



Resposta biológica de plantas de pimentão cultivadas com efluente de piscicultura, fosfato natural e esterco bovino

Biological response of bell pepper plants cultivated with fish effluent, natural phosphate, and cow bovine

Gabriela Cemirames de Sousa Gurgel¹, Hudson do Vale de Oliveira^{2*}, Cybelle Barbosa e Lima³,
Ana Valéria Lacerda Freitas⁴, Celicina Maria da Silveira Borges Azevedo⁵

Resumo - Com o objetivo de avaliar a resposta biológica do pimentão cultivado com efluente de piscicultura, fosfato natural e esterco bovino nas condições do semi-árido nordestino, por meio do teor e acúmulo de nutrientes nos frutos de pimentão, fez-se a condução de um experimento no período de julho a outubro de 2006, na horta didática da UFERSA. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema de parcela sub-dividida, onde a parcela foi composta pelas águas (poço tubular e efluente de piscicultura), com repetição dentro do bloco, e a sub-parcela em esquema fatorial 2 x 2, sendo, este, uma combinação do fosfato natural com a matéria orgânica, formando oito tratamentos com três repetições. O efluente favoreceu o acúmulo de nutrientes nos frutos de pimentão, principalmente o nitrogênio e potássio; o efluente pode ser uma alternativa para irrigação do pimentão desde que o sistema de irrigação seja melhor manejado.

Palavras-chave - *Capsicum annum*. Matéria orgânica. Nitrogênio.

Abstract - With the objective to evaluate the biological response of the bell pepper cultivated with fish effluent, natural phosphate and cow manure in the conditions of the Northeastern semi-arid, through the nutrients tenor and accumulation in the bell pepper fruits an experiment was done during the period of July to October of 2006, in the didactic vegetable garden of UFERSA. The experimental design used was the random blocks with repetition. The factors were arranged in sub-divided portions, where the portion was composed of waters (well water and fish effluent) with repetition within the block, and the sub-portion in factorial outline 2 x 2. This being a combination of the natural phosphate with the organic matter, forming eight treatments with three repetitions. The fish effluent favored the accumulation of nutrients within the bell pepper, mainly the nitrogen and potassium; fish effluent can be an alternative for the irrigation of the bell pepper if the overhead irrigation is well managed.

Key words - *Capsicum annum*. Organic matter. Nitrogen.

*- Autor para correspondência

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Animais, km 47 - BR 110, Setor de Aqüicultura, Presidente Costa e Silva, 59625-900 - Mossoro, RN - Brasil - gabriela_cemirames@hotmail.com

²Universidade 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

³Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, s/n, Costa e Silva, 59625-900 - Mossoro, RN - Brasil, cybellebarbosa@hotmail.com

⁴Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte, EMATER/RN, Brasil. anavaleriaf@yahoo.com.br

⁵Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Animais, celicina@ufersa.edu.br

Introdução

A escassez de água em regiões semi-áridas é um fator limitante para a produção agrícola, especialmente para a produção de hortaliças, um grupo de culturas muito exigentes em água, podendo na maioria das espécies dessas plantas, constituir mais de 80% do seu peso (FILGUEIRA, 2000). No Brasil, o pimentão (*Capsicum annuum* L.) apresenta-se como uma das dez mais importantes hortaliças cultivadas, sendo seus frutos consumidos na forma imatura (verdes) ou madura (vermelhos ou amarelos), ou, ainda, utilizados na indústria alimentícia ou na produção de pigmentos (SOUZA; NANNETTI, 1998).

Com relação à sensibilidade ao suprimento de água, o pimentão é uma cultura classificada como de média a alta, durante todo o ciclo, sendo bastante sensível ao déficit hídrico, sobretudo no início da floração, quando não deve utilizar mais do que 25% da água disponível no solo (DOORENBOS; KASSAM, 1994). A escolha do sistema de irrigação é, portanto, um dos pontos fundamentais para o cultivo do pimentão, sendo a irrigação por gotejamento o método mais indicado, e que propicia irrigação mais econômica ou com menor gasto de água (EMBRAPA, 2006).

Um segundo aspecto importante para a produtividade do pimentão é o adequado suprimento de nutrientes. Grande porção dos solos das regiões tropicais e subtropicais é caracterizada pela baixa disponibilidade de fósforo, e a correção dessa insuficiência, normalmente, se faz através de aplicações de elevadas doses de fertilizantes fosfatados (SANCHEZ; SALINAS, 1981), uma solução insatisfatória sob o ponto de vista econômico e ambiental. Desta maneira, tem-se intensificado a busca por fontes alternativas de adubação fosfatada, que sejam menos agressivas ao meio ambiente e ao mesmo tempo, economicamente eficiente. Assim, os fosfatos naturais de alta reatividade como os de Gafsa e Arad, na forma moída (farelada), apresentam-se como excelentes fontes de fósforo ao sistema solo (KAMINSKI; PERUZZO, 1997). Existe, porém, um problema no uso de fosfatos naturais, que é a sua baixa solubilidade e como consequência sua baixa eficiência.

Diversas pesquisas têm sido realizadas para avaliar a eficiência destes fosfatos (CAMARGO; SILVEIRA, 1998; KORNDÖRFER *et al.*, 1999; PROCHNOW *et al.*, 2001; MOREIRA *et al.*, 2002; BEDIN *et al.*, 2003; HOROWITZ; MEURER, 2003), porém observa-se que sua eficiência é sempre inferior à eficiência de fontes solúveis em culturas de ciclo curto, já que requerem um período de contato com o solo, entre 30 de 45 dias, para que ocorra a sua solubilização (NAHAS, 2002)

Portanto, para que se possa produzir o pimentão em solos pobres em fósforo e em condições de escassez

de água, é preciso se buscar alternativas que conciliem a necessidade de se obter uma elevada produtividade agrícola a um baixo custo, ao mesmo tempo em que se usa a água de forma racional e se reduzam os impactos ambientais da agricultura. A irrigação de culturas utilizando efluentes de viveiros de peixes reduz o custo da água e a quantidade de fertilizantes químicos utilizados (AL-JALOUH *et al.*, 1993; D'SILVA; MAUGHAN, 1994; BRUNE, 1994), além de reduzir o impacto ambiental da descarga de águas ricas em nutrientes nos rios ou a necessidade de tratamento dessas águas (BILLARD; SERVRIN-REYSSAC, 1992).

A integração de aquíicultura com a agricultura pode ser ainda uma alternativa para acelerar a solubilização dos fosfatos naturais usados para adubação de culturas, já que pesquisas indicam que a água dos viveiros de peixes contém microrganismos capazes de solubilizar o fosfato natural que é aplicado na água como forma de adubação para o fitoplâncton (SAHU; JANA, 2000; JANA *et al.*, 2001). Esses microrganismos presentes no efluente poderiam ser transferidos para o solo através da irrigação, viabilizando a solubilização do fosfato no solo, em um tempo mais curto.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a resposta biológica do pimentão cultivado com efluente de piscicultura, fosfato natural e esterco bovino nas condições do semi-árido nordestino, através do desenvolvimento das plantas e teor de nutrientes nos frutos.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no período de julho a outubro de 2006, na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró – RN (5° 11' de Latitude Sul e 37° 20' de Longitude Oeste), a uma altitude de 18 m.

O clima da região de acordo com Thorthwaite é semi-árido e segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw^h, ou seja, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO *et al.*, 1991). As precipitações médias anuais estão entre 450 e 650 mm. Quanto à temperatura, a média anual é de 27,4° C com média das máximas igual a 33,3° C e das mínimas 22,6° C. A insolação média é de 236 horas mensais e a umidade relativa média mensal é de 68,9% (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1989).

O local utilizado para o experimento foi uma área que se encontrava em pousio desde 2003, de topografia plana e com solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe), cuja análise encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1- Resultados das análises químicas das amostras de terra fina seca ao ar (TFSA) e de esterco bovino antes do cultivo. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Amostra	pH	Ca	Mg	K	Na	N	MOS	P
		cmol _c dm ⁻³			g kg ⁻¹		mg dm ⁻³	
Solo 1*	7,6	5,30	1,10	0,50	0,19	8,40	1,90	4,80
Solo 2**	7,9	3,85	0,95	0,15	1,20	7,00	0,20	282,09
Esterco	7,3	12,50	4,70	6,64	4,32	-	112,07	710,00

*Solo 1 – antes do cultivo; **Solo 2 – depois do cultivo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições, sendo os fatores arranjados no esquema de parcelas sub-divididas, onde a parcela foi composta pelas águas (poço tubular e efluente de piscicultura) com repetição dentro do bloco, e a sub-parcela em esquema fatorial 2 x 2, sendo, este, uma combinação do fosfato natural com a matéria orgânica, formando oito tratamentos com três repetições.

Os tratamentos resultaram, portanto, da combinação de três fatores: 1- água (efluente de piscicultura e água de poço tubular); 2- fosfato natural (com fosfato natural reativo de Arad e sem fosfato natural); 3- matéria orgânica (com e sem esterco bovino).

A área experimental de cada parcela foi de 4 x 4 m (16 m²), com espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,50 m entre plantas. A área útil de cada parcela foi de 6 m², composta por 12 plantas. Aos vinte dias após o transplante das mudas, foram tomadas ao acaso, três plantas em cada unidade experimental. Essas plantas foram marcadas com uma fita na base do caule, para, a partir do início da floração, avaliar-se a altura das plantas e o diâmetro do caule.

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi por gotejamento, onde todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de água até o final do experimento. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, sendo a lâmina de água necessária estimada através da evapotranspiração, com dados obtidos da Estação Meteorológica da UFERSA localizada a aproximadamente 700 m do local do experimento, e do coeficiente de cultura (Kc) recomendado pela FAO (ALLEN *et al.*, 1996).

O efluente de piscicultura utilizado na irrigação foi proveniente de três tanques de concreto, com capacidade para 15 m³ (5 x 3 x 1 m), respectivamente, comprimento, largura e altura) cada, onde foram cultivadas tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) estocadas a uma densidade de dois peixes/m². Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia, *ad libitum*, com uma ração balanceada com 28% de proteína bruta.

A outra água utilizada na irrigação foi oriunda de um poço tubular localizado nas proximidades da área experimental.

As mudas foram produzidas em copos plásticos descartáveis com capacidade para 100 mL, utilizando-se um substrato comercial Top Substrato Hortaliças. A semeadura foi realizada em 10 de junho de 2006 em casa de vegetação, na Horta Didática da UFERSA, utilizando-se uma semente por copo, a uma profundidade de 1 cm. As mudas foram irrigadas duas vezes ao dia, com auxílio de um regador.

O híbrido de pimentão utilizado foi o Commandant, caracterizado por ser uma planta muito vigorosa que atinge de 100 a 110 cm. Produz frutos quadrados, com 3 a 4 lóculos, de coloração verde, tornando-se vermelho intenso e brilhante quando maduros. Os frutos possuem casca firme, pele lisa e polpa espessa, de 6 a 8 mm. Tem como principais características: maior peso e cotação no mercado; permite colheita quando verde ou vermelho; híbrido preferido pelo mercado nordestino (SYNGENTA SEEDS, 2006).

O preparo da área foi realizado um mês antes do início do experimento. Inicialmente passou-se a roçadeira visando a redução do mato, e depois a grade aradora a uma profundidade de 30 cm.

No pré-plantio, realizou-se a abertura das covas e cada unidade experimental foi adubada de acordo com seu tratamento. A quantidade de fosfato natural utilizada foi equivalente a uma dose de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo colocado 40 g de fosfato natural de Arad no fundo de cada cova. Já para o esterco, foi utilizada a proporção de 20 t ha⁻¹, sendo colocado 1.000 g de esterco curtido por cova, com base no peso fresco.

Após prévia irrigação da área, foi feita a seleção das mudas e transporte até o local definitivo, onde realizou-se o transplantio em covas, no dia 06 de julho de 2006, quando as mudas apresentaram quatro a seis folhas definitivas, aos 26 dias após a semeadura. Para substituir plantas mortas, danificadas por insetos ou tombamento, realizou-se o replantio, uma semana após o transplante, com mudas previamente preparadas para esse fim, de modo que tal prática não interferisse na idade das plantas.

Foram realizadas capinas quinzenais durante todo o período do experimento. No entanto, as práticas

de desbrotas e tutoramento não foram realizadas. Aos 37 dias após o transplante das mudas, aplicou-se uma fonte de macro e micronutrientes (Wuxal Cálcio), na proporção de 5 L/2.000 L + espalhante adesivo, objetivando suprir necessidades nutricionais de Cálcio, Boro, Magnésio, Nitrogênio, Cobre, Molibdênio e Zinco.

O controle fitossanitário foi realizado utilizando-se pulverizador costal com capacidade para 20 L de calda. Para a prevenção do ataque de Mosca Branca (*Bemisia tabaci*), realizou-se pulverizações com extrato aquoso de folhas frescas de Nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) a 5% (p/v) em toda área experimental a cada 15 dias. A aplicação preventiva com calda bordalesa a 1% (1.000g de sulfato de cobre + 1.000g de cal virgem em 100 L de água), preparada conforme Souza (2001), também foi realizada quinzenalmente, alternando-se com a aplicação do extrato de Nim.

Foram realizadas aplicações com Óleo Mineral para combater Cochonilhas (*Protopulvinaria pyriformis* Cockerell), na dose de 10%. Para controlar a Antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. e *Glomerella cingulata* (Ston.) Spaul. & Schr.), que atacou severamente as plantas, foi aplicado o fungicida Score (Difenoconazole) na proporção de 6 mL/20 L, e, semanalmente, Cuprodil (Oxícloroto de Cobre + Mancozeb) na proporção de 6g/20 L.

As características avaliadas foram: altura de plantas, diâmetro caulinar, teor de nutrientes nos frutos e acúmulo de nutrientes. A altura média das plantas foi determinada medindo-se do nível do solo até a extremidade mais alta da planta, com uma régua graduada, expressando-se a medida em centímetros. Para tanto, realizaram-se quatro medições, a partir do início da floração, aos 54 dias após a semeadura (DAS). As alturas foram determinadas, quinzenalmente, nas seguintes datas: 02 de agosto, 16 de agosto, 01 de setembro e 16 de setembro do ano de 2006, que correspondem às idades de 54, 68, 84 e 99 DAS, respectivamente.

O diâmetro caulinar foi determinado na altura do colo da planta, logo abaixo das primeiras folhas, com o auxílio de um paquímetro. Realizou-se três aferições ao longo do período experimental, nos dias 18 de agosto, 01 de setembro e 22 de setembro do ano de 2006, que correspondem às idades de, 70, 84 e 105 DAS. Os valores foram expressos em milímetro.

Os frutos foram coletados 86 DAS. De cada parcela foram coletados quatro frutos aleatoriamente. Estes frutos foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada até obter peso constante. Após a estabilização do peso dos frutos, a massa seca foi triturada e submetida às análises químicas dos teores de nitrogênio, fósforo, sódio e potássio conforme metodologia adotada pelo Laboratório de Análise de Água, Solo e Planta da UFERSA.

O acúmulo de nutrientes pelos frutos de pimentão foi calculado através do peso da massa seca de todos os frutos colhidos.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Teste F. Quando houve diferença significativa entre as médias, aplicou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (VIEIRA; HOFFMANN, 1989).

Resultados e discussão

Não foi observada significância para as interações estudadas. Porém houve efeito significativo para o fator esterco para a altura de plantas avaliada nas épocas 54 e 68 DAS (Tabela 2). Para os demais fatores não houve efeito significativo.

As plantas adubadas com esterco bovino apresentaram uma maior altura média das plantas quando comparadas às plantas sem adubação.

Não foi observada significância para as interações estudadas. Porém houve efeito significativo para o fator água para o diâmetro do caule avaliado nas épocas 84 e 105 DAS (Tabela 3). Para os demais fatores não houve efeito significativo.

As plantas irrigadas com água de poço apresentaram maiores valores médios de diâmetro caulinar, quando comparadas às plantas irrigadas com efluente de piscicultura.

A irrigação de culturas utilizando efluentes de aquicultura pode ser vantajosa por reduzir o impacto ambiental da descarga de águas ricas em nutrientes nos rios ou a necessidade de tratamento dessas águas (BILLARD & SERVRIN-REYSSAC, 1992) e por reduzir o custo da água e a quantidade de fertilizantes químicos utilizados (AL-JALOUD *et al.*, 1993, D'SILVA; MAUGHAN, 1994; BRUNE, 1994).

Foi observada interação significativa entre água, fosfato e esterco para os teores de potássio e nitrogênio (Tabelas 4 e 5). Também foi observada interação significativa entre água e fosfato para os teores de sódio, potássio e fósforo nos frutos de pimentão (Tabelas 6, 7 e 8).

No desdobramento da interação água x fosfato x esterco (Tabela 4) observou-se que nas plantas irrigadas com efluente de piscicultura, adubadas com fosfato natural na ausência de esterco, os frutos apresentaram maiores teores médios de potássio. Não houve diferença nos teores de potássio nos frutos de plantas adubadas ou não com esterco bovino. As plantas produzidas irrigadas com água de poço e sem a adubação fosfatada, apresentaram frutos com maiores teores de potássio do que as plantas adubadas com fosfato natural.

No desdobramento da interação água x fosfato x esterco para os teores de nitrogênio (Tabela 5), observou-se que nas

Tabela 2 - Valores médios da altura de planta de pimentão quando tratadas com e sem esterco bovino. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Esterco	Altura (cm)			
	54 DAS*	68 DAS	84 DAS	99 DAS
Com esterco	23,08**a	35,79 a	45,92 a	49,08 a
Sem esterco	20,38 b	32,67 b	43,83 a	49,38 a

*DAS: Dias Após a Semeadura; **Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Valores médios de diâmetro caulinar de pimentão em função do tipo de água utilizada. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Água	Diâmetro (mm)		
	70 DAS*	84 DAS	105 DAS
Efluente	9,88**a	11,38 b	13,48 b
Poço	10,88 a	12,45 a	14,71 a

*DAS: Dias Após a Semeadura; **Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Valores médios do teor de potássio em frutos de pimentão para a interação água x fosfato x esterco. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Tipos de água	K (ppm)			
	Com fosfato		Sem fosfato	
	Com esterco	Sem esterco	Com esterco	Sem esterco
Efluente	1.406,7 Aa α^*	1.506,7 Aa α	1.340,0 Ab α	1.340,0 Bb α
Poço	1.356,7 Ba α	1.223,3 Bb α	1.590,0 Aa α	1.656,87 Aa α

*Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas colunas (água), maiúscula nas linhas (fosfato) e gregas nas linhas (esterco) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Valores médios do teor de nitrogênio em frutos de pimentão para a interação água x fosfato x esterco. Mossoró-RN, UFERSA, 2007.

Tipos de água	N (g kg ⁻¹)			
	Com fosfato		Sem fosfato	
	Com esterco	Sem esterco	Com esterco	Sem esterco
Efluente	18,83 Aa α^*	12,16 Ba β	16,50 Aa α	17,50 Aa α
Poço	14,33 Ab α	12,83 Aa α	17,67 Aa α	13,83 Aa α

*Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas colunas (água), maiúscula nas linhas (fosfato) e grega nas linhas (esterco) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Valores médios do teor de sódio em frutos de pimentão para a interação água x fosfato. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Tipos de água	Na (ppm)	
	Com fosfato	Sem fosfato
Efluente	1.003,33 Aa*	753,00 Bb
Poço	736,66 Bb	1.028,33 Aa

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Valores médios do teor de potássio em frutos de pimentão para a interação água x fosfato. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Tipos de água	K (ppm)	
	Com fosfato	Sem fosfato
Efluente	1.456,66 Aa*	1.340,00 Bb
Poço	1.290,00 Bb	1.623,33 Aa

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas as colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Valores médios do teor de fósforo em frutos de pimentão para a interação água x fosfato. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Tipos de água	P (mg kg ⁻¹)	
	Com fosfato	Sem fosfato
Efluente	1.407,00 Aa*	1.591,08 Aa
Poço	1.513,92 Aa	1.363,00 Ab

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Valores médios do acúmulo de nitrogênio em frutos de pimentão para a interação água x fosfato x esterco. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Tipos de água	N (g kg ⁻¹)			
	Com fosfato		Sem fosfato	
	Com esterco	Sem esterco	Com esterco	Sem esterco
Efluente	0,37 Aa α *	0,15 Ba β	0,33 Aa α	0,35 Aa α
Poço	0,31 Aa α	0,27 Ba α	0,45 Aa α	0,25 Aa α

*Médias seguidas da mesma letra minúsculas nas colunas (água), maiúscula nas linhas (fosfato) e gregas nas linhas (esterco) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

plantas irrigadas com efluente de Apiscicultura e adubadas com fosfato natural e esterco bovino, apresentaram frutos com maiores teores de nitrogênio. Não houve diferença entre as plantas adubadas ou não com fosfato natural.

Os principais poluentes potenciais encontrados nos efluentes de aquícultura são o nitrogênio, o fósforo, a matéria orgânica e os sólidos em suspensão (SCHWARTZ; BOYD, 1994). Os teores de nitrogênio e fósforo nos efluentes de aquícultura variam muito, dependendo se o cultivo é intensivo ou semi-intensivo, tipo de ração utilizada, variando muito entre os autores que estudam esses parâmetros. Do conteúdo da ração, 29 a 51% do nitrogênio, 7 a 64% do fósforo, e 3% da matéria orgânica podem ser encontrados nos efluentes (SCHWARTZ; BOYD, 1994; JOHNSEN *et al.*, 1993).

No desdobramento da interação água x fosfato (Tabela 6 e 7) para os teores de sódio e potássio observou-se que a irrigação com efluente de piscicultura favoreceu a absorção do fosfato pelos frutos de pimentão. As plantas irrigadas com efluente a adubadas com fosfato natural apresentaram maiores teores médios de fosfato nos frutos, porém a adubação fosfatada diminuiu a absorção de fosfato pelos frutos de plantas irrigadas com água de poço tubular.

No desdobramento da interação água x fosfato para o teor de fósforo (Tabela 8) observou-se que as plantas irrigadas com efluente piscicultura apresentaram frutos com maiores teores médios de fósforo quando não foram

adubadas com fosfato natural. Sendo que esses valores foram iguais para as plantas irrigadas com efluente tanto na presença quanto na ausência de fosfato natural. O fato das plantas irrigadas com efluente terem apresentados frutos com maiores teores de fósforo, mesmo quando estas não foram adubadas com fosfato demonstra que as plantas retiraram do efluente, fósforo para nutrir seus frutos. A irrigação com efluente também favoreceu o acúmulo de nitrogênio nos frutos.

A integração de aquícultura com agricultura pode ser uma alternativa para acelerar a solubilização dos fosfatos naturais usados para adubação de culturas, já que pesquisas indicam que a água dos viveiros de peixes contém microrganismos capazes de solubilizar o fosfato natural, quando aplicado na água, como forma de adubação para o fitoplâncton (SAHU; JANA, 2000; JANA *et al.*, 2001).

Foi observado efeito significativo para a interação água, fosfato e esterco para o acúmulo de nitrogênio (Tabela 9) e efeito significativo para o acúmulo de sódio (Tabela 10) nos frutos de pimentão. Não foi observado nenhum efeito significativo para o acúmulo de potássio e fósforo.

No desdobramento da interação água x fosfato x esterco observou-se que as plantas produzidas sem fosfato natural, sem esterco bovino e irrigadas com efluente de piscicultura apresentaram frutos com maior acúmulo de nitrogênio. O efluente favoreceu o acúmulo de nitrogênio

Tabela 10 - Valores médios do acúmulo de sódio em frutos de pimentão para a interação água x fosfato. Mossoró-RN, UFERSA, 2007

Tipos de água	Na (mg kg ⁻¹)	
	Com fosfato	Sem fosfato
Efluente	16,19 Aa*	14,15 Bb
Poço	16,29 Ba	22,71 Aa

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

na planta, já que as plantas produzidas sem adubação e irrigadas com efluente apresentaram maior acúmulo de nitrogênio nos frutos.

No desdobramento da interação água x fosfato para o acúmulo de sódio em frutos de pimentão, observou-se que as plantas irrigadas com água de poço apresentaram maiores valores médios de sódio nos frutos na ausência do fosfato natural. Porém quando se irrigou com efluente de piscicultura, as plantas apresentaram frutos com maior acúmulo de sódio quando foram adubadas com fosfato natural (Tabela 10).

Portanto, a utilização de efluentes pode ser uma alternativa para irrigação do pimentão desde que o sistema de irrigação seja manejado de forma adequada.

Conclusões

A adubação com esterco bovino proporcionou um aumento no crescimento das plantas.

O efluente de piscicultura não apresentou efeitos positivos sobre o crescimento das plantas de pimentão e também não apresentou influência na solubilização do fosfato natural.

O efluente de piscicultura favoreceu o acúmulo de nutrientes nos frutos de pimentão, principalmente o nitrogênio e o potássio.

Literatura científica citada

AL-JALOUD, A. A. *et al.* Use of aquaculture effluent as a supplemental source of nitrogen fertilizer to wheat crop. **Arid Soil Research and Rehabilitation**, v. 7, p. 223-241, 1993.

ALLEN, R. G. *et al.*, Proposed revision to the FAO: produce for estimating crop water requirements. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON IRRIGATION OF HORTICULTURAL, 2, 1996, Chania. **Proceeding...**, Leuven, ISHS, p.17-49, 1996.

BEDIN, I. *et al.* Fertilizantes fosfatados e produção da soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato. **R. bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 639-646, 2003.

BILLARD, R.; SERVRIN-REYSSAC, J. Les impacts négatifs et positifs de la pisciculture détang sur l'environnement. In: BARNABÉ, G.; KESTEMONT, P. (eds.) **Production, Environment and Quality**. [s.l]: European Aquaculture Society special publication # 18, 1992.

BRUNE, D. E. **Sustainable aquaculture systems**. Washington: D.C., 1994. (Report prepared for the Office of Technology Assessment, U.S. Congress, Food and Renewable Resources Program).

CAMARGO, M. S. de; SILVEIRA, R. I. Efeito dos fosfatos naturais alvorada, catalão, patos e arad na produção de massa seca de milho em casa-de-vegetação. **Scientia Agrícola**, v.55, n.3, Piracicaba, 1998.

CARMO FILHO, F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados meteorológicos de Mossoró** (jan. de 1988 a dez. de 1990). Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121p. (Coleção mossoroense, série C).

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. de. **Um município do semi-árido nordestino; características climáticas: aspectos florestais**. Mossoró: ESAM, 1989. 62p. (Coleção Mossoroense, B. 672).

D'SILVA A. M.; MAUGHAN, O. E. Multiple use of water: integration of fishculture and tree growing. **Agroforestry Systems**. v.26, p.1-7, 1994.

DOORENBOS, J.; KASSAN, F. A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução GHERYI H. R.; SOUSA, A. A. de; DAMASCENO, F. A. V.; MEDEIROS, J. F. de, Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (FAO: Estudos de Irrigação e Drenagem, 33)

EMPRESABRASILEIRADEPESQUISAAGROPECUÁRIA, **Capsicum: pimentas e pimentões do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/capsicum/index.htm>> Acesso 10 dez 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Eficiência de dois fosfatos naturais farelados em função do tamanho da partícula. **Ciência Rural**, v. 33, n. 1, p. 41-47, 2003.

JANA, B. B.; CHATTERJEE, S.; JANA, T. Responses of phosphate solubilizing bacteria to qualitatively different fertilization in simulated and natural fish pond. **Aquaculture International**, v.9,17-34, 2001.

JOHNSON, F.; HILLESTAD, M.; AUSTRENG, E. **High energy diets for Atlantic salmon. Effect on pollution**. In: S.J. KAUSHIK; P. LUQUET (Eds.), Fish nutrition in practice. Paris: INRA, 1993, p. 391-401.

KAMINSKI, J.; PERUZZO, G. Eficácia de fosfatos naturais reativos em sistemas de cultivo. Santa Maria: Núcleo Regional Sul da Soc. Bras. de Ciência do Solo, 1997. 31p. (Boletim Técnico n.3).

- KORNDÖRFER, G. H.; LARA-CABEZAS, W. A.; HOROWITZ, N. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Scientia Agrícola**, v.56, n. 2, Piracicaba, 1999.
- MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; MORAES, L. A. C. Eficiência de fontes e doses de fósforo na alfafa e centrosema cultivadas em Latossolo Amarelo. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.37, n.10, p. 1459-1466, 2002.
- 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.
- PROCHNOW, L. I.; CUNHA, J. F. da; VENTIMIGLIA, A. F. C. Field evaluation of water or citrate soluble phosphorus in modified phosphate rocks for soybean. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.165-170, 2001.
- SAHU, S. N.; JANA, B. B. Enhancement of the fertilizer value of rock phosphate engineered through phosphate-solubilizing bacteria. **Ecological engineered**, v.15, p. 27-39. 2000
- SANCHEZ, P. A.; SALINAS, J. G. Low input technology for managing oxisols and ultisols in tropical america. **Adv. Agron.**, v.34, p.280-406, 1981.
- SCHWART, M.; BOYD, C. E. **Channel catfish pond effluents**. Alabama. Agricultural Experiment Station, (Auburn University – USA), Alabama, USA, 1994.
- SOUZA, J. L. Cultivo orgânico de tomate, pimentão, abóbora e pepino. Viçosa, MG: CPT, 2001. 140 p. Manual n. 324 (Série Agricultura Orgânica).
- SOUZA, R. J. de; NANNETTI, D. C. **A cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Lavras: UFLA, 1998. 49 p. (Boletim técnico).
- SYNGENTA SEEDS, **Pimentão Híbrido Commandant**. Disponível em: <<http://www.syngenta.com.br/cs/index.asp>> Acesso em: 10 nov. 2006.
- VIEIRA, S.; HOFFMANN, R. **Estatística experimental**. São Paulo: Atlas, 1989. 179 p.