



## Alterações nas características químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo irrigado com efluente de piscicultura, em ambiente protegido

*Alterations in the chemical characteristics of a soil irrigated with fish effluent, in atmosphere protected*

Hudson do Vale de Oliveira<sup>1\*</sup>, Francisco Bezerra Neto<sup>2</sup>, Celicina Maria da Silveira Borges Azevedo Azevedo<sup>3</sup>, Cybelle Barbosa e Lima<sup>4</sup>, Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel<sup>5</sup>

**Resumo** - Com o objetivo de verificar as alterações ocorridas nas características químicas do solo irrigado com efluente de piscicultura um experimento foi conduzido em casa de vegetação. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial (2x3x2), sendo os tratamentos gerados da combinação de dois tipos de águas de irrigação (poço tubular, efluente de piscicultura), três fontes de fósforo (fosfato natural, fosfato solúvel e controle) e dois substratos (com matéria orgânica e sem matéria orgânica na proporção de 3:1), totalizando 12 tratamentos. O solo utilizado foi um Argissolo Vermelho-Amarelo. O experimento foi conduzido em vasos, que foram irrigados de acordo com os tratamentos durante 60 dias. Observou-se que as duas fontes de água alteraram as características químicas do solo, porém o efluente de piscicultura proporcionou um maior aumento nos teores dos sais do solo. Foram observados aumentos nos valores de pH e condutividade elétrica. Nos tratamentos em que se aplicou a matéria orgânica observou-se um aumento nos cátions trocáveis quando aplicado o efluente de piscicultura.

**Palavras-chave** - Integração agricultura-aqüicultura. Salinização. Casa de vegetação.

**Abstract** - With the objective to verify the alterations of the chemical characteristics of soil irrigated with fish effluent an experiment was done in protected home. The experimental study used the randomized design with four factorial (2x3x2) repetitions. A total of twelve treatments were based on a combination of two types of irrigated water (artesian well, fish effluent); three sources of phosphorus (natural, soluble and control) and two substrates (with organic matter and without organic matter at the proportion of 3:1). The red-yellow argil soil type was used during this experiment. The experiment was done in irrigated vases according to the respective treatments for 60 a period of days. It was observed that the two sources of water altered the chemical characteristics of the soil. However, the fish effluent provided a greater increase in the salts level of the soil. Further, an increase in the pH values and electrical conductivity were observed. An increase in the exchangeable cations was observed when the fish effluent was evaluated in treatments to which the organic matter was added.

**Key words** - Integration agriculture-aquaculture. Salinization. Greenhouse.

\*- Autor para correspondência

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Campus Universitário - Av. Colombo, 5790 - Bloco J45, Segundo Piso, 87020-900 - Maringá, PR - Brasil, hudson\_vale@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Fitotecnia, Núcleo de Pós Graduação, km 47, BR 110, s/n, Presidente Costa e Silva, 59625-900 - Mossoró, RN - Brasil, sbtorres@ufersa.edu.br

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Animais, celicina@ufersa.edu.br

<sup>4</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, s/n, Costa e Silva, 59625-900 - Mossoro, RN - Brasil, cybellebarbosa@hotmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Animais, km 47 - BR 110, Setor de Aqüicultura, Presidente Costa e Silva, 59625-900 - Mossoró, RN - Brasil - gabriela\_cemirames@hotmail.com

## Introdução

No uso dos recursos hídricos, a utilização correta da irrigação de forma a manejar eficientemente a água, os fertilizantes e outros insumos, é essencial para a manutenção do suprimento de alimentos, em equilíbrio com a sua crescente demanda, garantindo a conservação do meio ambiente. Dessa forma, o estudo de princípios básicos para a realização de um bom manejo de água e fertilizantes é imprescindível para que a agricultura irrigada possa ser sustentada pelo meio ambiente (GOMES; TESTEZLAF, 2003). Essa necessidade é ainda mais premente em regiões áridas e semi-áridas onde a utilização racional da água para a agricultura é imprescindível para que se obtenha bons resultados econômicos e se reduza os conflitos pela sua utilização.

A integração da aquíicultura com a agricultura é uma excelente solução para a eliminação dos dejetos provenientes da aquíicultura (MICHIELSENS *et al.*, 2002; LIN; YI, 2003). Irrigar culturas com efluentes provenientes de viveiros de peixes evita a necessidade de descarregar águas ricas em nutrientes nos ambientes naturais ou na necessidade de tratar essas águas para eliminar nutrientes. A aplicação desses efluentes, não somente reduz o custo de obtenção, como também, a quantidade de fertilizantes químicos necessários às culturas (MAIA, 2002). Assim, o manejo integrado de peixes e hortaliças, onde os efluentes de viveiros de peixes são utilizados para irrigar culturas, pode ser uma alternativa para reduzir custos, barateando assim o processo produtivo.

Porém, a descarga destes efluentes ricos em nutrientes no solo sem um manejo adequado pode levar a salinizar o solo, já que a água de irrigação, que na maioria das vezes, é responsável pela salinização secundária dos solos nas áreas irrigadas. A água apresenta uma composição química constituída de sais de Na, Ca, Mg, K na forma de Cloretos ( $\text{Cl}^-$ ), Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) e Carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), os quais podem apresentar diferentes proporções, dependendo da fonte de água, sua localização geográfica, época de coleta, etc. (MEDEIROS, 1992).

Estudos mostraram que a utilização de efluentes de piscicultura no cultivo de hortaliças pode reduzir os custos com adubação (CASTRO, 2003), principalmente a adubação fosfatada, já que o efluente pode proporcionar um aumento na frutificação. Os microrganismos exercem um papel muito importante na ciclagem de nutrientes nos viveiros de piscicultura (SCHOEDER, 1978). É através da através dos microrganismos heterotróficos decompositores que o nitrogênio e o fósforo são ciclados, estimulando a produtividade primária nos viveiros (MORIARTY, 1997). Portanto, esses microrganismos transportados para o solo, através do efluente, podem exercer um importante papel na solubilização do fosfato natural. A amônia e a matéria

orgânica contida nos viveiros de peixes também podem contribuir para solubilização do fosfato natural, já que a atividade dos microrganismos está relacionada com a fonte de carbono e nitrogênio disponíveis, sendo que os sais de nitrogênio amoniacal aumentam a solubilização do fósforo e o nitrato de amônio reduz a solubilização (NAHAS, 2002).

De acordo com Ayers e Westcot (1999), a qualidade da água para irrigação está relacionada com os seus efeitos prejudiciais ao solo e às culturas, requerendo muitas vezes técnicas especiais de manejo para compensar eventuais problemas associados com a sua utilização. Para os autores, águas com condutividade elétrica superior a  $3 \text{ dS m}^{-1}$  têm severa restrição para o uso em irrigação e que a conveniência da água para irrigação deve ser avaliada conjuntamente com o estudo das condições locais de uso, tomando-se como base os fatores relacionados com o sistema água-solo-planta-atmosfera. Mesmo assim, Rhoades e Kandiah (1992) afirmam que águas de diferentes composições com salinidade acima de  $8 \text{ dS m}^{-1}$  são usadas para irrigação em vários lugares do mundo sob grande variabilidade do solo, clima, irrigação e cultivo.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho verificar as alterações ocorridas nas características químicas (com relação ao pH, Condutividade Elétrica - CE e Sódio - Na) de um solo irrigado com efluente de piscicultura.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do setor de aquíicultura do departamento de Ciências Animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, com os tratamentos resultando de um esquema fatorial ( $2 \times 3 \times 2$ ): duas águas de irrigação (poço - PÇ e efluente de piscicultura - EF), três fontes de fósforo (fosfato natural - FN, fosfato solúvel - FS e controle - CO) e dois substratos (com matéria orgânica - CM e sem matéria orgânica - SM), resultando 12 tratamentos. O solo utilizado no experimento foi o Argissolo Vermelho-Amarelo, coletado na horta didática do departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, de uma área de cultivo orgânico. Para o preparo do substrato, foi utilizado como fonte de matéria orgânica esterco bovino curtido na proporção de 3:1 (solo:esterco).

Foram utilizadas duas fontes de fósforo: uma fonte natural, o fosfato de Irecê (FOSBAHIA); e uma outra fonte solúvel, o superfosfato simples, ambos na proporção de  $200 \text{ mg de P}_2\text{O}_5 \text{ dm}^{-3}$  de solo.

Para a irrigação, foram utilizadas dois tipos de água (Tabela 1): a primeira proveniente do poço tubular da horta didática do departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, e a segunda proveniente de um viveiro de peixes, cultivado com tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas *ad libitum* duas vezes ao dia com ração balanceada com 28% de proteína bruta, e estocadas um mês antes do início do experimento, a uma densidade de dois peixes por m<sup>2</sup>.

O experimento foi conduzido em 48 vasos com capacidade 20 dm<sup>3</sup> de solo, com os tratamentos previamente aplicados. Os vasos foram irrigados a cada dois dias de modo há deixá-los sempre em torno da capacidade de. Os vasos foram irrigados durante 60 dias. Nos primeiros 30 dias sem nenhum cultivo, e a partir de dos 30 dias foram transplantadas mudas de pimentão, que permaneceram nos vasos até os 60 dias, quando foram coletadas as amostras de solo para análise.

**Tabela 1** - Caracterização química das águas de irrigação

| Fonte de água | pH   | C.E.<br>dS m <sup>-1</sup> | Ca <sup>2+</sup>                   | Mg <sup>2+</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | P                   |
|---------------|------|----------------------------|------------------------------------|------------------|----------------|-----------------|---------------------|
|               |      |                            | cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> |                  |                |                 | mg dm <sup>-3</sup> |
| Poço Tubular  | 7,20 | 0,78                       | 0,87                               | 0,40             | 0,26           | 3,35            | -                   |
| Efluente      | 9,71 | 0,95                       | 2,70                               | 0,64             | 0,31           | 3,45            | 17,63               |

As características avaliadas no solo após o cultivo foram: pH, condutividade elétrica (CE) do solo e teor de sódio trocável (Na<sup>+</sup>) no solo. Já sem as plantas, os solos foram retirados dos vasos e transformados em Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), para caracterização química (pH, CE e Na), conforme metodologia proposta pela EMBRAPA (1997).

que é obtida através do ataque da rocha fosfática pelo ácido sulfúrico, tornando-o um fosfato solúvel. Já com o Fosfato Natural houve uma ligeira redução no pH, porém não tão acentuada. Contrastadas as médias do pH dentro da matéria orgânica, observou-se que o esterco aumentou o pH do solo, devido ao seu poder de tamponamento do solo.

## Resultados e discussão

Através da Análise de Variância (Tabela 2) observou-se que houve diferença significativa a 5% para os fatores fosfato e matéria orgânica, além das interações Água x Fosfato e Água x Matéria Orgânica (significativos a 1%) e Fosfato x Matéria Orgânica (significativo a 5%).

O desdobramento da interação Água x Fosfato (Tabela 4) revelou que o efluente elevou o pH do solo no tratamento com fosfato solúvel. Nos tratamentos com o fosfato natural e sem fosfato (testemunha) o pH do solo foi estatisticamente igual independente do tipo de água.

Quando contrastadas as médias para os valores de pH dentro da fonte de fósforo (Tabela 3), verificou-se que o fosfato solúvel reduziu o pH do solo com relação à testemunha, uma vez que trata-se de uma fonte de fósforo

O desdobramento da interação Água x Matéria Orgânica (Tabela 5) revelou que o efluente elevou o pH do solo no tratamento sem esterco. Nos tratamentos com o esterco o pH do solo foi estatisticamente igual. As médias do pH para o efluente não diferiram entre as fontes de matéria orgânica, porém para o poço tubular, o tratamento com esterco apresentou as maiores médias.

**Tabela 2** – Resumo da análise de variância das variáveis estudadas

| Fontes de Variação | GL | Quadrado Médio     |                    |                    |                     |                    |                    |
|--------------------|----|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
|                    |    | pH                 | CE                 | Ca                 | Mg                  | Na                 | K                  |
| Água (A)           | 1  | 0,13 <sup>ns</sup> | 0,04 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup> | 0,10 <sup>ns</sup>  | 1,33**             | 0,13**             |
| Fosfato (F)        | 2  | 1,69**             | 0,38**             | 9,14**             | 0,36 <sup>ns</sup>  | 0,03 <sup>ns</sup> | 0,14**             |
| Mat. Org. (M)      | 1  | 1,32**             | 3,46**             | 24,51**            | 6,60**              | 0,80**             | 9,10**             |
| A x F              | 2  | 0,20 <sup>ns</sup> | 0,07*              | 0,38 <sup>ns</sup> | 0,06 <sup>ns</sup>  | 0,13**             | 0,06 <sup>ns</sup> |
| A x M              | 1  | 0,33**             | 0,09*              | 0,06 <sup>ns</sup> | 0,003 <sup>ns</sup> | 0,02 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup> |
| F x M              | 2  | 0,71**             | 0,03 <sup>ns</sup> | 4,27**             | 0,24 <sup>ns</sup>  | 0,06 <sup>ns</sup> | 0,13**             |
| A x F x M          | 2  | 0,13 <sup>ns</sup> | 0,07*              | 0,11 <sup>ns</sup> | 0,09 <sup>ns</sup>  | 0,03 <sup>ns</sup> | 0,02 <sup>ns</sup> |
| Erro               | 36 | 0,08               | 0,03               | 0,30               | 0,18                | 0,02               | 0,03               |
| CV(%)              |    | 4,07               | 25,45              | 14,91              | 39,56               | 22,44              | 26,01              |

\*\*,\* e n.s. significância de 5%, 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste t.

**Tabela 3** - Médias do pH do solo em função do tipo de água, da fonte de fósforo e da fonte de matéria orgânica

| Tipo de Água |              | Fonte de Fósforo |                 |            | Fonte de Matéria Orgânica |             |
|--------------|--------------|------------------|-----------------|------------|---------------------------|-------------|
| Efluente     | Poço Tubular | Fosfato Natural  | Fosfato Solúvel | Testemunha | Com esterco               | Sem esterco |
| 7,21 a*      | 7,11 a       | 7,12 b           | 6,85 c          | 7,50 a     | 7,32 a                    | 6,99 b      |
| DMS = 0,17   |              | DMS = 0,25       |                 |            | DMS = 0,17                |             |

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** - Médias do pH do solo para a interação Água x Fósforo

| Tipos de Água | Fonte de Fósforo |                 |            |
|---------------|------------------|-----------------|------------|
|               | Fosfato Natural  | Fosfato Solúvel | Testemunha |
| Efluente      | 7,19 aAB*        | 7,00 aB         | 7,43 aA    |
| Poço Tubular  | 7,06 aB          | 6,70 bC         | 7,56 aA    |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 5** - Médias do pH do solo para a interação Água x Matéria Orgânica

| Tipo de Água | Fonte de Matéria Orgânica |             |
|--------------|---------------------------|-------------|
|              | Com Esterco               | Sem Esterco |
| Efluente     | 7,29 aA*                  | 7,13 aA     |
| Poço Tubular | 7,35 aA                   | 6,86 bB     |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O desdobramento da interação Fósforo x Matéria Orgânica (Tabela 6) revelou que a testemunha apresentou médias estatisticamente iguais ao fosfato natural nos tratamentos sem esterco. A interação do superfosfato simples com o tratamento sem esterco reduziu o pH do solo.

Normalmente, o pH da água de irrigação não tem afetado significativamente o pH do solo, por causa do seu poder tampão. Assim, não é de se esperar efeito direto do efluente no pH do solo, mesmo com a ocorrência generalizada de formas presentes de alcalinidade nas

**Tabela 6** - Médias do pH do solo para a interação Fósforo x Matéria Orgânica

| Fontes de Fósforo | Fontes de Matéria Orgânica |             |
|-------------------|----------------------------|-------------|
|                   | Com Esterco                | Sem Esterco |
| Fosfato Natural   | 7,13 bA*                   | 7,12 aA     |
| Fosfato Solúvel   | 7,25 abA                   | 6,45 bB     |
| Testemunha        | 7,59 aA                    | 7,41 aA     |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

águas residuárias. No entanto, existe a possibilidade dessa alcalinidade associada às altas concentrações de Na<sup>+</sup> em águas alcalinas, ocasionar aumento do valor do pH do solo (BOUWER; IDELOVITCH, 1987). O aumento de pH tem sido atribuído ao pH alto do efluente, a adição de cátions trocáveis e de ânions oriundos do efluente, à alteração na ciclagem de nutrientes mediante a adição de efluente (FONSECA, 2001).

Através da análise de variância (Tabela 2) para a condutividade elétrica do solo observou-se influência da água, do fosfato e da matéria orgânica, além da interação água x fosfato.

Quando contrastadas as médias para os valores de Condutividade Elétrica dentro da fonte de fósforo (Tabela 7), verificou-se que o Superfosfato simples aumentou a CE do solo com relação à testemunha, já o Fosfato Natural não alterou a CE do solo, sendo sua média estatisticamente igual à testemunha. A presença de esterco no substrato aumentou a CE do solo.

O desdobramento da interação Água x Fósforo (Tabela 8) revelou que o efluente elevou a CE do solo no tratamento com o fosfato solúvel. Sendo que o fosfato natural apresentou médias estatisticamente iguais, independente do tipo de água utilizado, o mesmo aconteceu com a testemunha.

O desdobramento da interação água x matéria orgânica (Tabela 9) revelou que os tratamentos com esterco aumentaram os valores da CE do solo, independente do tipo de água utilizado. Nos tratamentos sem esterco, o efluente de piscicultura aumentou a CE do solo.

O desdobramento da interação água x fósforo x matéria orgânica (Tabela 10) revelou que quando se adicionou ao solo esterco e o superfosfato simples a CE do solo aumentou, quando irrigou com efluente de piscicultura.

Normalmente, pelo fato do efluente ter certo grau de salinidade, a irrigação com água residuária tem levado a um aumento da salinidade do Solo (SMITH *et al.*, 1996), a qual pode afetar a absorção d'água pelas plantas devido a presença de uma maior concentração de íons de Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> na solução do solo (CROMER *et al.*, 1984). O aumento da condutividade elétrica (CE) do solo mediante

**Tabela 7** - Médias da condutividade elétrica do solo em função do tipo de água, da fonte de fósforo e da fonte de matéria orgânica

| Tipo de Água |              | Fonte de Fósforo |                 |            | Fonte de Matéria Orgânica |             |
|--------------|--------------|------------------|-----------------|------------|---------------------------|-------------|
| Efluente     | Poço Tubular | Fosfato Natural  | Fosfato Solúvel | Testemunha | Com esterco               | Sem esterco |
| 0,65 a*      | 0,59 a       | 0,55 b           | 0,80 c          | 0,52 a     | 0,89 a                    | 0,36 b      |
| DMS = 0,09   |              | DMS = 0,04       |                 |            | DMS = 0,03                |             |

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 8** - Médias da condutividade elétrica do solo para a interação água x fósforo

| Tipo de Água | Fonte de Fósforo |         |            |
|--------------|------------------|---------|------------|
|              | Natural          | Solúvel | Testemunha |
| Efluente     | 0,50 aB*         | 0,89 aA | 0,48 aB    |
| Poço Tubular | 0,59 aAB         | 0,71 bA | 0,57 aB    |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 9** - Médias da Condutividade Elétrica do solo para a interação Água x Matéria Orgânica

| Tipo de Água | Fonte de Matéria Orgânica |             |
|--------------|---------------------------|-------------|
|              | Com Esterco               | Sem Esterco |
| Efluente     | 0,88 aA*                  | 0,43 aB     |
| Poço Tubular | 0,91 aA                   | 0,28 bB     |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 10** - Médias da Condutividade Elétrica do solo para a interação água x fósforo x matéria orgânica

| Tipo de Água | Fosfato Natural |             | Fosfato Solúvel |             | Testemunha  |             |
|--------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
|              | Com Esterco     | Sem Esterco | Com Esterco     | Sem Esterco | Com Esterco | Sem Esterco |
| Efluente     | 0,71 a*         | 0,48 a      | 1,22 a          | 0,44 a      | 0,71 a      | 0,25 a      |
| Poço Tubular | 0,82 a          | 0,19 b      | 0,99 b          | 0,56 a      | 0,91 a      | 0,23 a      |

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

irrigação com efluente tem sido comum em sistemas agrícolas. Esse aumento de salinidade mais evidente na camada superficial do solo pode ser devido a dois fatores: evaporação da superfície do solo, levando ao acúmulo de sais; exposição do subsolo à contínua lixiviação e substituição dos sais na periferia da zona úmida, a qual normalmente tem apresentado aumento na concentração de sais (AYERS; WESTCOT, 1999).

Através da análise de variância (Tabela 2) para o sódio trocável do solo observou-se significância para a água, matéria orgânica e para interação água x fosfato ao nível de 5% de probabilidade.

Quando contrastadas as médias para os valores do Sódio trocável no solo dentro do tipo de água (Tabela 11), verificou-se que o efluente aumentou o teor de sódio no solo. Já para a fonte de matéria orgânica, verificou-se que a adição de esterco aumentou o sódio trocável no solo.

O desdobramento da interação água x fósforo (Tabela 12) revelou que o tratamento onde o fosfato natural irrigado com o efluente de piscicultura aumentou o teor de sódio no solo, e que a água de Poço tubular, não aumentou o teor de sódio no solo em nenhum dos tratamentos. O aumento no teor de Na trocável têm sido comum em solos irrigados com efluentes. Latterell *et al.*,

**Tabela 11** - Médias do sódio trocável do solo em função do tipo de água, da fonte de fósforo e da fonte de matéria orgânica

| Sódio Trocável |              |                  |                 |            |                           |             |
|----------------|--------------|------------------|-----------------|------------|---------------------------|-------------|
| Tipo de Água   |              | Fonte de Fósforo |                 |            | Fonte de Matéria Orgânica |             |
| Efluente       | Poço Tubular | Fosfato Natural  | Fosfato Solúvel | Testemunha | Com Esterco               | Sem Esterco |
| 0,88 a*        | 0,55 b       | 0,77 a           | 0,69 a          | 0,69 a     | 0,85 a                    | 0,59 b      |
| DMS = 0,09     |              | DMS = 0,14       |                 |            | DMS = 0,03                |             |

\*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(1982) verificaram que os teores de Na aumentaram de 2,5 até 3,5 vezes em função da taxa de aplicação do efluente. Os principais efeitos têm sido mais evidentes na camada superficial do solo.

Tabela 12 - Médias do sódio trocável do solo para a interação Água x Fósforo

| Tipo de Água | Fonte de Fósforo |                 |            |
|--------------|------------------|-----------------|------------|
|              | Fosfato Natural  | Fosfato Solúvel | Testemunha |
| Efluente     | 1,00 aA*         | 0,90 aAB        | 0,75 aB    |
| Poço Tubular | 0,54 bA          | 0,49 bA         | 0,63 aA    |

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Conclusões

A utilização do esterco bovino, como fonte de matéria orgânica, melhorou as características químicas do solo, bem como proporcionou um aumento de sua fertilidade.

Nas condições do semi-árido, o efluente de piscicultura pode ser considerado uma alternativa viável devido às características do solo da região e pelo fato de que os nutrientes presentes no efluente podem funcionar como uma fertirrigação.

## Literatura científica citada

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Trad. GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, revisado 1).

BOUWER, H.; IDELOVITCH, E. Quality requirements for irrigation with sewage water. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v.113, p.516-535, 1987.

CASTRO, R. S. **Cultivo de tomate cereja em sistema orgânico irrigado com efluentes de piscicultura**. Mossoró, 2003. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura de Mossoró.

CROMER, R. N.; TOMPKINS, D.; BARR, N. J.; HOPMANS, P. Irrigation of Monterey pine with wastewater: effect on soil chemistry and groundwater composition. **Journal of Environmental Quality**, v.13, p.569-542, 1984.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.

FONSECA, A. F. da. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluentes de esgoto tratado**. Dissertação de Mestrado, Piracicaba, 2001. 126 p.

GOMES, E. P.; TESTEZLAF, R. **Produtividade e eficiência de uso da água na cultura do tomate de mesa sob sistemas de irrigação por gotejamento e sulcos**. Workshop tomate na Unicamp: perspectivas e pesquisas, Campinas, 28 de maio de 2003.

LATTERELL, J. J.; DOWDY, R. H.; CLAPP, C. E.; LARSON, W. E.; LINDEN, D. R. Distribution of phosphorus in soil irrigated with municipal waste-water effluent: a 5-year study. **Journal of Environmental Quality**, v.11, p.124-128, 1982.

LIN, C. K.; YI, Y. Minimizing environmental impacts of freshwater aquaculture and reuse of pond effluents and mud. **Aquaculture**, v. 226, p. 57-68, 2003.

MAIA, S. S. S. **Uso de biofertilizante na cultura do alface**. 49p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Mossoró, 2002.

MEDEIROS, J. F. **A qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. Campina Grande-PB, 1992. 173p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande, 1992.

MICHIELSENS, C. G. J. *et al.* Asian carp farming systems: towards a typology and increased use efficiency. **Aquaculture Research**, v. 22, p. 403-413, 2002.

MORIARTY, D. J. W. The role of microorganisms in aquaculture ponds. **Aquaculture**, v. 151, p. 333-349, 1997.

NAHAS, E. **Factors affecting the solubilization of insoluble phosphates**. Disponível em: <<http://webcd.usal.es/web/psm/abstracts/Kaempfer.htm>> Acesso em: 18 ago 2002.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 48).

SCHOEDER, G. L. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensively – manured fish ponds, and related fish yields. **Aquaculture**, v. 14, p. 303-325, 1978.

SMITH, C. J.; HOPMANS, P.; COOK, F. J. Accumulation of Cr, Pb, Cu, Ni, Zn and Cd, in soil following irrigation with treated urban effluent in Australia. **Environmental Pollution**, v.94, p.317-323, 1996.