.
3. BELTRÃO, N. E. M.;FREIRE, E. C.; LIMA, E. F. Gergelimcultura no trópico semi-árido nordestino. Circular técnica nº18. EMBRAPA. Campina Grande, 1994.
4. LANGHAM, R.; WIEMERS, T. Progress in Mechanizing Sesame in the US Through Breeding, In:Trends in new crops and new uses, ASHS press, USA, 2002.
5. MALAVOLTA, E. Métodos para la determinacion de deficiencia. In: Fitopatologia – Curso Moderno, Tomo IV. Ed. Por A. A. Sarasola e M.A.R. de Sarasola. Editorial Hemisfério Sur, Buenos Aires,1965.