

EFEITOS DA DESOBSTRUÇÃO DOS EMISSORES DE IRRIGAÇÃO E DO EFLUENTE DA AQUICULTURA NO RENDIMENTO DO MILHO

CYBELLE BARBOSA E LIMA VASCONCELOS^{1*}, GABRIELA CEMIRAMES DE SOUSA GURGEL², CELICINA MARIA DA SILVEIRA BORGES AZEVEDO³, PAULO SÉRGIO LIMA E SILVA⁴, SEBASTIÃO VASCONCELOS DOS SANTOS FILHO⁵

¹ Dra. Professora, UFERSA, Mossoró-RN, cybelle@ufersa.edu.br;

² Bolsista do Programa Nacional de Pós Doutorado, UFERSA, Mossoró-RN, gabriela_cemirames@hotmail.com;

³ PhD, Professora, UFERSA, Mossoró-RN, celicina@gmail.com;

⁴ Dr. Professor, UFERSA, Mossoró-RN, paulosergio@ufersa.edu.br;

⁵ Eng. Agrônomo e de Segurança do Trabalho, VALENORTE, Mossoró-RN, agrovvasconcelos@hotmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016

29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Um problema da irrigação com efluentes da aquicultura é o entupimento dos emissores. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da irrigação por gotejamento com efluente de aquicultura (EA), e da desobstrução de emissores, sobre o rendimento de espigas verdes da cultivar de milho AG 1051. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos foram irrigações com: água subterrânea (AS) (testemunha); AS + solução de ácido nítrico (AN); EA; EA + AN; EA + solução de cloro (C); e EA + C + AN. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados comparando-se a testemunha com os demais tratamentos, testando-se contrastes. O rendimento de espigas verdes empalhadas obtido com AS foi inferior aos obtidos com EA + AN, EA + C e EA + AN + C. O rendimento de espigas despalhadas comercializáveis obtido com AS foi inferior aos demais tratamentos. Sem desobstrutores, EA foi superior à AS, mas somente no rendimento de espigas despalhadas comercializáveis. O rendimento de espigas empalhadas foi maior com EA + C do que com EA e do que com EA + C + AN, sugerindo benefícios do cloro.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*; milho verde; irrigação localizada; água subterrânea, cloro, ácido nítrico.

EFFECTS OF CLEARING OF IRRIGATION ISSUERS AND AQUACULTURE WASTEWATER IN CORN YIELD

ABSTRACT: A problem of irrigation aquaculture effluents is clogging of emitters. The objective of this study was to evaluate the effects of drip irrigation with effluent from aquaculture (EA), and the unblocking of issuers on the green ears yield of cultivar AG 1051. Corn used the design of randomized blocks with four replications and treatments were irrigation with: groundwater (AS) (control); AS + nitric acid solution (AN); EA; EA + AN; + EA solution of chlorine (C); and EA + C + AN. The effects of the treatments were evaluated by comparing the control with the other treatments, by testing contrasts. The yield of unhusked green ears obtained with AS was lower than those obtained with AS + AN, EA and EA + C + AN + C. The yield of marketable husked ears obtained with AS was lower than the other treatments. No unclogging, EA was higher than the AS, but only in the yield of marketable husked ears. The husked ears yield was higher with EA + C than that with EA and the EA + C + AN, suggesting benefits of chlorine.

KEYWORDS: *Zea mays*; green corn; localized irrigation; groundwater, chlorine, nitric acid.

INTRODUÇÃO

O potencial para utilização de efluentes de aquicultura no Brasil está aumentando, pois a aquicultura brasileira está se expandindo rapidamente. Dentre os Estados desta região Nordeste, o Rio Grande do Norte destacou-se, em 2006, com 53% da produção de camarões em cativeiro, embora com apenas 4,5% da produção de peixes (BNB, 2010). Neste Estado, os efeitos da irrigação com efluentes da aquicultura foram contraditórios. Os rendimentos da cenoura, alface e pimentão foram reduzidos com

irrigação feita com efluente da piscicultura (Freitas et al., 2004; Lima 2007), mas o rendimento do tomateiro foi aumentado com o uso do mesmo efluente (Castro et al., 2006). É possível que esta contradição esteja relacionada ao uso do hipoclorito de sódio para desobstrução dos emissores adotado no último estudo (Castro et al., 2006). Aliás, isto talvez explique também a ausência de efeitos dos efluentes.

O entupimento dos emissores reduz a vida útil dos emissores, a uniformidade de aplicação e redistribuição da água e requer troca e recuperação de emissores com mal funcionamento (Laperuta Neto et al., 2011). Esse entupimento pode ocorrer por causas físicas, químicas e biológicas (Mailapalli et al., 2007). Várias medidas podem ser adotadas para prevenir ou corrigir o entupimento dos emissores, incluindo troca de emissor, filtragem, cloração, e uso de ácidos (Eroglu et al., 2012; Li et al., 2012; Sahin et al., 2005; Choi et al., 2006). A cloração da água tem sido usada na desobstrução dos emissores, quando o agente de obstrução é biológico. O tratamento com ácido previne a formação de precipitados de carbonato de cálcio e magnésio, fosfatos de cálcio e outras substâncias que podem ser dissolvidas com ácidos (Eroglu et al., 2012). O uso de efluentes é de interesse na irrigação da cultura do milho no Rio Grande do Norte por várias razões. Essa cultura é muito sensível à falta d'água e é uma das principais lavouras desse Estado, sendo cultivada nos 167 municípios, para produção de grãos verdes e maduros. Esses produtos alcançam preços altamente compensadores, especialmente na entressafra, que requer irrigação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da irrigação por gotejamento, usando-se efluente da aquicultura, com submissão dos emissores à cloração e ao ácido nítrico, sobre o rendimento de espigas verdes do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de setembro de 2008 a janeiro de 2009, na horta do Departamento de Ciências Vegetais, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró, cuja sede está situada a 5° 11' de latitude ao sul e 37° 20' de longitude a oeste de Greenwich, e altitude de 18 m. O clima da região, segundo Thornthwaite, é semiárido e, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo BSw^h, portanto, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio (Carmo Filho et al., 1991).

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e os tratamentos consistiram na irrigação com: efluente de aquicultura (EA); EA + solução de cloro (40 mL de hipoclorito de sódio a 10 %) = EA + C; EA + solução de ácido nítrico (250 mL de ácido nítrico 1N) = EA + AN; EA + solução de cloro + solução de ácido nítrico = EA + C + AN; água subterrânea (AS) (controle); e AS + solução de ácido nítrico (300 mL de ácido nítrico 1N)=AS + AN. A unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de plantas, com 5,0 m de comprimento. Como área útil considerou-se a área ocupada pelas duas fileiras centrais, desconsiderando-se a planta de uma cova nas extremidades de cada fileira. Para aplicação dos tratamentos foram dispostos, no cabeçal de controle, um tanque de derivação para cada um dos tratamentos AS+AN, EA+C e EA+AN, e dois tanques de derivação para o tratamento EA+C+AN. Para os tratamentos AS e EA não foram instalados tanques de derivação.

O solo na área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, de acordo com o Sistema de Classificação de Solos do Brasil (Embrapa, 2006). O preparo do solo foi realizado um mês antes do início do experimento, com duas gradagens cruzadas. Uma amostra do solo da área experimental foi submetida a análises química e física (Tabela 1), de acordo com as recomendações da Embrapa (1999).

Tabela 1 – Resultados das análises química e física de amostra do solo da área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2009.

Análises		Determinações						
Química	pH	Ca	Mg	Al	Na	K	MO	P
		cmol _c dm ⁻³			mg kg ⁻¹		(%)	(mg dm ⁻³)
	7,2	4,47	1,77	0,00	23,6	356,6	1,82	132,5
Física	Areia	Silte	Argila	Umidade (kg kg ⁻¹)		Densidade	Água	

-----g g ⁻¹ -----					aparente	disponível	
			0,01 Mpa	1,5 Mpa	(kg dm ⁻³)	mm	mm/m
0,84	0,11	0,05	0,11	0,04	1,20	16,99	84,94

A semeadura foi realizada em 20.10.08, utilizando-se três sementes por cova do híbrido AG 1051, no espaçamento de 1,0 m x 0,2 m. Aos 15 dias após a emergência, realizou-se um desbaste, deixando-se a planta mais vigorosa em cada cova. Portanto, após o desbaste, o experimento ficou com uma densidade de plantio de 50.000 plantas ha⁻¹. O controle de plantas daninhas foi realizado com três capinas, realizadas aos 15, 30 e 50 dias após a semeadura. Não foi realizada adubação de semeadura, mas o experimento foi adubado com 170 kg ha⁻¹ de N (uréia), parcelados em duas aplicações iguais, realizadas aos 30 e 60 dias após a semeadura. Não houve necessidade de controle de pragas ou doenças.

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo localizado, por gotejamento, com emissores de vazão de 1,6 L, espaçados a 0,30 m. O sistema de filtragem foi composto por seis filtros de plástico de disco de 120 mesh, um para cada tratamento. A pressão de entrada da água na área irrigada foi controlada por seis manômetros glicerizados de 0 a 4 kgf cm⁻² e seis registros de gaveta, sendo a pressão de 0,7 kgf cm⁻² mantida durante o tempo de irrigação.

O efluente utilizado na irrigação foi proveniente de um tanque de concreto, com capacidade para 312,5 m³, utilizado na criação de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na densidade de dois peixes m⁻², e de camarões (*Litopenaeus vannamei*), na densidade de 2,56 camarões m⁻¹. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, com ração balanceada (28% de proteína bruta), não sendo fornecida ração específica para os camarões. Junto à captação de água no tanque de aquicultura, o "pé-de-válvula", localizado a 50 cm da superfície da água, foi coberto com tela tipo sombrite de malha 1 mm, para evitar a entrada de detritos. O efluente foi bombeado à distância de 250 m do local do experimento.

Para se determinar a quantidade de produto químico a ser aplicado no sistema, sem provocar danos às plantas, calculou-se o volume de água necessário para preencher a tubulação durante o tempo de aplicação dos tratamentos, considerando-se o diâmetro e comprimento da tubulação. Nos tratamentos com ácido nítrico, o ácido foi aplicado na concentração 1 N em dose suficiente para baixar o pH da água para 5,0, por meio de uma curva de titulação. Os valores obtidos na curva foram 1,71 L e 1,56 L de HNO₃, para 1.000 L de efluente de aquicultura e de água subterrânea, respectivamente. Nos tratamentos com cloro, aplicou-se solução clorada na dosagem de 20 mg L⁻¹. A concentração atingida na saída dos emissores ao final da tubulação gotejadora foi de 0,5 mg L⁻¹ de cloro residual livre. Essa concentração foi baseada no princípio de que todo o cloro reage com compostos presentes na água, incluindo sua ação sobre bactérias formadoras de biofilme. A concentração restante (0,5 mg L⁻¹), representa apenas uma margem de segurança residual das reações.

No momento de irrigar, efetuou-se sequencialmente: a retirada da água do tanque de derivação, lavagem manual dos filtros de discos, pressurização do sistema, e o enchimento do tanque com solução de cloro e/ou ácido nítrico. Para a lavagem do filtro de disco foram utilizados efluente de aquicultura ou água subterrânea, dependendo do produto utilizado na irrigação.

Os tratamentos foram aplicados duas vezes por semana, a partir dos 20 dias após o início da irrigação, geralmente na irrigação do período da tarde, nos minutos finais da irrigação, para que as soluções permanecessem em contato com a tubulação por, no mínimo, 12 horas. Acredita-se que esse tempo foi suficiente para a ocorrência das reações, pois a maior parte dos vírus e bactérias é inativada de 10 a 30 minutos de contato (Lopez et al., 1997). Além disso, as conexões da tubulação e a turbulência da água auxiliam a mistura do hipoclorito de sódio à água e, conseqüentemente, auxiliam as reações com as substâncias presentes na água, permanecendo ao final o cloro residual livre na forma de OCl⁻ e/ou HOCl, de acordo com o pH. Uma vez por semana foi aplicada ao sistema, água na pressão mais elevada possível e os finais das linhas foram abertos para lavagem e expulsão dos sólidos presentes na tubulação.

A lâmina de água necessária foi estimada a partir da evapotranspiração de referência obtida com dados da Estação Meteorológica da UFERSA (Tabela 1), localizada a aproximadamente 700 m do local do experimento, e do coeficiente de cultura (Kc) recomendado pela FAO (Allen et al., 1996). Durante a realização do experimento foi utilizado, em todos os tratamentos, o mesmo tempo de irrigação

A colheita do milho verde foi realizada entre 68 e 78 dias após a semeadura, em 20 plantas. As espigas foram pesadas com e sem palha. Mediram-se também o comprimento e o diâmetro das espigas

empalhadas e despalhadas com um paquímetro. Espigas despalhadas com comprimento e diâmetro superiores a 15 cm e a 3 cm, respectivamente, foram consideradas como comercializáveis.

Os dados das características do milho foram analisados pelo método da análise de variância, utilizando-se o software SISVAR 4.3 (Ferreira, 2010). As médias foram comparadas pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

A irrigação com a aplicação da solução de ácido nítrico (AN) na água subterrânea (AS) propiciou maiores massas de espigas empalhadas e maiores massa, comprimento e diâmetro das espigas despalhadas do que a irrigação com AS (Tabela 2). Não houve vantagem da irrigação com efluente de aquicultura (EA) sobre a irrigação com AS nas características das espigas empalhadas, mas o EA propiciou espigas despalhadas maiores e com mais massa que as obtidas com AS (Tabela 2). Todavia, essa vantagem nas espigas despalhadas deixou de existir, com a adição de AN ao EA e à AS (Tabela 2). A adição de cloro (C), AN ou C + AN ao EA melhorou apenas a massa das espigas empalhadas, em relação ao uso de EA. A combinação EA + C + AN também foi benéfica, em relação ao EA, para aumento do diâmetro da espiga despalhada (Tabela 2). Não houve vantagem em se substituir o AN pelo C nas características das espigas empalhadas ou despalhadas. A adição de C à mistura EA + AN beneficiou apenas o diâmetro das espigas despalhadas. Mas a adição de AN à mistura EA + C não foi vantajosa nas características das espigas empalhadas ou despalhadas (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias do rendimento de espigas verdes da cultivar de milho AG 1051, irrigada com água subterrânea ou com efluente de aquicultura, tratadas com ácido ou cloro, para desobstrução dos emissores do sistema de irrigação. Mossoró-RN, UFERSA, 2009.

Tratamentos	Espigas empalhadas (kg ha ⁻¹)	Espigas despalhadas comercializáveis (kg ha ⁻¹)	Número de espigas despalhadas comercializáveis kg ⁻¹
Água subterrânea (AS)	11.915,1	5.461,1	6,3
AS+ácido nítrico (AN)	14.711,2 ^{ns}	8.717,4**	5,2 ^{ns}
Efluente de aquicultura (EA)	14.795,7 ^{ns}	8.891,0**	3,9**
EA+AN	18.757,8**	9.097,9**	4,7**
EA+cloro (C)	16.707,0**	10.411,7**	4,4**
EA+C+AN	22.234,1**	9.886,0**	3,3**
DMS	4.678,9	2.871,0	1,5
CV(%)	14,2	16,5	15,8

^{ns}, * Diferença da testemunha (água subterrânea) não-significativa ou significativa a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett, respectivamente.

Apenas o EA, tratado com AN, C, ou AN + C, propiciou rendimentos de espigas empalhadas superiores ao rendimento da testemunha (Tabela 2). No rendimento de espigas despalhadas comercializáveis, todos os tratamentos foram superiores à testemunha. No número de espigas despalhadas comercializáveis kg⁻¹, todos os tratamentos foram superiores à testemunha, exceto a AS + AN. O rendimento de espigas empalhadas foi maior quando o efluente foi tratado com cloro (EA + C) do que quando ele foi aplicado isoladamente. Além disso, esse tratamento (EA + C) propiciou menor rendimento do que quando o outro desobstrutor foi acrescentado (EA + C + ácido nítrico). No caso do rendimento de espigas despalhadas comercializáveis somente houve vantagem quando a água subterrânea foi substituída pelo efluente. A água subterrânea propiciou maior número de espigas kg⁻¹ que o efluente de aquicultura, isto é, a água subterrânea determinou espigas despalhadas comercializáveis com menos massa (Tabela 3).

O rendimento de espigas verdes empalhadas obtido com a irrigação com água subterrânea foi inferior apenas aos obtidos com a irrigação com efluente de aquicultura (EA), tratado com ácido nítrico (AN), cloro (C) ou com ambos os produtos (Tabela 2). Mas o rendimento de espigas despalhadas obtido com AS foi inferior a todos os demais tratamentos (Tabela 2). Portanto, na comercialização de espigas verdes despalhadas comercializáveis, apenas o tratamento da água subterrânea tratada com ácido nítrico ou o uso de efluente da aquicultura sem desobstrutores já seriam interessantes.

CONCLUSÕES

A irrigação com efluente de aquicultura elevou a produtividade da cultura do milho, quando se adotou algum tratamento para desobstrução;

O tratamento mais eficiente para utilização do efluente de aquicultura foi o realizado com solução de cloro;

REFERÊNCIAS

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998, 297p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56.
- Bnb. ETENE. Produção e venda de produtos da aquicultura no nordeste. Fortaleza, 2010. 8p. (Informe Rural ETENE, ano 4, n. 11).
- Carmo Filho, F.; Espínola Sobrinho, J.; Maia Neto, J. M. Dados meteorológicos de Mossoró (Jan. de 1988 à Dez. de 1990). Mossoró: ESAM/FGD, 1991. 121p. (Coleção Mossoroense).
- Castro, R. S. de; Azevedo, C. M. S. B.; Bezerra Neto, F. Increasing cherry tomato yield using fish effluent as irrigation water in Northeast Brazil. *Scientia Horticulturae*, v. 3, n. 110, p 44-50, 2006.
- Choi, C.Y.; McCloskey, W.B.; Kopec, D.M. Effects of chemicals on root intrusion into subsurface drip emitters. *Irrigation and Drainage*, v. 55, n. 5, p. 501-509, 2006.
- Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.
- Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 2006. 306p
- Eroglu, S.; Sahin, U.; Tunc, T.; Sahin, F. Bacterial application increased the flow rate of CaCO₃-clogged emitters of drip irrigation system. *Journal of Environmental Management*, v. 98, n. 1, p. 37-42, 2012.
- Ferreira, D. F. SISVAR – programa estatístico. Versão 5.3 (Build 75). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.
- Fontes, P. C. R. Diagnóstico do estado nutricional das plantas. Viçosa: Editora UFV, 2001. 122 p.
- Freitas, K. K. C. de; Negreiros, M. Z. de; Bezerra Neto, F.; Azevedo, C. M. S. B.; Oliveira, E. Q. de ; Barros Júnior, A. P. Uso de efluente e água de rio no desempenho agroeconômico de cenoura, alface e coentro em associação. *Caatinga*, v. 17, n. 2, p. 98-104, 2004.
- Laperuta Neto, J.; Cruz, R.L.; Laperuta Filho, J.; Pletsch, T.A. Perda de água em mangueiras gotejadoras novas e usadas. *Irriga*, v. 16, n. 3, p. 329-338, 2011.
- Li, J.; Li, Y.; Zhang, H. Tomato yield and quality and emitter clogging as affected by chlorination schemes of drip irrigation systems applying sewage effluent. *Journal of Integrative Agriculture*, v. 11, n. 10, p. 1744-1754, 2012
- Lima, C. B. Utilização de efluente de piscicultura na irrigação de pimentão cultivado com fosfato natural e esterco bovino. 2007. 55p. Dissertação de Mestrado (Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2007.
- Lopez, R. J.; Abreu, J. M. H.; Regalado, A. P.; Hernandez, J. F. G. Riego localizado. 2.ed. Madri: Mundi-Prensa, 1997. 405p.
- Mailapalli, D.R.; Marques, P.A.A.; Thomas, K.J. Performance evaluation of hydrocyclone filter for microirrigation. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n. 2, p. 373-382, 2007.
- Sahin, U.; Anapali, O.; Dönmez, M.F.; Sahin, F. Biological treatment of clogged emitters in a drip irrigation system. *Journal of Environmental Management*, v. 76, n. 4, p. 338-341, 2005.