

EFEITO DO USO DO EFLUENTE DE REATOR ANAERÓBIO COMPARTIMENTADO NA FERTIRRIGAÇÃO DA COUVE.

G. J. Hussar¹; A. L. Paradela¹; W. Serra¹; T. C. Jonas¹; J. P. R. Gomes¹.

¹ – Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal – CREUPI, CEP 13990-000 Espírito Santo do Pinhal – SP.

Aceito para publicação em: 07/09/2004.

RESUMO

As referências bibliográficas voltadas para as pesquisas relacionadas ao tratamento de esgotos de origem doméstica e de tratamento de dejetos de animais, são unânimes em afirmar que os sistemas de tratamento anaeróbico são eficientes na remoção da DQO, contudo, são inexpressivas as remoções de nitrogênio e fósforo devido às características do processo anaeróbico. Estes sistemas de tratamento necessitam de um tratamento de polimento a fim de atender aos padrões de lançamento do efluente final. O uso do efluente proveniente dos sistemas anaeróbios na irrigação de hortícolas e outras culturas é uma alternativa interessante, diante da possibilidade do aproveitamento de nutrientes presentes na referida água residuária. O experimento foi realizado em canteiros de couve no Departamento de Olericultura, plantados em espaçamento padrão, sendo utilizados seis (6) tratamentos com quatro (4) repetições, cada parcela apresentou quatro (9) plantas. Os resultados obtidos permitiram concluir que: a) A água residuária apresenta um teor maior de NPK em relação à água da nascente; b) Tanto a adubação química quanto o uso de efluente do reator anaeróbico compartimentado (água residuária), não tiveram influência marcante na altura das plantas; c) O efluente do reator anaeróbico compartimentado (água residuária), influenciou na área das folhas das plantas, quando estes tratamentos foram combinados com 100% da

adubação química recomendada para a cultura, bem como sua metade e na ausência da adubação química; d) O baixo conteúdo nutricional da água normal (torneira), proporcionou às plantas as menores áreas foliares; e) Quanto mais enriquecido nutricionalmente for o efluente e se ele estiver mineralizado, provavelmente maior será o seu aproveitamento pelas plantas, e conseqüentemente menor risco oferecerá ao meio ambiente.

Palavras - chave: Couve, dejetos de suínos, reator anaeróbico compartimentado.

ABSTRACT

Some researchs about wastewater treatment have been show efficiency on DQO removal, however Nitrogen and Phosphorus removal are smaller than other nutrients. The use of wastewater as nutrient source can be interesting due high nutrients amount. This trial was carried out on cole plants at Horticulture Department by using wastewater associated or no with fertilizer at different rates comparing with normal water. The results obtained showed that wastewater has high amount of nutrients than normal water. Sprays on leaves by the use of wastewater increase leaf area, but the best results were obtained by plants that received wastewater by sprayng associated with NPK fertilizer in the soil.

Key Words: Cole plants, wastewater treatment, treatment anaerobic.

INTRODUÇÃO

A couve-manteiga é uma cultura típica de outono-inverno, tolerante ao calor e permanecendo produtiva durante vários meses. É uma cultura rústica e altamente exigente em água (FILGUEIRA, 2002). O crescimento demográfico implica no incremento da exploração e utilização da água, resultando no aumento de todo o tipo de águas residuárias. Este crescimento sem nenhum planejamento leva os recursos hídricos a um processo de deterioração.

A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas apontam para uma tendência de um aproveitamento racional desse precioso recurso, com o mínimo de dano ao meio ambiente.

As águas residuárias de um modo geral, principalmente as de origem urbana e das atividades pecuárias, apresentam níveis consideráveis de nitrogênio (OLIVEIRA, 1993). O nitrogênio juntamente com o fósforo são nutrientes importantes nos processos fotossintéticos, sendo responsáveis, muitas vezes, pela proliferação de algas nos ambientes aquáticos (VON SPERLING, 1998). Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se alterna entre várias formas e estados de oxidação, como resultado de diversos processos bioquímicos. No meio aquático o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular (N_2), escapando para a atmosfera, nitrogênio orgânico (dissolvido em suspensão), amônia (livre – NH_3 e ionizada – NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) (MALAVOLTA, 1976; VON SPERLING, 1998).

O nitrogênio é um componente de grande importância em termos de geração e do próprio controle da poluição das águas, devido principalmente aos seguintes aspectos: o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de

algas, podendo por isso, em certas condições, conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas; o nitrogênio, nos processos de conversão da amônia em nitrito e este a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido no corpo d' água receptor; o nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes; o nitrogênio na forma de nitrito está associado a doenças como a metahemoglobinemia (VON SPERLING, 1998).

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas seguintes formas: ortofosfatos, polifosfatos e fósforo orgânico. A importância do fósforo associa-se principalmente aos seguintes aspectos: o fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica; é um nutriente essencial para o crescimento de algas, podendo por isso, em certas condições, conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas (VON SPERLING, 1998).

Existem vários métodos para o tratamento de águas residuárias, dentre os quais destaca-se o reator anaeróbio compartimentado (RAC). NOUR (1996), operando um RAC no tratando esgoto doméstico, obteve uma redução da DQO_{total} situada entre 26,69% a 75,70%, sendo que as remoções de fósforo total e de nitrogênio total Kjeldahl foram pequenas. HUSSAR (2001) utilizando um RAC no tratamento de águas residuárias de suinocultura, obteve uma redução na DQO que variou de 67,48% à 91,86%, por outro lado, as remoções de fósforo total e de nitrogênio total Kjeldahl foram baixas. Os estudos realizados indicam que o RAC é eficiente na remoção da DQO, contudo, é pouco eficiente na remoção de nitrogênio e fósforo devido às características do processo anaeróbio.

NOUR (1996) recomenda que o efluente tratado pelo RAC necessita de um processo de polimento para se atingir os padrões adequados de

lançamento e não produzir a eutrofização do ambiente lótico em que será lançado.

HUSSAR (2001), operou dois leitos cultivados com macrófitas aquáticas da espécie *Typha ssp* no tratamento de polimento de efluente de RAC, utilizado no tratamento de águas residuárias de suinocultura. No referido experimento, o autor constatou que as altas concentrações de fósforo total e nitrogênio total inviabilizaram o uso dos leitos cultivados.

Outra forma de minimizar o impacto causado pelo fósforo e pelo nitrogênio dos efluentes de sistemas de tratamento compostos apenas por reatores anaeróbios compartimentados, é o seu uso na irrigação de culturas e de áreas de pastagens.

Os efluentes provenientes da digestão anaeróbia podem servir como fertilizantes agrícolas, alimentos para animais e condicionantes para o solo (ARIAS, 1977). Os efluentes provenientes da biodigestão apresentam nutrientes mais facilmente absorvíveis pelas plantas, quando comparados ao material orgânico antes do processo de digestão (ARIAS, 1981).

As preocupações com a saúde pública e com o ambiente requerem a multiplicação dos sistemas básicos de esgotamento sanitário e do seu tratamento, reconhecendo desta forma a aplicação da irrigação como uma forma econômica e muito produtiva de destinação final de esgotos (CHERNICHARO, 2001).

Segundo FOLEGATTI (1999), em geral, os esgotos sanitários apresentam teores de macro e micronutrientes satisfatórios, para a demanda da maioria das culturas. Porém a presença de sais e sólidos dissolvidos fixos deve ser vista com atenção, já que tais características podem gerar um efluente salino, impróprio para a irrigação.

A aplicação dos nutrientes contidos nos efluente tratados pode reduzir, ou mesmo eliminar, a necessidade de fertilizantes comerciais. Além

disso, a matéria orgânica contida nos esgotos aumenta a capacidade do solo em reter água (CHERNICHARO, 2001).

A couve-manteiga por ser uma hortícula muito apreciada e bastante difundida, foi eleita para ser submetida à experimentação a fim de se constatar a viabilidade da substituição da adubação convencional.

O objetivo do experimento foi avaliar o uso eficiente da água residuária do reator anaeróbio compartimentado na irrigação da couve-manteiga.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro à junho de 2002, por um período de 180 dias, sendo realizado no Setor de Olericultura do Centro Regional Universitário de Espírito Santo do Pinhal (CREUPI). Os canteiros foram formados em espaçamento padrão, sendo utilizados seis (6) tratamentos com quatro repetições, cada parcela apresentou nove (9) plantas espaçadas 0,30 metros entre si, conforme a disposição apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no ensaio.

Tratamentos	Área Irrigação	Adubação (4-14-8) e Bórax
1	1 m ² Efluente	0
2	1 m ² Água	50 g/m ² e 1 g/planta
3	1 m ² Água	0
4	1 m ² Efluente	50 g/m ² e 1 g/planta
5	1 m ² Efluente	25 g/m ² e 0,5 g/planta
6	1 m ² Água	25 g/m ² e 0,5 g/planta

Antes do plantio das mudas, foram coletadas amostras de solo (20 cm e 40 cm), a fim de ser determinada a situação atual do solo no que se refere à presença de nutrientes. O plantio das mudas foi efetuado no dia 22 de janeiro de 2002.

A irrigação foi feita através de irrigadores manuais, diariamente, na quantidade de 1 L/planta, divididas em duas etapas, uma realizada na parte da manhã e outra no período da tarde. Com turno de regra de três vezes por semana da água residuária e no restante dos dias, a irrigação foi realizada com água encana disponível na horta.

No trabalho em questão, foi utilizado na irrigação o efluente proveniente do reator anaeróbio compartimentado (RAC), o qual realizou o tratamento inicial da água de limpeza das baias da suinocultura. O efluente em questão, apresentava em sua composição dentre outros elementos o nitrogênio e o fósforo, sendo que semanalmente foi avaliada a sua qualidade para se quantificar estes nutrientes.

Durante a condução da cultura foram realizadas avaliações semanais na estrutura da

planta, ou seja, determinação da altura da planta, bem como o comprimento e largura de suas folhas.

Mensalmente eram efetuadas as adubações nos tratamentos 2, 4, 5 e 6, de acordo com a Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização da água residuária e da água disponível na horta, encontram-se expressos nas Tabelas 2 e 3. Os resultados das avaliações para altura de plantas e área das folhas encontram-se nas Tabelas 4 e 5.

Os resultados das avaliações para altura das plantas (Tabela 4), mostram que os tratamentos foram estatisticamente iguais entre si, ou seja, a aplicação da água residuária, bem como o uso de adubação, não afetaram a altura das plantas.

Os resultados apresentados na Tabela 5, mostram que nas duas primeiras avaliações para área das folhas (comprimento x largura), não houve diferença estatística entre os tratamentos. Esta situação pode ser explicada em decorrência da fase inicial de adaptação das plantas.

Tabela 2. Caracterização do efluente do RAC.

N	S	P	Ca	Mg	K	B	Cu	Fe	Zn	Mn
g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
43,82	2,7	7,21	11,59	7,4	29,41	14,88	4,17	25	1,15	18,90

Tabela 3. Caracterização água utilizada na irrigação.

N	S	P	Ca	Mg	K	B	Cu	Fe	Zn	Mn
g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	g/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
3,77	0,23	0,21	90,41	12,66	19,77	1,88	1,55	10,28	0,39	3,16

Tabela 4. Efeito dos tratamentos na altura (cm) de plantas de couve, Espírito Santo do Pinhal, 2003.

Tratamentos	06/02/02	19/03/02	09/04/02	19/04/02	26/04/02	06/05/02	14/05/02	22/05/02	29/05/2	06/06/02	17/06/02
1 Efluente*	16,86 X	17,19 X	23,28 X	25,30 X	28,83 X	31,06 X	33,01 X	31,80 X	33,78 X	36,84 X	40,02 X
2 Água***	18,81 X	19,04 X	24,06 X	25,96 X	29,06 X	31,17 X	35,12 X	32,42 X	35,25 X	38,71 X	41,75 X
3 Água*	18,50 X	17,72 X	23,24 X	25,34 X	28,03 X	30,46 X	33,67 X	31,11 X	33,82 X	36,20 X	39,35 X
4 Efluente***	17,40 X	18,88 X	24,79 X	27,41 X	31,82 X	33,08 X	35,42 X	33,63 X	36,29 X	39,38 X	42,42 X
5 Efluente**	19,28 X	18,71 X	24,38 X	26,95 X	30,53 X	31,79 X	34,68 X	32,82 X	36,23 X	38,79 X	42,46 X
6 Água**	16,61 X	16,71 X	23,17 X	25,54 X	28,66 X	30,68 X	33,20 X	31,57 X	35,09 X	37,59 X	40,03 X
CV	9,99%	11,40%	9,74%	7,25%	6,42%	7,74%	8,38%	8,29%	7,38%	7,65%	4,54%

* Parcelas sem adubação química

** Parcelas com 50% da adubação química

*** Parcelas com 100% da adubação química

Tabela 5. Efeito dos tratamentos na área (cm²) das folhas (comprimento x largura) de plantas de couve, Espírito Santo do Pinhal, 2003.

Tratamentos	06/02/02	19/03/02	09/04/02	19/04/02	26/04/02	06/05/02	14/05/02	22/05/02	29/05/2	06/06/02	17/06/02
1 Efluente*	76,4 X	528,7 X	443,2 X	356,4 X	409,0XX	459,1XX	463,2 X	588,8XX	614,5 X	530,4 X	605,4 X
2 Água***	79,4 X	598,1 X	465,1 X	308,6 X	393,4XX	445,8XX	438,9 X	581,6XX	646,1 X	521,6 X	610,1 X
3 Água*	83,5 X	460,1 X	458,1 X	271,8 X	352,6 X	353,2 X	402,3 X	487,9 X	536,3 X	456,3 X	486,4 X
4 Efluente***	86,7 X	626,2 X	606,2 X	361,7 X	452,7 X	543,3 X	457,7 X	635,3 X	673,3 X	567,1 X	672,1 X
5 Efluente**	79,8 X	588,0 X	486,9 X	315,6 X	430,8XX	468,9XX	455,2 X	585,4XX	608,3 X	552,3 X	639,5 X
6 Água*	71,2 X	540,0 X	540,0 X	278,9 X	381,2XX	543,3XX	454,9 X	546,4XX	653,9 X	552,2 X	605,5 X
CV%	19,64%	14,39%	8,66%	13,44%	10,09%	10,96%	12,07%	10,01%	4,82%	5,20%	7,86%

* Parcelas sem adubação química

** Parcelas com 50% da adubação química

*** Parcelas com 100% da adubação química

A análise da mesma tabela, indica que em praticamente todas as avaliações o pior desempenho foi atribuído ao tratamento 3, ou seja, o que era irrigado com água da torneira e não recebeu qualquer tipo de adubação. Esses resultados já eram esperados, pois de acordo com FOLEGATTI (1999) e (CHERNICHARO, 2001), as águas residuárias apresentam teores de macro e micronutrientes satisfatórios para a demanda da

maioria das culturas, podendo eliminar, a necessidade de fertilizantes comerciais.

Por sua vez, na maioria das avaliações, o tratamento 4 (água residuária e adubação completa), apresentou o melhor desempenho para a área de folhas, o que já era esperado de acordo com as referências acima citadas.

Com relação aos tratamentos 2 (água da torneira e adubação completa), 6 (água da torneira e metade da adubação, 1 (somente água residuária)

e 5 (água residuária e metade da adubação), apresentaram bom desempenho, não diferenciando estatisticamente entre si.

LOVERIDGE & BUTLER (1993) utilizando efluente de esgoto doméstico em meio hidropônico, produziram tomate, beterraba açucareira e *Ficus benjamina*, obtendo resultados satisfatórios.

COTA et al. (1997) investigaram um sistema de aplicação de esgotos no solo por escoamento superficial, aplicado ao pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Apesar das condições operacionais adversas durante o período da pesquisa, o sistema de pós-tratamento foi capaz de produzir um efluente de características bastante razoáveis, com concentrações médias de SST, DQO, DBO, E.coli e ovos de helmintos iguais a 57 mgSST/L, 119 mgDQO/L, 62 mgDBO/L, 3×10^7 NMP/100 mL e 0,2 ovo/L, respectivamente. Com relação à concentração final de nutrientes, pode-se considerar que o sistema alcançou níveis de eficiência satisfatórios, entretanto não conseguiu em nenhum momento atingir o padrão de lançamento para amônia, igual a 5mg/L. Outro aspecto relevante abordado pela pesquisa foi a avaliação nutritiva da cobertura vegetal (o híbrido Tifton 85) visando a sua utilização na alimentação animal. De um modo geral, os resultados de proteína bruta, cálcio e fósforo apresentaram-se superiores aos obtidos em outros estudos que avaliaram o Tifton 85 e outros gêneros de *Cynodon*.

TEIXEIRA et al. (2001), em cultivo hidropônico, utilizou efluente de suinocultura, o qual mostrou ser bastante interessante, embora as produções assim obtidas tenham sido menores que das plantas alimentadas com solução química. Os resultados obtidos na pesquisa em questão, mostram que a solução nutritiva padrão para alface (convencional química), mostrou-se mais eficiente na produção. Entretanto o cultivo com efluente de suinocultura, mostrou potencial de uso,

proporcionando produção bastante expressiva, nas condições do ensaio. As plantas alimentadas com efluente na proporção de 10% do volume do tanque, foram mais produtivas em relação as que receberam o mesmo material a 5% do volume do reservatório, o que sugere outros estudos de doses com o material da mesma origem. As pulverizações com biofertilizante, provocaram aumentos expressivos de produtividade, em qualquer adubação considerada; o que sugere a eficiência de tal prática. Pode-se concluir que o efluente de granja de suinocultura, nas doses e condições do ensaio, mostrou-se bastante interessante, embora com as produções assim obtidas tenham sido menores que das plantas alimentadas com solução química. Já as pulverizações, com o biofertilizante incluído no ensaio, mostram-se eficientes em qualquer solução nutritiva considerada (mineral ou efluente de granja de suinocultura). Apesar de ser utilizado em canteiros e não em hidroponia, o uso de efluente do RAC, apresentou bons resultados, tanto quando combinado com a adubação convencional, quando utilizado sozinho.

AGUIAR & SILVA (2003), avaliou o a produção e o desempenho de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) irrigado com efluente unificado do sistema de anaeróbio proveniente da ETE da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), relatando que a produção de massa verde e massa seca em toneladas por hectare, altura das plantas e número de perfilhas por m² sofreram um incremento na produtividade, além de contribuir para a melhoria ou proteção dos corpos d'água superficiais e/ou subterrâneos em especial ao redor das cidades do semi-árido dotados de estruturas de saneamento básico. O incremento na produção já havia sido observado por FOLEGATTI (1999) e (CHERNICHARO, 2001), sendo também evidenciado no presente ensaio.

A análise do presente trabalho, comparada com os dados apresentados pelos autores anteriormente citados, mostram a importância do aproveitamento de águas residuárias na irrigação de culturas diversas, no que se refere ao aproveitamento dos nutrientes nela contidos, bem como pelo aspecto ambiental, evitando que tais efluentes atingiam o corpo receptor d'água sem o tratamento terciário.

A análise dos resultados obtidos no experimento, permitiram concluir que: a) A água residuária apresenta um teor maior de NPK em relação à água da torneira; b) Tanto a adubação química quanto o uso de efluente do reator anaeróbio compartimentado (água residuária), não tiveram influência marcante na altura das plantas; c) O efluente do reator anaeróbio compartimentado (água residuária), influenciou na área das folhas das plantas, quando estes tratamentos foram combinados com 100% da adubação química recomendada para a cultura, bem como sua metade e na ausência da adubação química; d) O baixo conteúdo nutricional da água normal (torneira), proporcionou às plantas as menores áreas foliares; e) Quanto mais enriquecido nutricionalmente for o efluente e se ele estiver mineralizado, provavelmente maior será o seu aproveitamento pelas plantas, e conseqüentemente menor risco oferecerá ao meio ambiente.

LITERATURA CITADA

AGUIAR, E. M. de; SILVA, D. A. da **Aspectos produtivos e morfológicos do capim elefante (*Pennisetum purpurem*) cv. roxo submetidos a esgoto sanitário semi-tratado.** Disponível em: www.iica.or.uy/p2-17-pon7.htm. Acesso em 07/05/2003;

ARIAS, C. H. J. **Apuntes del proyecto "Xochicalli"; casa ecológica autosuficiente.** México, 1977. 25p.

ARIAS, C. H. J. **Digestión anaeróbica de desechos orgánicos.** México, 1981. 45p.

CHERNICHARO, C. A. DE L. **Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.** 2 ed.; Belo Horizonte, MG: UFMG: Projeto PROSAB; 2001, 544 p.

COTA, R. da S. et al. Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios em um sistema de aplicação

superficial de esgotos no solo com sistema operado em regime hidráulico transiente. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 1997, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: ABES, 1997. Disponível em www.ciplina.org.pe/sanitária/xxvii_com/tema01/i-115.pdf.

Acesso em 07/05/2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Vicosa, UFV, 2002.

FOLEGATTI, M. V. **Fertirrigação: citrus, flores e hortaliças.** Agropecuária. 458p. Guaíba, 1999.

HUSSAR, G. J. **Avaliação do desempenho de leitões cultivados no tratamento de águas residuárias de suinocultura,** Campinas: FEAGRI, UNICAMP, 1998, Dissertação - Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, 2001, 118 p.

LOVERIDGE, R. F.; BUTLER, J. E. Sewage effluent, a hydroponic nutrient solution for crops. In: **INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILESS CULTURE,** 8, 1993, South Africa. **Proceedings...**p. 209-210.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1976, v. 1. Cap. 6: O nitrogênio. Cap. 7: O Fósforo. Cap. 8. O Potássio. Cap. 10. O magnésio. Cap. 11. p. 203-324 e p. 375-410 .

NOUR, E. A. A. **Tratamento de esgoto sanitário empregando-se reator anaeróbio compartimentado.** São Carlos: EESC, USP, 1996. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1996, 148p.

OLIVEIRA, P. A. V., **Manual de manejo e utilização de dejetos de suínos,** Concórdia, Embrapa, 1993, 179p.

TEIXEIRA, N. T.; VITAL, W. M.; RODRIGUES, W. R.; ALMEIDA, F.; ANDRADE, C. A. Produção de alface cultivada com efluente de granja de suinocultura e adubação orgânica foliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2001, Londrina. **Anais...**julho/2001.

VON SPERLIG, M. **Tratamento e destinação de efluentes líquidos da agroindústria.** Brasília: ABEAS; Viçosa: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1998. 88 p.

