

# REUSO DE EFLUENTES TRATADOS DAS AGROINDÚSTRIAS DE LEITE E CARNE NA PRODUÇÃO DA CULTURA DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*) FERTIRRIGADA<sup>1</sup>

*Carlos Roberto Juchen, Márcio Antônio Vilas Boas*

## **Resumo:**

Este trabalho apresenta os resultados de avaliação da variedade de alface americana “Tainá” (*Lactuca sativa L.*), fertirrigadas com águas residuárias de agroindústrias frigoríficas e laticínios, ambos estabilizados pelo sistema de lagoas de tratamento. As avaliações realizaram-se pela comparação entre os tratamentos fertirrigados organicamente com efluentes e quimicamente com uréia.

## **Abstract:**

This paper presents the results of evaluation of the variety of an American lettuce “Tainá” (*Lactuca sativa L.*) fertirrigated with wastewater of cold storage and food milk agricultural industry, both stabilized by the system of pond treatment. The evaluations took place organically for the comparisons among the treatments fertirrigated with effluents and chemically with urea.

## 1. INTRODUÇÃO

A irrigação como meio de reuso de águas residuárias e produção agrícola praticamente esteve desaconselhada até meados deste século. Por outro lado, vários fatores vieram contribuir para que mais recentemente o interesse pela disposição no solo fosse renovado (MARA e CAIRNCROSS, 1989). Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO é inevitável que exista crescente tendência para encontrar na agricultura a solução dos problemas relacionados com a eliminação de efluentes (FAO, 1985).

---

<sup>1</sup> Extraído da dissertação de mestrado do primeiro autor ao CCET/UNIOESTE - PR. Carlos Roberto Juchen é químico (PUC- PR), professor do CEFET-PR, Unidade de Medianeira, mestre em Engenharia Agrícola, (45) 264-2442, crjuchen@certto.com.br Márcio Antônio Vilas Boas é doutor em Engenharia Agrícola e professor do CCET/UNIOESTE - PR, (45)220-3155.

Essas águas residuárias, originárias dos mais diversos processos de produção, se caracterizam por possuírem uma alta concentração de resíduos orgânicos e minerais. Em geral, os efluentes tratados possuem concentrações médias de nitrogênio (N) em torno de  $50 \text{ mg.l}^{-1}$ , fósforo (P)  $10 \text{ mg.l}^{-1}$  e potássio (K) de  $30 \text{ mg.l}^{-1}$ . Assumindo-se uma taxa de aplicação de  $5000 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}$ , a contribuição de fertilizante oferecida pelos efluentes pode chegar a:  $250 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}$  de N,  $50 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}$  de P e  $150 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}$  de K, assim todo o nitrogênio e quase todo o fósforo e potássio normalmente requeridos para as produções agrícolas podem ser supridos pelo uso de efluentes (FAO, 1992).

Enfim o reuso de águas residuárias pode contribuir de uma forma racional para o desenvolvimento de uma política de desenvolvimento sustentável que, segundo SACHS (1997), gravita sobre cinco pilares e constitui-se num modelo em que interagem os aspectos sociais, econômicos, ecológicos, geográficos e culturais.

## 2. METODOLOGIA:

O experimento foi conduzido em campo no período de fevereiro a maio de 2000, numa área destinada à produção de hortaliças da Unidade de Medianeira do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), onde o solo é classificado como Latossolo Roxo Distrófico. O experimento constou dos seguintes tratamentos:

- $F_0$ : testemunha (ausência de fertirrigação);
- $F_U$ : fertirrigação com uréia;
- $F_F$ : fertirrigação com efluentes com tratamento secundário de frigorífico;
- $F_L$ : fertirrigação com efluentes com tratamentos secundários de laticínio;

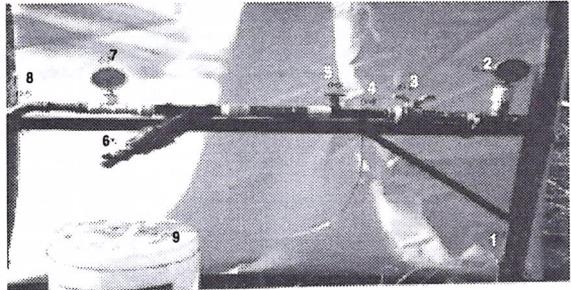
Para os efluentes de laticínio e frigorífico, aplicou-se uma quantidade de  $45,5 \text{ litros}.\text{dia}^{-1}$ , respectivamente para os tratamentos  $F_F$  e  $F_L$ , considerando que estes possuem aproximadamente  $60 \text{ mg.l}^{-1}$  de nitrogênio. Esta quantidade de efluentes se fez necessário ao procurar estabelecer uma aplicação de  $2,73 \text{ g}.\text{dia}^{-1}$  de nitrogênio nas cinco parcelas do tratamento (área total de  $25,2 \text{ m}^2$ ) e que é equivalente a uma quantidade de  $60 \text{ Kg}$  de  $\text{N}.\text{ha}^{-1}$ , recomendado por RAIJ (1985), para uma cultura de alface.

Tanto os efluentes como a uréia foram distribuídos sobre as parcelas dos tratamentos por um sistema de irrigação tipo gotejamento, constituído por tubos modelo "Chapin" com  $10 \text{ cm}$  de espaçamento entre as saídas de gotejo, diluídos numa proporção de aproximadamente 1:8, utilizando-se das propriedades requeridas para a injeção de produtos via irrigação de um injetor de venturi do modelo "3/4", determinando assim uma lâmina d'água de  $17,7 \text{ mm}.\text{dia}^{-1}$ .

Na figura 01, podem ser observados os equipamentos utilizados para se

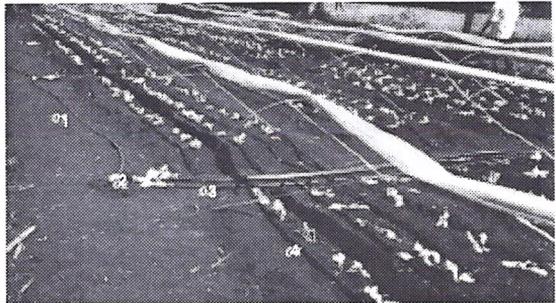
controlara o sistema de fertirrigação, e na figura 02 as derivações do sistema de irrigação e tubos gotejadores sobre as parcelas do experimento.

01. Entrada de água.
02. Manômetro de entrada.
03. Registro de esfera.
04. Injetor de venturi.
05. Registro de esfera.
06. Filtro de tela.
07. Manômetro de saída.
08. Linha principal.
09. Reservatório dos fertilizantes.



*Figura 01 – Cabeçal de controle do experimento.*

01. Linha principal.
02. Registros de controle.
03. Linhas secundárias.
04. Tubos gotejadores.



*Figura 02 – Visão geral do experimento.*

Avaliou-se durante a fase de aplicação dos produtos fertilizantes o sistema de irrigação utilizado e, ao final do experimento, realizaram-se as análises físicas e químicas, avaliando-se os seguintes aspectos do desenvolvimento da cultura: agrônômicos, químicos, microbiológicos.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

#### **3.1 - AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

Pelos resultados da tabela 01, os valores do coeficiente de variação para os gotejadores ficaram abaixo de 14%, sendo que em geral um CVg em torno de 10% é aceitável em um conjunto de gotejadores que apresentam um sistema compensador de pressão (COSTA et al., 1994). Verifica-se que, na pressão de serviço de 70 kPa, a vazão média para os gotejadores foi de 6,88 l.h<sup>-1</sup>, valores bem próximo ao limite de 7,08 l.h<sup>-1</sup> fornecidos pelo fabricante do tubo gotejador.

**Tabela 01** – Vazão média ( $q$ ), coeficiente de variação ( $CVg$ ) e coeficiente de uniformidade ( $CUC$ ) dos gotejadores, operando na pressão de 70 kPa

Tratamentos	$q$	$CVg$	$CUC$
$F_o$	7,24	5.5	95
$F_u$	6,86	11.9	92
$F_f$	7,04	7,9	94
$F_L$	6,10	14,1	89

Os resultados podem ser considerados satisfatórios para o  $CUC$  em todos os tratamentos, pois estão acima do limite mínimo de 80% sugerido por MOREIRA, citado por COSTA et al. (1994).

Os valores máximos do pH encontrados ao longo das linhas dos tubos gotejadores são considerados aceitáveis para irrigações de produtos agrícolas (FAO, 1985).

Pelo fato de apresentarem sais diluídos em sua constituição, os maiores valores da condutividade elétrica são encontradas para os tratamentos que utilizaram efluentes, porém estes valores são inferiores a  $700\mu S/cm$  não apresentando nenhuma restrição quanto a sua utilização (FAO, 1985).

### 3.2 - PRODUTIVIDADE DA CULTURA

Esse parâmetro foi determinado em função dos pesos médios das plantas.

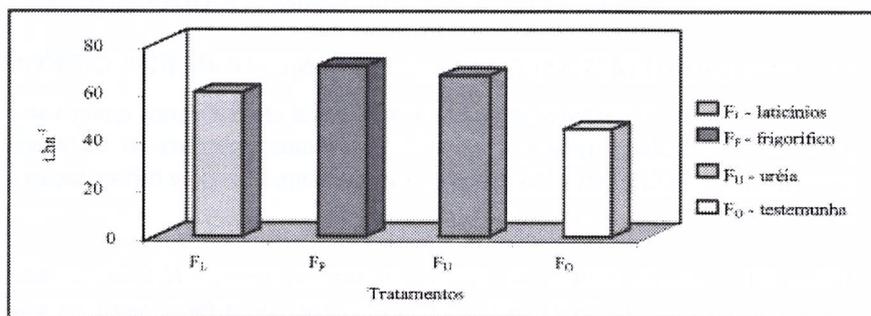
**Tabela 02** – Produtividade da cultura em termos de massa fresca ( $ton.ha^{-1}$ )

Tratamento	Médias	Teste de Tukey (5%)
$F_o$	44,10	b
$F_u$	66,70	a
$F_f$	70,38	a
$F_L$	59,60	a

\* Nota - Médias que apresentam as mesmas letras, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve uma superioridade em média de 18% do tratamento fertirrigado com efluente de frigorífico em relação a todos os outros tratamentos também fertirrigados; esta superioridade em relação ao tratamento realizado com uréia pode estar relacionada ao fato que, especificamente neste efluente, também pode estar disponíveis outros nutrientes, como por exemplo fósforo e potássio que são fundamentais ao crescimento e desenvolvimento da planta (MIRANDA, 1995).

A figura 03 mostra os efeitos positivos em termos de produtividade alcançadas pelas plantas fertirrigadas pelos efluentes e que demonstram a viabilidade do uso destas águas residuárias para a fertilização de produtos agrícolas, tanto no que se refere a finalidade de irrigação como também para substituir as adubações químicas.



**Figura 03 – Produtividade em toneladas por hectare (t.ha<sup>-1</sup>).**

### 3.3 - ALTERAÇÕES NO SOLO

Os resultados das análises do solo realizadas com amostras homogeneizadas das cinco parcelas respectivamente para cada um dos tratamentos são descritas na tabela 03, sendo que os resultados foram comparados à análise inicial desta mesma área.

**Tabela 03 – Resultados da análise do solo na profundidade de 0 – 20 cm\***

Trat.	pH	pH	P	M.O.	H+Al	K	Ca	Mg	Al	V
	CaCl <sub>2</sub>	SMP	mg.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	- - - -	- - - -	C mol <sub>c</sub> . dm <sup>-3</sup>	- - - -	- - - -	%
Inicial	6,19	6,75	113	29,7	2,85	0,60	8,55	2,29	0,00	80
F <sub>U</sub>	6,10	6,50	96	32,84	3,42	0,70	7,45	2,43	0,00	76
F <sub>L</sub>	6,28	6,50	128	33,50	3,42	0,74	7,58	2,47	0,00	76
F <sub>F</sub>	6,12	6,70	92	32,16	2,95	0,51	7,56	2,45	0,00	78

\* Análises realizadas no laboratório de Análise de solo da Unioeste – campus de Marechal Candido Rondon PR.(Departamento da Agronomia ).

Os resultados obtidos demonstram que as fertirrigações com os efluentes das agroindústrias provocaram um aumento médio de 11% nos teores de matéria orgânica do solo; Uma das preocupações seria em relação ao pH do solo, entre-

tanto as análises das parcelas demonstraram que as maiores variações chegaram a 4% para as parcelas fertirrigadas com efluentes de laticínios; portanto, não se pode afirmar que houve modificações sensíveis deste parâmetro. É importante destacar que, inicialmente, o solo da área do experimento possuía teores suficientes de potássio e fósforo com os quais se pode obter bons resultados de produtividade da alface somente com aplicação de nitrogênio (FOLTRAN et al.,1987).

### 3.4 - AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS

A análise de variância indicou a presença de efeitos gerais quanto ao teor de nitrato na matéria fresca, e as médias encontradas para os tratamentos fertirrigados com efluentes são superiores aos encontrados pela fertirrigação com uréia.

**Tabela 04** – Teores médios de nitrato na matéria fresca e N-total na matéria seca da parte aérea dos cultivares de alface, para os quatro tratamentos realizados.

Tratamento	mg de nitrato. Kg <sup>-1</sup> de matéria fresca	% N-total
F <sub>L</sub>	1096,0 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>
F <sub>F</sub>	1012,0 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>
F <sub>U</sub>	778,2 <sup>b</sup>	2,50 <sup>a</sup>
F <sub>O</sub>	699,8 <sup>b</sup>	2,43 <sup>a</sup>

*Nota* – Médias que apresentam as mesmas letras, não diferem entre si pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores dos teores de nitrato observados no presente trabalho foram encontrados para os tratamentos fertirrigados com efluentes de laticínios (1096 mg.kg<sup>-1</sup>). Entretanto, encontram-se muito abaixo dos limites tolerados por alguns países como, por exemplo, a Alemanha, onde os limites tolerados de nitrato são 3000 mg.Kg<sup>-1</sup> ou na Suíça de 4500 mg.Kg<sup>-1</sup> na matéria fresca das plantas (BENOIT e CEUSTERMANS, 1989).

**Tabela 05** - Resultado da caracterização microbiológica da alface (*Lactuca sativa*, L.)\*

Tratamentos	Coliformes totais	Coliformes fecais
F <sub>O</sub>	150	< 3
F <sub>U</sub>	93	< 3
F <sub>L</sub>	21	< 3
F <sub>F</sub>	93	< 3

\* *Nota*: análise realizadas após a última fertirrigação, CEFET-Medianeira, 2000.

Considerando que o fator diluição aplicado na injeção dos efluentes acarreta uma diminuição de microorganismos no volume da água aplicada, observa-se que os coliformes encontrados nas amostras retiradas das unidades de alface são muito abaixo dos permissíveis pela legislação, o que comprova uma eficiência do sistema de irrigação por gotejamento quanto a questão relacionada aos níveis de contaminação das plantas por bactérias patogênicas.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- *os efluentes das indústrias de laticínios e frigoríficos podem substituir perfeitamente as adubações químicas nitrogenadas;*
- *o sistema de irrigação por gotejamento utilizado na aplicação de efluentes diluídos das agroindústrias de laticínio e frigorífico apresentou desempenho satisfatório;*
- *ocorreu uma maior disponibilidade do nitrogênio existente nos efluentes de frigoríficos, baseado numa maior e ligeira produtividade apresentada por este tratamento;*
- *o teor de nitrato foi superior e equivalente nas plantas fertirrigadas pelos efluentes;*
- *não houve contaminação por coliformes provenientes das águas residuárias em nenhum dos tratamentos, comprovando a eficiência deste sistema de irrigação para esta finalidade;*
- *o solo praticamente não sofreu alterações com relação aos parâmetros iniciais determinados; porém esta estabilidade pode estar associada às diluições dos efluentes realizadas na execução deste projeto.*

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BENOIT, F.; CEUSTERMANS, N. Recommendations for the commercial production of butterhead lettuce in NFT. *Soilles Culture*, Wagenungen, n. 5, p. 1-12., 1989.
- COSTA, E.F.; VIEIRA, R.F.; VIANA, D.A. *Quimigação: Aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação*. Brasília : EMBRAPA, 1994.
- FAO (FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION). *Water quality for agriculture*, Paper 29. Rome : FAO, 1985.
- FAO (FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION). *Wastewater treatment and use in agriculture*, Paper 47. Rome : FAO, 1992.

- FOLTRAN, D.E.; CASTELLANE, P.D.; FERREIRA, M.E. *Diagnose da fertilidade do solo e do estado nutricional da cultura do morango em Cabreúva (SP)*. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 5, p. 56, 1987.
- MARA, D. D.; CAIRNCROSS, S. *Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture*. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 1989. 187p.
- MIRANDA, T.L.G. *Uso de águas residuárias em irrigação agrícola*. Porto Alegre, 1995. dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- RAIJ, B.V. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Bol. Téc. IAC: n. 100. Campinas, 1985. p.1-107.
- SACHS, I. Desenvolvimento Sustentável, bio-industrialização descentralizado e novas configurações rural-urbanas: aos casos da Índia e do Brasil. In: VIEIRA, P.F.; WEBER, J. *Gestão de recursos naturais renováveis e desenvolvimento: novos desafios para a pesquisa ambiental*. São Paulo: Cortez, 1997. Cap.15, p.469-494.
- SMITH, S.R.; HADLEY P.A. *Comparison of organic and inorganic nitrogen fertilizers*. Their nitrate N and ammonium-N release characteristics and effects on the growth response of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Soils and Fertilizers. 1989.