

AVALIAÇÃO DO DIÂMETRO CAULINAR DAS PLANTAS DO MILHO SOB EFEITO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA RESIDUAL E IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA POR LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO¹

M. R. de Q. A. AZEVEDO², N. E. de M. BELTRÃO³, A. KÖNIG⁴, C. A. V. de AZEVEDO⁵,
T. de L. TAVARES⁶, J. DANTAS NETO⁵

RESUMO: A utilização de água residuária tratada na irrigação é uma prática antiga e vem sendo utilizada em vários países do mundo onde há problemas de escassez de água. Estudos realizados em várias partes do mundo evidenciam que quando se compara o desenvolvimento, produção e produtividade das culturas irrigadas com esse tipo de água tem se verificado um aumento, em relação às cultivadas sob mesmas condições, mas com água normalmente utilizada em irrigação. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o diâmetro caulinar das plantas do milho quando irrigado com esgoto tratado pela estação de tratamento de esgotos de Campina Grande, PB e verificar o poder fertilizante do esgoto e a resposta da cultura a esta fonte alternativa de água nesta localidade. Conclui-se que a irrigação com água residuária tratada contribuiu para os maiores diâmetros das plantas do milho do que quando as mesmas receberam irrigação com água de abastecimento. As doses residuais de nitrogênio exerceram influência sobre o diâmetro caulinar das plantas a partir dos 40 dias após a semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: reúso, esgoto, poder fertilizante.

EVALUATION OF THE CAULINAR DIAMETER OF CORN PLANTS UNDER EFFECT OF RESIDUAL NITROGEN MANURING AND IRRIGATION WITH WASTEWATER TREATED BY POND OF STABILIZATION

SUMMARY: the use of treated wastewater in irrigation is an old practice and it has been used in several countries of the world where there are water shortage problems. Studies accomplished in several parts of the world evidence that when comparing the development, production and productivity of the crops irrigated with that type of water an increase has been verified, in relation to ones cultivated under same conditions but with water usually used in irrigation. The objective of this research was to evaluate the caulinar diameter of the corn plants when irrigated with sewer treated by the sewers treatment station of Campina Grande, Paraíba state, and to verify the fertilizing power of the sewer and the response of the crop to this alternative water source in this locality. It is concluded that the irrigation with treated wastewater contributed for the largest diameters of the corn plants than when the ones received irrigation with provisioning water. The residual doses of nitrogen exercised influence on the caulinar diameter of the plants, starting from the 40 days after the sowing.

KEYWORDS: reuse, sewers, fertilizing power.

¹ Trabalho extraído da tese de doutorado do primeiro autor, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do CCT/UFCG. Pesquisa financiada pela FUNASA.

² Profa. Doutora, Depto. de História e Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, UEPB, CEP 58109-115, Campina Grande, PB. Fone (0xx83) 3333-3860. e-mail: marciarqaa@ibest.com.br.

³ Doutor, Embrapa Algodão, Campina Grande, PB.

⁴ Doutora, Depto. de Engenharia Civil, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Doutor, Depto. de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, UFCG, Campina Grande, PB.

INTRODUÇÃO: A prática do reúso de esgotos tratados, principalmente na agricultura, vem sendo realizada já há algum tempo. O esgoto tratado apresenta características agronomicamente desejáveis no que se referem ao seu potencial como fertilizante, pois é rico em nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio e, sobretudo, por apresentar potencialidade de uso como fonte de água para as plantas (HESPANHOL, 2003). No Brasil alguns trabalhos têm sido realizados utilizando-se água residuária para irrigação. SOUZA (1997), desenvolveu uma pesquisa no município de Botucatu, SP, utilizando águas do ribeirão Lavapés para irrigar alface (*Lactuca sativa* L.), sob quatro regimes de aplicação de águas. Concluiu que a possibilidade de aproveitamento de águas residuárias pode trazer ainda maiores benefícios aos usuários, como por exemplo, uma menor utilização de insumos, principalmente fertilizantes, sem prejuízo à produtividade e qualidade dos produtos obtidos. A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o crescimento das plantas do milho através da variável diâmetro caulinar, quando estas foram irrigadas com água residuária tratada.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi desenvolvida na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), em Campina Grande-PB, que é constituída de duas lagoas de estabilização. A área experimental foi de 1200 m² subdividida em quatro blocos de 240 m² (5 x 48), com espaçamento entre eles de 1,5 m. Cada bloco continha 12 parcelas de 20 m² (5 x 4), correspondendo aos 12 tratamentos, e estas continham quatro linhas de plantio com 5,0 m de comprimento e espaçamento de 1,0 m entre si. O método de irrigação utilizado foi por sulcos, cujo manejo se deu através do fluxo contínuo aplicado por tubos janelados de 75 mm de diâmetro, tendo os parâmetros operacionais (vazão e o tempo de aplicação d'água) sido determinados a partir de medições da fase de avanço da água ao longo do sulco e das características de infiltração d'água descritas pela equação de Kostiaikov-Lewis. A lâmina a ser aplicada, em cada evento de irrigação, foi estimada pelo método do tanque classe A. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial [(2 x 5) + 2], sendo os fatores: dois tipos de água, 5 doses de nitrogênio aplicadas no experimento anteriormente plantado na mesma área e duas testemunhas absolutas. Excetuando-se as testemunhas absolutas T1 (água de abastecimento) e T2 (água residuária tratada), os demais tratamentos receberam adubação de fundação com fósforo e potássio. Os demais tratamentos foram: T3 – Água de abastecimento e 0 kgN/ha; T4 – Água residuária e 0 kgN/ha; T5 – Água de abastecimento e 60 kgN/ha; T6 – Água residuária e 60 kgN/ha; T7 - Água de abastecimento e 90 kgN/ha; T8 - Água residuária e 90 kgN/ha; T9 - Água de abastecimento e 120 kgN/ha; T10- Água residuária e 120 kgN/ha; T11 - Água de abastecimento e 180 kgN/ha; T12 - Água residuária e 180 kgN/ha. A água de abastecimento era armazenada em quatro tanques de fibra de vidro e a água residuária captada na saída da segunda lagoa de estabilização. A cultura recebeu uma lâmina de água de 840 mm durante o tempo em que esteve em campo. Durante o ciclo da cultura, a cada 20 dias foram realizadas as medidas dos diâmetros caulinares das plantas utilizando-se paquímetro. Os resultados das medições foram submetidos à análise estatística utilizando-se os softwares ESTAT – Sistema de Análises Estatísticas – versão 2.0 – UNESP; e o SISVAR - versão 4.6 da Universidade Federal de Lavras - MG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Nas Tabelas 1, 2 e 3 encontram-se, respectivamente, os resumos da ANOVA, os valores médios dos fatores doses de nitrogênio (DN), tipos de água (TA) e o resumo das análises de regressão para o diâmetro caulinar das plantas do milho aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a semeadura.

Tabela 1. Resumo das análises de variância, para o diâmetro caulinar das plantas do milho aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após semeadura (DAS) sob efeito de adubação nitrogenada do cultivo anterior e irrigação com dois tipos de água. Campina Grande - PB, 2003.

Causa de variação	GL	Quadrado médio				
		Diâmetro 20 DAS	Diâmetro 40 DAS	Diâmetro 60 DAS	Diâmetro 80 DAS	Diâmetro 100 DAS
Dose (DN)	4	0,20 ^{ns}	10,98*	26,81**	19,61**	16,32**
Água (TA)	1	7,23*	146,69**	187,06**	118,34**	150,93**
DN x TA	4	0,50 ^{ns}	12,72*	8,13 ^{ns}	3,12 ^{ns}	2,31 ^{ns}
Test. x Fatorial	1	0,16 ^{ns}	10,17 ^{ns}	14,90 ^{ns}	24,58**	22,02*
Entre	1	5,78*	70,81**	43,71**	43,25**	24,50**
Testemunhas						
Tratamentos	11	1,45 ^{ns}	29,31**	35,04**	25,18**	24,72**
Blocos	3	5,38**	84,33**	2,91 ^{ns}	1,54 ^{ns}	2,66 ^{ns}
Resíduo	33	1,20	3,36	4,57	2,23	3,19
CV(%)		14,29	9,75	10,40	7,01	8,40

(*) significativo em nível de 5% de probabilidade, (**) significativo em nível de 1% de probabilidade; (^{ns}) não significativo pelo teste F.

De acordo com os resultados da Tabela 1 verificou-se efeito significativo dos fatores: tipo de água, e entre testemunhas para todos os períodos estudados e efeito das doses de nitrogênio residuais e dos tratamentos a partir dos 40 dias após a semeadura do milho. Aos 40 DAS houve efeito do contraste DN x TA. Pelos resultados da Tabela 2 e analisando os fatores tipo de água e testemunhas, observou-se que a água residuária tratada contribuiu para obtenção dos maiores diâmetros caulinares das plantas, o que também foi observado por Augusto et al. (2003), quando utilizou esgotos domésticos tratados para irrigar mudas de copaíba. Verificou-se pela Tabela 3 que os modelos que melhor representaram o comportamento das doses de nitrogênio sobre o diâmetro caulinar das plantas aos 60 e 80 dias foi o cúbico e aos 100 dias foi o modelo linear, conforme a Figura 1A, 1B e 1C, respectivamente. Aos 40 DAS o modelo que melhor representou esse efeito foi o cúbico como pode ser observado na Figura 2.

Tabela 2. Valores médios dos fatores doses de nitrogênio (DN), tipo de água (TA) e testemunhas (T) para o diâmetro do caule das plantas de milho aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a semeadura, sob efeito de adubação nitrogenada do cultivo anterior e irrigação com dois tipos de água. Campina Grande - PB, 2003.

Causa de variação	Diâmetro 20 DAS (mm)	Diâmetro 40 DAS (mm)	Diâmetro 60 DAS (mm)	Diâmetro 80 DAS (mm)	Diâmetro 100 DAS (mm)
Dose de Nitrogênio (DN)					
DN ₁ (0 kg ha ⁻¹)	7,70a	17,65b	20,48b	21,23b	19,85b
DN ₂ (60 kg ha ⁻¹)	7,70a	15,53b	20,98ab	21,88ab	21,20ab
DN ₃ (90 kg ha ⁻¹)	7,55a	16,85b	20,21b	21,39b	21,95ab
DN ₄ (120 kg ha ⁻¹)	7,96a	20,83a	23,70a	24,04a	21,1b
DN ₅ (180 kg ha ⁻¹)	7,61a	14,63b	18,68b	19,70b	23,74a
Dms	1,58	3,18	3,08	2,16	2,57
Tipo de água (TA)					
TA ₁ (água de abastecimento)	7,28b	17,65b	18,65b	19,93b	19,63b
TA ₂ (água residuária)	8,13a	21,00a	22,97a	23,37a	23,51a

Dms	0,71	0,93	1,38	0,96	1,15
Testemunhas (T)					
T ₁ (água de abastecimento)	6,70b	14,63b	16,98b	17,40b	18,00b
T ₂ (água residuária)	8,40a	20,93a	21,65a	22,05a	21,50a
Dms	1,58	3,18	3,08	2,16	2,57

As médias seguidas de mesma letra para cada coluna e fator não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Resumo das análises de regressão referente ao diâmetro caulinar das plantas aos 60, 80 e 100 dias após semeadura do milho sob efeito das doses de nitrogênio residual e irrigação com dois tipos de água. Campina Grande - PB, 2003.

Causa de variância	GL	Quadrado médio		
		60 DAS	80 DAS	100 DAS
Dose de Nitrogênio (DN)	4	13,41*	9,81**	8,16 ^{ns}
Regressão Linear	1	0,31 ^{ns}	0,31 ^{ns}	23,56**
Regressão Quadrática	1	13,21 ^{ns}	13,32*	0,28 ^{ns}
Regressão Cúbica	1	21,03*	13,69*	6,68 ^{ns}
Desvio da Regressão	1	19,08*	11,90*	2,12 ^{ns}
Resíduo	12	3,67	1,69	2,54

(*) significativo em nível de 5% de probabilidade, (**) significativo em nível de 1% de probabilidade; (^{ns}) não significativo pelo teste F.

Pelos resultados da Tabela 4, verificou-se que houve efeito significativo das doses de nitrogênio residuais apenas dentro da água de abastecimento e que o modelo que representou a influência das doses dentro desse tipo de água sobre o diâmetro caulinar das plantas aos 40 DAS foi o cúbico.

Tabela 4. Desdobramento do contraste (DN x TA) para o diâmetro do caule das plantas do milho aos 40 dias após semeadura (DAS) sob efeito de adubação de experimento anterior e irrigação com dois tipos de água. Campina Grande - PB, 2003.

Causa de variação	Quadrado médio
	40 DAS
DN em água de abastecimento (TA₁)	
Dose de Nitrogênio (DN)	22,85*
Regressão Linear	0,23 ^{ns}
Regressão Quadrática	8,64 ^{ns}
Regressão Cúbica	74,26**
Desvio da Regressão	8,26 ^{ns}
Resíduo	4,87

(*) significativo em nível de 5% de probabilidade, (**) significativo em nível de 1% de probabilidade; (^{ns}) não significativo pelo teste F.

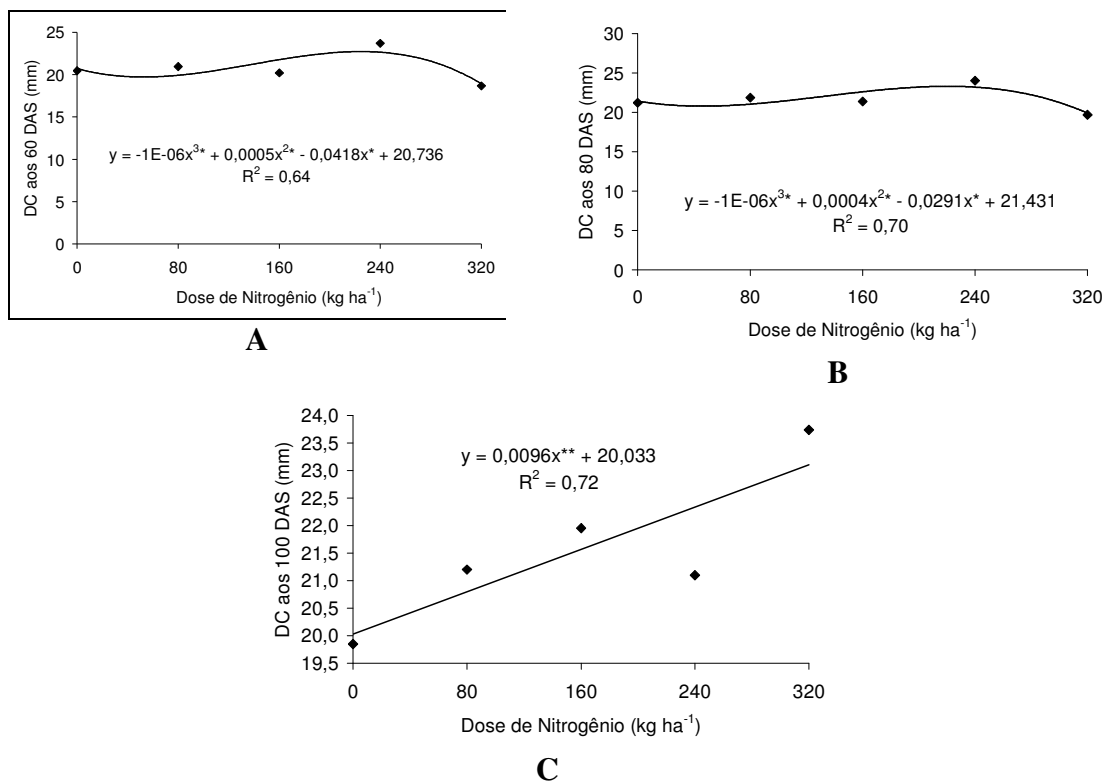
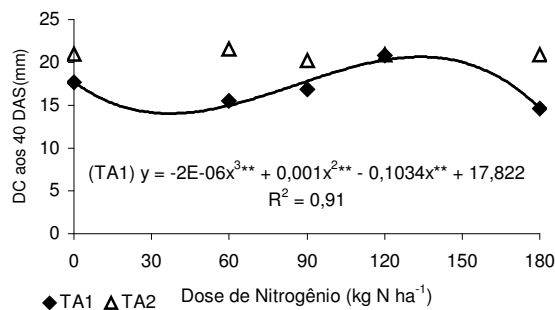


FIGURA 1. Efeito das doses de nitrogênio residuais sobre o diâmetro caulinar das plantas de milho aos 60, 80 e 100 DAS.



TA1: Água de abastecimento; TA2: Água residuária tratada.

Figura 2. Influência do contraste DN x TA sobre o diâmetro caulinar das plantas aos 40 DAS.

CONCLUSÕES: A irrigação com água residuária tratada contribuiu para os maiores diâmetros das plantas do milho do que quando as mesmas receberam irrigação com água de abastecimento. As doses residuais de nitrogênio exerceram influência sobre o diâmetro caulinar das plantas a partir dos 40 dias após a semeadura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AUGUSTO, D. C. C.; GUEIRINI, I. A.; ENGEL, V. L.; ROUSSEAU, G. X. Utilização de esgotos domésticos tratados através de um sistema biológico na produção de mudas de copaíba e capixingui. Revista Árvore, Viçosa – MG. V.27, n.23, p. 335 - 342, 2003.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. In MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. dos (ed.) **Reúso de Água**. Barueri, Sp. Manole. P. 37-96. 2003.

SOUZA, C. F. Desempenho do regime de vazão continuamente reduzida em irrigação por sulcos. 1997. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências agrônômicas - Universidade Estadual Paulista - Botucatu – SP. 50p.