

ÁGUAS RESIDUÁRIAS E NITROGÊNIO: EFEITO NA CULTURA DO ALGODÃO MARROM

Wagner Walker Albuquerque Alves

Prof. S. Sc UEPB/CCT, Departamento de Química. Av. das Baraúnas, 351, Bodocongó, CEP 58109-753, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3337 7847. Email: wagnerwaa@gmail.com; jtides@uol.com.br

Carlos Alberto Vieira de Azevedo

Prof. S. Sc. UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola. Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310 1056. Email: cazevedo@deag.ufcg.edu.br

José Dantas Neto

Prof. S. Sc UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola. Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310 1056. Email: zedantas@deag.ufcg.edu.br

José Tavares de Sousa

Prof. S. Sc UEPB/CCT, Departamento de Química. Av. das Baraúnas, 351, Bodocongó, CEP 58109-753, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3337 7847. Email: wagnerwaa@gmail.com; jtides@uol.com.br

Vera Lúcia Antunes de Lima

Prof. S. Sc UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola. Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310 1056. Email: antunes@deag.ufcg.edu.br

Resumo: Com este trabalho, objetivou-se verificar os efeitos da irrigação com água residuária urbana tratada, água de abastecimento e de doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180, 240 e 300 kg ha⁻¹), sobre a área foliar, produção de biomassa, algodão em caroço e ETc da planta do algodão colorido, cultivar BRS 200 (*Gossypium hirsutum* L.). O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN da UFCG. Usou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, com três repetições. A unidade experimental foi representada por um vaso plástico com 9 kg de solo. Notou-se efeito significativo para os tratamentos de nitrogênio no solo, afetando os resultados da evapotranspiração e do rendimento de algodão em caroço. Para os tratamentos de tipos de água, o efeito foi significativo apenas para o rendimento do algodão em caroço, ocorrendo efeito significativo da interação entre o nitrogênio versus tipos de água.

Palavras-chave: reúso, irrigação, adubação

AGUAS RESIDUALES Y NITRÓGENO: EFECTO DE LA CULTURA DE ALGODÓN EN MARON

Resumen: El objetivo del estudio fue determinar los efectos del riego con aguas residuales urbanas tratadas, el abastecimiento de agua y las tasas de nitrógeno (0, 60, 120, 180, 240 y 300 kg ha⁻¹), el área foliar, la producción de biomasa, semilla de algodón en la planta de algodón de colores y así, cultivar BRS 200 (*Gossypium hirsutum* L.). El experimento se llevó a cabo en un invernadero del Departamento de Ingeniería Agrícola de la CTRN UFCG. Se utiliza para un diseño completamente al azar en factorial 2 x 6, con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo representada por un bote de plástico con 9 kg de suelo. Hubo un efecto significativo para los tratamientos de nitrógeno en el suelo, que afectan a los resultados de la evapotranspiración y el rendimiento de algodón en piedra. Para el tratamiento de los tipos de agua, el efecto fue significativo sólo para el rendimiento de algodón en la piedra, con un efecto significativo de la interacción entre los tipos de nitrógeno y agua.

Palabras clave: reutilización, riego, fertilización

WASTEWATERS AND NITROGEN: EFFECT ON BROWN COTTON CROP

Abstract: The objective of this work was to verify the effect of irrigation with treated urban wastewater, water of human provisioning and of doses of nitrogen (0, 60, 120, 180, 240 and 300 kg ha⁻¹ of nitrogen), on foliar area, biomass production and cotton in pit and ETc of the colored cotton plant, cultivate BRS 200 (*Gossypium hirsutum* L.). The experiment was conducted in greenhouse of the Agricultural Engineering Department of CTRN of UFCG. The entirely randomized blocks design was used in factorial scheme 2 x 6, with three replications. The experimental unit was represented by a plastic vase with 9 kg of soil. There was significant effect for the nitrogen treatments in the soil, affecting the results of the evapotranspiration and of the cotton yield in pit. For the treatments of types of water there was significant effect only for the yield of cotton in pit, but there was significant effect of the interaction among the nitrogen versus types of water.

Key words: reuse, irrigation, manuring

INTRODUÇÃO

O algodão colorido BRS 200 de fibra marrom tem apresentado excelente potencial de cultivo no semi-árido nordestino, em que as condições edafoclimáticas possibilitam a sua exploração sem os usos de defensivos agrícolas (Santana et al., 1999). O crescimento e o desenvolvimento do algodoeiro são antagonísticos, ou seja, fatores do meio que promovem maior crescimento vegetativo, como excessos de fertilizante nitrogenado ou de água, reduzem o desenvolvimento (Beltrão et al., 1997).

A reutilização de esgotos tratados na irrigação de culturas agrícolas tem conhecido uma rápida expansão nos anos recentes (Balks et al., 1998). Em regiões onde os recursos hídricos são escassos, os efluentes constituem fonte suplementar d'água e de nutrientes, para sustentabilidade da agricultura irrigada (Al-Jaloud et al., 1995).

Na atualidade, uma das grandes preocupações da humanidade se refere ao uso racional dos resíduos de esgotos domésticos; a água residuária, que é rica em vários nutrientes e pode ser, com alguns cuidados, como o monitoramento do solo, utilizada como fonte de água para irrigação. Desta forma o uso de águas residuárias domésticas tratadas em irrigação é uma fonte alternativa de água para as culturas irrigadas no Nordeste, como ressaltam Sousa & Leite (2002).

Para evitar problemas de contaminação por microorganismos de águas de esgoto tratado, o uso de culturas que não sejam diretamente comestíveis pode ser uma saída, como é o caso do algodão. Segundo Feigin et al. (1984), a irrigação por gotejamento, com efluente de esgoto, pode ser utilizada com sucesso no algodão, mas se deve ter cuidado de adequar o período de irrigação, para evitar o excesso de crescimento das plantas.

O nitrogênio tem sido o elemento mais importante para a produção do algodão. Seja em quantidades altas ou baixas, a maioria dos solos necessitam da adição de nitrogênio, para a obtenção de rendimentos satisfatórios. O nitrogênio influencia tanto a taxa de expansão quanto a divisão celular determinando, desta forma, o tamanho

final das folhas, o que faz com que o nitrogênio seja um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa. Uma quantidade excessiva no suprimento de nitrogênio estimula o crescimento, atrasa a senescência e muda a morfologia das plantas e, além disso, o aumento nos níveis de adubação nitrogenada causa um acréscimo significativo no conteúdo de clorofila das folhas (Fernández et al., 1994).

O nitrogênio está relacionado ao crescimento e ao desenvolvimento reprodutivo da planta e, quando em excesso, pode estimular um crescimento exagerado, alongando o ciclo, diminuindo a eficácia dos tratamentos fitossanitários e dificultando a colheita mecânica. De acordo com Bielora et al. (1984), nas maiores taxas de aplicação de efluente pode haver maior período vegetativo, excesso de crescimento e diminuição na produção de línter, devido ao excesso de nitrogênio e de água.

Considerando esses aspectos, objetiva-se, com o presente trabalho, estudar o crescimento e desenvolvimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L), cultivar BRS 200 marrom, irrigado com águas residuárias urbanas e água de abastecimento com doses crescentes de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola, PB, localizada pelas coordenadas geográficas 7°13' 11" de latitude sul 35°53'31" de longitude oeste e altitude 548 m. Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta precipitação total anual de 802,7 mm, temperatura máxima de 27,5°C, mínima de 19,2°C e umidade relativa do ar de 83%. O material de solo utilizado no experimento foi coletado nos 20 cm superficiais do perfil de um Neossolo conforme (EMBRAPA, 1999), de textura média, destorroado, seco, peneirado, homogeneizado e submetido a análises físicas, químicas e de fertilidade de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises física, química e de fertilidade do solo antes do cultivo
Table 1. Results of the physical, chemical and of fertility of the soil before the cultivation

Atributos Físicos e Químicos			
Areia (g kg ⁻¹)	679,4	pH (H ₂ O - 1:2,5)	5,38
Silte (g kg ⁻¹)	89,0	P ₂ O ₅ (mg dm ⁻³)	2,0
Argila (g kg ⁻¹)	233,6	K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	0,19
Densidade (g cm ⁻³)	1,6	Ca ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	1,06
CC - 0,033 MPa (kg kg ⁻¹)	0,198	Mg ⁺² (mmol _c dm ⁻³)	1,65
PMP - 1,5 MPa (kg kg ⁻¹)	0,045	Na ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	2,86
ÁD (kg kg ⁻¹)	0,153	Cl ⁻ (mmol _c dm ⁻³)	3,5
PST (%)	5,38	HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	1,8
RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{0,5}	2,70	Al ⁺³ (mmol _c dm ⁻³)	0,40
CEes (dS m ⁻¹)	0,52	M.O. (g kg ⁻¹)	7,1
Textura: Franco-argilo-arenosa		Nitrogênio (%)	0,04

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade, Departamento de Engenharia Agrícola, UFCG. AD – água disponível

Usou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, com três repetições. Os tratamentos foram definidos por dois tipos de água para irrigação (água de abastecimento público e água residuária urbana tratada proveniente de um reator anaeróbio de manta de lodo e de uma lagoa de polimento) e seis doses de nitrogênio (0, 60, 120, 180, 240 e 300 kg ha⁻¹). A água

residuária foi proveniente do efluente decantado de um reator anaeróbico de fluxo ascendente (UASB), com tempo de detenção hidráulica de 6 horas, passando por uma lagoa de polimento com 90 L hora⁻¹, com tempo de detenção de 15 dias. Estando a estrutura localizada no PROSAB, Campina Grande, PB, cuja análise encontra-se na Tabela 2

Tabela 2. Resultados da qualidade das águas usadas no experimento
Table 2. Results of the quality of the waters used in the experiment

Parâmetros	Unidade	Água de Abastecimento	Água Residuária
pH		7,73	7,99
Condutividade elétrica	dS m ⁻¹	0,66	1,4
Fósforo Total	mg L ⁻¹	0,08	5,2
Ortofosfato solúvel	mg L ⁻¹	0,06	4,5
Amônia	mg de NO ⁴ L ⁻¹	0,5	38,7
Nitrato	mg de NO ³⁻ L ⁻¹	0,87	1,14
Cálcio	mg Ca ⁺² L ⁻¹	95,7	158,7
Magnésio	mg Mg ⁺² L ⁻¹	124,9	151,5
Sódio	mg L ⁻¹	5,27	113,62
Potássio	mg de K ⁺ L ⁻¹	6,8	20,2
Cloretos	mg L ⁻¹	340,5	226
Sólidos Totais	mg L ⁻¹	430,0	797,0
Sólidos fixos	mg L ⁻¹	330,0	671,0
Sólidos Voláteis	mg L ⁻¹	100,0	127,0
D.Q.O.	mg L ⁻¹	90,0	30,0
Ovos de Helminthos	de ovo L ⁻¹	0,0	0,0
Coliformes Fecais	UFC (100 ml) ⁻¹	0,0	5,8E2

Análises realizadas pelo Laboratório de Análises químicas, físicas e microbiológicas do PROSAB, Campina Grande, PB, 2003.

A unidade experimental foi representada por um vaso plástico contendo 9 kg de solo. Foi utilizada, como fonte de nitrogênio, a uréia, parcelada em três ocasiões: plantio, quinze e trinta dias após a emergência (DAE) e, com base no teor de alumínio trocável, cerca de trinta dias antes do plantio, aplicou-se 12 g de carbonato de cálcio para correção da acidez do solo.

A área foliar foi medida aos 20 dias a contar da emergência das plântulas, sendo determinada multiplicando-se os valores médios de área foliar por folha pelo número de folhas, a partir da equação proposta por Grimes & Carter (1969), $y = 0,4322 x^{2,3002}$, em que y é a área foliar por folha e x o comprimento da nervura principal da folha do algodoeiro. Aos 15 dias após a emergência, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas duas plântulas por vaso e, aos 50 dias após a emergência, coletou-se uma planta para determinação do peso da biomassa da parte aérea e outra planta foi mantida para o acompanhamento e avaliação dos dados referentes à produção de biomassa e ao consumo de água pela cultura.

O consumo de água pelas plantas foi determinado pela diferença de peso diário dos vasos. Diariamente, com base na massa do conjunto (solo + vaso + tutor + planta), todas as parcelas eram pesadas e, à medida que a água perdida

do solo e da planta por evapotranspiração da cultura ETc atingisse peso equivalente a 80% da água disponível do solo, essas parcelas eram irrigadas com quantidade de água suficiente para que o teor de água no solo atingisse a condição de Capacidade de Campo (CC).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, com desdobramento dos efeitos quantitativos em polinômios ortogonais, segundo sua significância. A escolha da equação de regressão foi feita com base no modelo de maior grau significativo pelo teste F, cujo desvio da regressão tenha sido não-significativo, a significância dos termos da equação foi verificada na análise de regressão pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 3) revelou efeito significativo ($p \leq 0,01$) das doses de nitrogênio no solo sobre as variáveis estudadas, área foliar, biomassa, consumo de água e rendimento de algodão em caroço. Para os tratamentos entre os tipos de água, só se notou efeito significativo para rendimento de algodão em caroço

($p \leq 0,01$). Para a interação de nitrogênio versus tipos de água, houve efeito significativo apenas para biomassa aos 50 DAE ($p \leq 0,01$), ETc e rendimento de algodão em caroço.

Tabela 3. Análise de variância da área foliar, biomassa aos 50 e 120 dias após emergência (DAE), consumo de água e rendimento em caroço do algodão, sob doses crescentes de nitrogênio e tipos de água

Table 3. Variance analysis of foliar area, biomass to 50 and 120 days after emergency (DAE), water consumption and yield in pit of cotton, under increasing doses of nitrogen and types of water

FV	GL	Quadrado Médio				
		Área Foliar (cm ²)	Biomassa (g)		ETc (mm)	Algodão Caroço (g)
			50 DAE	120 DAE		
Água	1	83976,0 ^{ns}	0,055 ^{ns}	24,17 ^{ns}	536,88 ^{ns}	308432,87**
N	5	2968095,5**	53,97**	1691,50**	67503,20**	158598,53**
Á x N	5	156220,3 ^{ns}	13,38**	134,89 ^{ns}	17687,02 *	113716,35*
Resíduo	24	210121,8	2,32	53,24	5840,54	34081,33
CV(%)		27,01	15,09	20,89	13,51	39,30

*, **, ns: Significativo para 5%, 1%, e não significativo, respectivamente.

De acordo com a análise de regressão polinomial (Figura 1A), observa-se o efeito quadrático das doses de N, tanto para água de abastecimento quanto para água residuária. O modelo obtido para água de abastecimento indica que a máxima expansão de área foliar por planta aos 120 DAE de 2376,8 cm² seria atingida com uma dose de 243,2 kg ha⁻¹ de nitrogênio para, em seguida, decrescer. Para os níveis de nitrogênio, usando-se água residuária, e

de acordo com o modelo quadrático, a máxima área foliar de 2248,4 cm² seria atingida usando-se 189,8 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Os resultados indicam que a expansão de área foliar seria de 9,77 e 11,8 cm² kg⁻¹ de nitrogênio para a água de abastecimento e água residuária respectivamente. Estatisticamente, para uma mesma área foliar de 2376,8 estima-se que a economia do adubo nitrogenado seria de 41,8 kg ao se fazer uso de água residuária tratada.

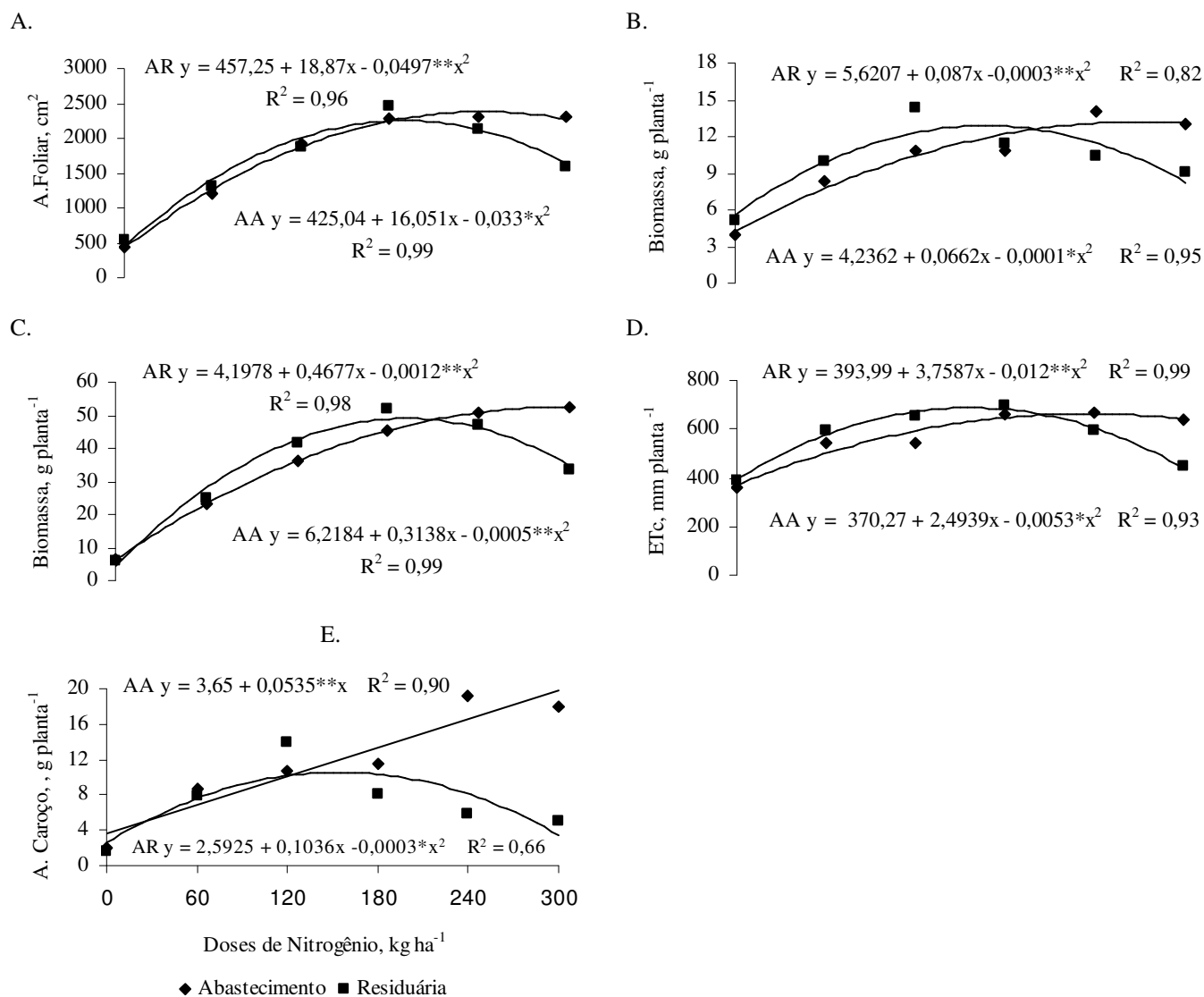


Figura 1. Área foliar aos 120 dias após emergência (DAE) (A), biomassa aos 50 DAE (B) e aos 120 DAE (C), ETc (D) e produção de algodão em caroço (E), para a cultivar BRS 200, em função de doses de nitrogênio e do tipo de água: (AA) – água de abastecimento; (AR) – água residuária

Figure 1. Foliar area to 120 days after emergency (DAE) (A), biomass to 50 DAE (B) and to 120 DAE (C), ETc (D) and cotton production in pit (E), for cultivate BRS 200, in function of doses of nitrogen and of type of water: (AA) - water of provisioning; (AR) -wastewater

Na Figura 1B, observa-se o efeito quadrático tanto para água de abastecimento quanto para a água residuária. De acordo com o modelo obtido para água de abastecimento, estima-se que a máxima produção de biomassa da parte aérea aos 50 DAE de 15,1 g seria atingida com uma dose 331 kg ha⁻¹ esta por sua vez maior que a dose máxima estudada de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Para os níveis de nitrogênio, usando-se água residuária, a máxima produção de biomassa de 11,9 g seria atingida com 145 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

De acordo com o modelo obtido para água de abastecimento (Figura 1C), a máxima produção de biomassa da parte aérea estimada aos 120 DAE de 55,4 g seria atingida com uma dose de 314,0 kg ha⁻¹, mais uma vez superando a dose de 330 kg ha⁻¹ de nitrogênio, estudada na pesquisa. Para os níveis de nitrogênio, usando-se água residuária, e de acordo com o modelo quadrático, a máxima produção de biomassa de 49,8 g seria atingida usando-se 194,9 kg ha⁻¹ de nitrogênio. De acordo com os resultados foi possível estimar quanto de biomassa seria produzida com a adição do adubo. Constatou-se que para a água de abastecimento e água residuária a biomassa produzida foi de 0,17 e 0,25 g kg⁻¹ de nitrogênio aplicado. ou seria necessário 5,67 e 3,91 kg de nitrogênio para cada unidade de biomassa produzida aos 120 DAE respectivamente. Verifica-se, portanto que se economizou com o uso do efluente 1,46 kg de adubo em cada grama de biomassa produzida.

Estes resultados estão, de certa forma, compatíveis com os obtidos por Ferreira (2003) que estudando, em campo, níveis crescentes de nitrogênio e águas residuárias e de abastecimento na irrigação do algodão, cultivar BRS 187-8H, encontrou biomassa da parte aérea aos 120 DAE de 49,95 e 46,25 g, respectivamente, para água residuária e de abastecimento, que não diferiram estatisticamente.

De acordo com os desdobramentos dos efeitos quantitativos dos tratamentos de nitrogênio dentro dos tipos de água, através da análise de regressão polinomial (Figura 1D), observa-se o efeito quadrático tanto para água de abastecimento quanto para a água residuária. De acordo com o modelo obtido para água de abastecimento, o máximo consumo de água aos 120 DAE de 663,6 mm seria atingido com uma dose de 235,3 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Para os níveis de nitrogênio, usando-se água residuária, a máxima ETc de 688,3 mm seria atingida, usando-se 156,6 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Ao comparar o consumo de água em relação ao fertilizante usado entre as duas águas testadas, verifica-se que a ETc seria de 2,82 e 4,39 mm kg⁻¹ de nitrogênio aplicado para a água de abastecimento e água residuária respectivamente. Verifica-se, portanto que para uma mesma evapotranspiração de 663,6 mm a economia no adubo seria de 84,4 kg de nitrogênio ao se fazer uso do efluente tratado.

Na Figura 1E, verifica-se o efeito linear para água de abastecimento e quadrático para a água residuária; a máxima produção de algodão em caroço de 11,5 g planta⁻¹ seria atingida com 172,7 kg ha⁻¹ de nitrogênio, usando-se

água residuária. O modelo linear obtido para água de abastecimento sinaliza que pode haver uma dose de nitrogênio maior que 300 kg ha⁻¹, que aumente o rendimento de algodão em caroço. Os tipos de água para os rendimentos de algodão em caroço foram significativos, apresentando médias de 11,6 e 7,0 g planta⁻¹, respectivamente, para água de abastecimento e residuária; verifica-se que a produção de algodão em caroço com água de abastecimento foi maior, contudo foram requeridas grandes quantidades do adubo nitrogenado.

Verifica-se, portanto, na Figura 1, que os pontos de máximos dos modelos quadráticos para área foliar, biomassa e ETc, com o uso de água residuária, sempre ocorreram com doses menores de nitrogênio em relação a água de abastecimento, sinalizando que houve um grande aporte de nitrogênio via água residuária tratada, contribuindo, de certa forma, para um maior crescimento da planta. Com o aumento das doses de nitrogênio no solo e o aporte via água residuária a partir de certa dose houve efeito prejudicial para o crescimento e desenvolvimento da planta em todas as variáveis talvez pelo excesso do adubo nitrogenado.

CONCLUSÕES

1. A utilização de água residuária tratada em irrigação promoveu adequado crescimento e desenvolvimento do algodoeiro de fibras marrons.
2. Houve uma economia do fertilizante nitrogenado de 41,8 kg ha⁻¹ com o uso de água residuária em comparação com água de abastecimento público, para uma mesma área foliar.
3. Para um mesmo consumo de água pela planta, o uso de água residuária proporcionou uma economia de 84,4 kg ha⁻¹ de nitrogênio em relação à água de abastecimento público.
4. O rendimento de algodão em caroço com água de abastecimento foi maior, contudo foram requeridas grandes quantidades do adubo nitrogenado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro ao desenvolvimento desta pesquisa.

LITERATURA CITADA

AL-JALOUH, A. A.; HUSSAIN, G.; AL-SAATI, J.; KARIMULLA, S. Effect of wastewater irrigation on mineral composition of corn and sorghum plants a pot experiment. *Journal of Plant Nutrition*, Athens, v.18, p.1677-1692, 1995.

BALKS, M.R.; BOND, W.J.; SMITH, C.J. Effects of sodium accumulation on soil physical properties under an

- effluent-irrigated plantation. Australian Journal of Soil Research, Collingwood, v.36, p.821-830, 1998.
- BELTRÃO, N.E. DE M.; AZEVEDO, D.M.P. DE; VIEIRA, D.J.; NÓBREGA, L.B. DA. Recomendações técnicas e considerações gerais sobre o uso de herbicidas, desfolhantes e reguladores de crescimento na cultura do algodão. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 32p. Documento 48
- BIELORAI, H.; VAISMAN, I.; FEIGIN, A. Drip irrigation of cotton with treated municipal effluents: I. Yield response. Journal of Environmental Quality, Stanford, v.13, p.231-234, 1984.
- EMBRAPA - Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979.
- FEIGIN, A.; VAISMAN, I.; BIOLORAI, H. Drip irrigation of cotton with treated municipal effluents: II. Nutrient availability in soil. Journal of Environmental Quality, Stanford, v.13, p.234-238, 1984.
- FERREIRA, O. E. Efeito da aplicação de água residuária doméstica tratada e adubação nitrogenada na cultura do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch.) e no meio edáfico. Campina Grande: UFCG, 2003. 78p. Dissertação de Mestrado
- FERNÁNDEZ, S.; VIDAL, D.; SIMÓN, E.; SUGRAÑES, L. Radiometric characteristics of *Triticum aestivum* cv. Astral under water and nitrogen stress. International Journal of Remote Sensing, London, v.15, n.9, p.1867-1884, 1994.
- GRIMES, D.W.; CARTER, L.M. A linear rule for direct nondestructive leaf area measurements. Agronomy Journal, Madison, v.3, n.61, p.477-479, 1969.
- SANTANA, J. C. F. DE; VANDERLEY, M.J.R.; BELTRÃO, N.E.M.; VIEIRA, D.J. Qualidade e tecnologia da fibra e do fio de linhagens de algodão de fibra colorida. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, v.3, n.3, p.195-200, 1999.
- SOUSA, J. T.; LEITE, V.D. Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura. 1.ed. Campina Grande: EDUEP, 2002. 103p.