

# Análise de crescimento da cultura do algodoeiro irrigada com águas residuárias<sup>1</sup>

## Growth analysis of a cotton crop irrigated with wastewater

Bergson Guedes Bezerra<sup>2\*</sup> e José Fideles Filho<sup>3</sup>

**Resumo** - O uso racional das águas residuárias é uma preocupação relevante, sobretudo ambiental, face aos impactos causados pelo seu lançamento em rios, córregos e fontes de água doce, prática comum, em países subdesenvolvidos. Uma das formas de utilização das águas residuárias é na fertirrigação, onde vários estudos têm comprovado o seu efeito fertilizante. Assim, o presente estudo objetivou analisar o crescimento da cultura do algodão irrigado com águas residuárias proveniente de esgotos domésticos da cidade de Campina Grande e com águas de abastecimento, através da evolução temporal da fitomassa, área foliar e índices de vegetação. Ao final do ciclo vegetativo a cultura submetida ao tratamento T1 (águas residuárias) apresentou fitomassa de aproximadamente 131 g planta<sup>-1</sup>, enquanto que o T2 (água de abastecimento) apresentou resultados em torno de 34,9 g planta<sup>-1</sup>. Já a Área Foliar do T1, também ao final do ciclo vegetativo, foi 5097,9 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, enquanto que o T2, por sua vez, apresentou apenas 1922,6 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>. Os índices de vegetação NDVI e SAVI representaram de forma eficiente o crescimento da cultura evidenciando a eficiência da utilização da radiação fotossinteticamente ativa da cultura do T1. Assim, foi comprovado o efeito fertilizante das águas residuárias sobre a cultura do algodão.

**Palavras-chave** - Águas Residuárias. Fitomassa. Área Foliar. Algodoeiro. Fertirrigação.

**Abstract** - The rational use of wastewater is an important concern, especially environmental, in the face of the impacts caused by its release in rivers, streams and sources of fresh water, a common practice in underdeveloped countries. One way for the use of wastewater is in fertirrigation, where several studies have proven its fertilizer effect. Therefore, this study aimed to analyze the growth of a cotton crop irrigated with wastewater from domestic sewage from Campina Grande city as compared to fresh water irrigation through the temporal evolution of the biomass, leaf area and vegetation index. At the end of the vegetative cycle the crop subjected to treatment T1 (wastewater) presented fitomass of approximately 131 g plant<sup>-1</sup>, while T2 (fresh water supply) presented results around 34.9 g plant<sup>-1</sup>. The leaf area of T1, also at the end of the vegetative cycle was 5097.9 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>, while T2, in turn, presented only 1922.6 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup>. The NDVI and SAVI vegetation index represented efficiently the growth of culture showing the efficiency of the use of photosynthetic ally active radiation by cotton crop of T1. Thus, the positive fertilizer effect of wastewater on the cotton crop was proved.

**Key words** - Wastewater. Fitomass. Leaf Area. Cotton. Fertirrigation.

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 29/02/2008; aprovado em 02/06/2009

Pesquisa financiada pela FAPESQ - Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Meteorologia (Doutorado), Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Av. Aprígio Veloso, 882, Bairro Universitário, Caixa Postal 10041, 58429-140, Campina Grande-PB, Brasil, bergson.bezerra@gmail.com

<sup>3</sup>EMEP/UEPB, Lagoa Seca, Campina Grande, PB, Brasil, fidelesfilho@uol.com.br

## Introdução

Diariamente grandes volumes de esgotos domésticos urbanos sem nenhum tratamento e/ou controle são lançados no meio ambiente, sobretudo em países subdesenvolvidos. Essa prática predatória é imensamente agressiva, causando incontáveis impactos negativos, sobretudo ambientais e de saúde pública. Dessa forma, a busca por alternativas racionais que viabilizem o reuso de águas residuárias se faz a cada dia mais necessária, tanto do ponto de vista ambiental como do ponto de vista econômico, sobretudo em regiões áridas e semi-áridas onde os recursos hídricos são bastante escassos, a exemplo do Nordeste brasileiro, comumente assolado por longos períodos de estiagens e secas quase periódicas.

Uma alternativa racional de utilização das águas residuárias é na prática da fertirrigação, principalmente de culturas cujo produto não se destina para fins comestíveis, como cultivos de oleaginosas para a produção de biodiesel, a exemplo do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), mamona (*Ricinus communis* L.) e o pinhão manso (*Jatropha curcas*). Segundo Van der Hoeck et al. (2002), uma das vantagens da utilização das águas residuárias na irrigação é a possibilidade do aporte e a reciclagem de nutrientes, reduzindo consideravelmente a aplicação de fertilizantes, além da enorme colaboração com o meio ambiente. Em contrapartida, devem ser tomadas algumas precauções quanto ao manejo, a fim de não causar efeitos nocivos, como a salinização do solo e contaminação das águas subterrâneas.

O efeito fertilizante das águas residuárias já foi comprovado em inúmeros estudos e em várias culturas como o algodão (FERREIRA et al., 2005; FIDELES FILHO et al., 2005), mamona (NASCIMENTO et al., 2004), plantas forrageiras (AZEVEDO et al., 2007), cafeeiro (MEDEIROS et al., 2008), horticultura (BAUMGARTNER et al., 2007; SANDRI et al., 2006), fruticulturas (REGO et al., 2005) e na produção de mudas de espécies florestais (AUGUSTO et al., 2003). Por outro lado, o uso de efluentes de lagoa de estabilização, *in natura* ou diluído, não interferiu significativamente no desenvolvimento, na produção de biomassa fresca e seca e na produção de grãos do amaranto cultivado em casa de vegetação (COSTA; SANTOS, 2009).

Azevedo et al. (2007) observaram que a irrigação apenas com água residuária promoveu um incremento na produtividade do milho forrageiro (*Zea mays* L.) híbrido AG 1051 de 144% em relação à produção alcançada quando se utilizou somente a água de abastecimento. Já Baumgartner et al. (2007) observaram que a irrigação com águas residuárias

propiciou diferenças significativas para o comprimento da maior folha e o número de folhas da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). Fideles Filho et al. (2005) registraram um incremento da ordem de 59% no rendimento do algodão irrigado com esgotos decantados em relação a mesma cultura irrigada com água de poço. Já Augusto et al. (2003) verificaram que a aplicação de águas residuárias na fertirrigação de mudas de espécies florestais em viveiros favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular, o que possibilita uma melhor sobrevivência nas condições de campo.

Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivo avaliar o crescimento da cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*) cultivar CNPA 8MH, irrigado com águas residuárias, utilizando como parâmetros as medidas da evolução temporal, ao longo do ciclo vegetativo, da fitomassa e da área foliar e índices de vegetação.

## Material e métodos

### Localização

O experimento foi conduzido sobre condições de campo, no Centro de Pesquisas, pertencente à Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba – CAGEPA, vinculado à Universidade Federal de Campina Grande – (UFCG), onde funcionam a EXTRABES – Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários e o PROSAB – Programa de Saneamento Básico, no município de Campina Grande, Estado da Paraíba (7°13'S, 35°54'W).

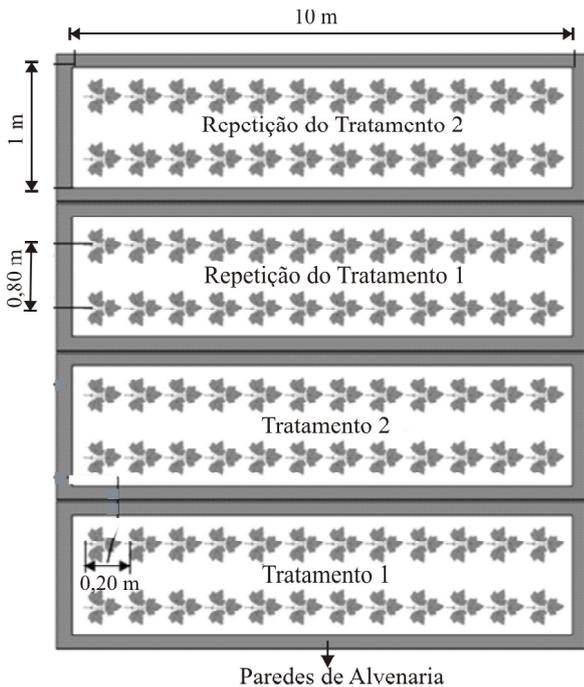
### Cultura

A cultura utilizada na pesquisa foi o algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum*), cultivar CNPA 8MH. A semeadura foi realizada no dia 01 de novembro de 2000 e a emergência total se deu no dia 10 de novembro. O algodão foi semeado no espaçamento de 0,80 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas, em 4 parcelas de 10 m<sup>2</sup>, (10,0 m x 1,0 m), de alvenaria e revestido internamente com massa impermeabilizante, conforme ilustrado na Figura 1.

### Irrigação

Todas as parcelas foram uniformemente irrigadas com água de abastecimento até o dia 20 de novembro de 2000. A partir desta data a irrigação foi realizada de acordo com os seguintes tratamentos:

**Tratamento 1 (T1):** irrigado por sistema de sulcos com esgotos pré-tratados em tanques sépticos, seguido de



**Figura 1** - Esquema representativo das parcelas onde foi conduzido o experimento. A figura não obedece a nenhuma escala de proporcionalidade, tendo, portanto, valor meramente ilustrativo

lagoas de maturação, com lâminas de 25 mm e turno de rega de quatro dias.

**Tratamento 2 (T2):** irrigado com água de abastecimento, também por sistemas de sulcos, com a mesma lâmina e mesmo turno de rega do T1.

### Variáveis de crescimento

#### Área foliar e fitomassa

O desenvolvimento e o crescimento da cultura do algodão foram acompanhados e analisados através de dados relativos à caracterização da duração de cada estágio de desenvolvimento, através da evolução da fitomassa e da área foliar (AF) que foram determinadas a cada vinte dias após a germinação total, quando eram coletadas duas plantas por tratamentos.

A AF foi determinada pela Equação 1 através do método de Ashley et al. (1963).

$$AF = C \times L \times 0,77 \quad (1)$$

em que,

C é o comprimento da folha,

L é a largura da folha.

As medidas de C e L foram efetuadas a cada vinte dias após a sementeira e em cada folha de duas plantas coletadas em cada tratamento. Em seguida era obtida a AF de cada planta e calculada a média aritmética.

Para a determinação da fitomassa, as mesmas plantas utilizadas na determinação da AF eram colocadas em estufa a 65 °C, até obterem peso seco constante.

### Índices de vegetação

O crescimento da cultura também foi analisado pelo comportamento de índices de vegetação selecionados com base nas refletâncias das bandas espectrais equivalentes às do sensor *Thematic Mapper* (TM) que está a bordo de satélite da série Landsat 5. As combinações dessas bandas são possíveis, tendo em vista, que os espectroradiômetros operam em faixas espectrais estreitas, e que o sistema de dispersão utilizado decompõe a radiação incidente em diferentes comprimentos de ondas, de tal forma que se possa medir a resposta do alvo quase que de maneira contínua ao longo do espectro eletromagnético. No presente estudo, foram utilizados os índices de vegetação NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index* e SAVI – *Soil Adjusted Vegetation Index*, cujas equações, 2 e 3 são relatadas por Huete et al. (1994) e Wiegand et al. (1991):

$$NDVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3} \quad (2)$$

$$SAVI = \frac{\rho_4 - \rho_3}{\rho_4 + \rho_3(1 + L)} \quad (3)$$

sendo:

$\rho_3$  – refletância da banda 3, que corresponde ao vermelho (630 – 690 nm),

$\rho_4$  – refletância da banda 4, que correspondente ao infravermelho próximo (790 – 900 nm),

L – é um fator de correção do solo, normalmente igual a 0,5 (HUETE et al., 1994).

### Medições espectrais do dossel

As medidas dos fluxos radiante, refletido e transmitido e o fluxo radiante refletido da superfície do solo sem vegetação seco e úmido foram realizadas a cada vinte dias entre as 10:00 às 13:00 horas local, até o final do ciclo da cultura, perfazendo um total de seis leituras. Essas medidas foram obtidas com um espectroradiômetro portátil, *LI-1800 Portable Spectroradiometer* (LI-COR Bioscience, Lincoln, NE, USA), nos comprimentos de onda de 300 nm a 1100 nm com resolução de 2 nm. O

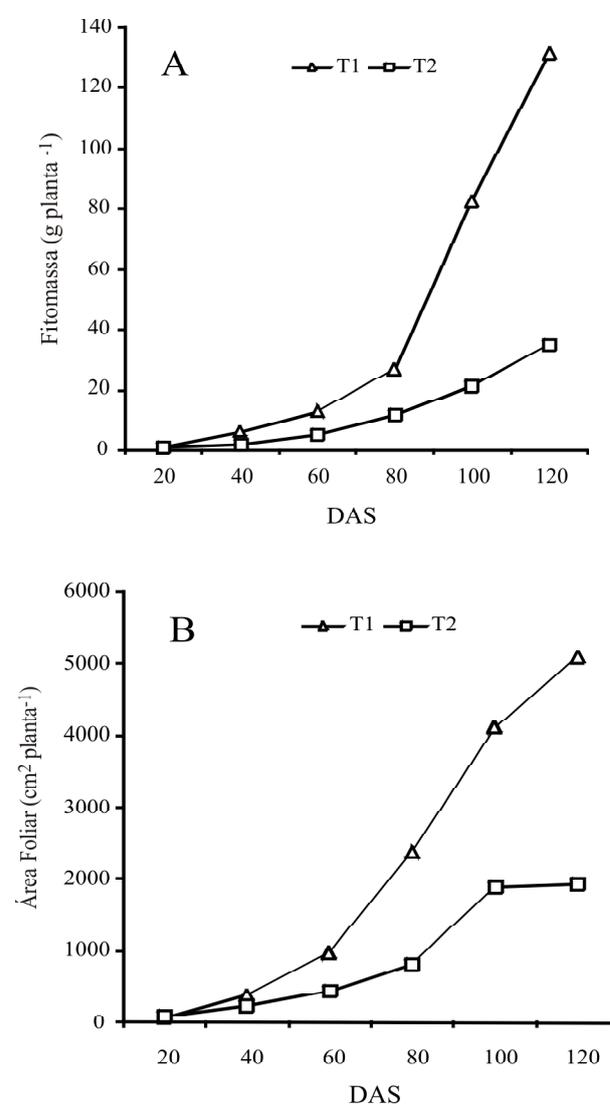
instrumento é equipado com um cabo de fibra ótica, onde em uma das extremidades está instalado um sensor denominado de *Coseno Coletor*, com ângulo de visada de 180°. O sensor foi centrado sobre cada parcela, a uma altura de aproximadamente 1,0 m. O fluxo radiante direto (radiação solar espectral direta) de referência foi medido no início e no fim de cada série de medições, sendo obtido o valor médio do fluxo para o cálculo do fator reflectância de cada série.

## Resultados e discussão

O efluente de lagoa, utilizado na irrigação da cultura de algodão, apresentou uma concentração de coliformes fecais (105 UFC/) bem superior aos padrões recomendados por World Health Organization (1989). Os parâmetros físico-químicos dos esgotos tratados continham 37 mg N-NH<sub>4</sub> L<sup>-1</sup> de nitrogênio amoniacal e 6,6 mg P L<sup>-1</sup> de fósforo total, além de forte concentração de matéria orgânica (229 mg L<sup>-1</sup> de DQO e 80 mg L<sup>-1</sup> de DBO<sub>5</sub>), pH entre 6,8 e 7,2 e condutividade elétrica média de 2,15 dS m<sup>-1</sup>. Quando o solo apresenta certa capacidade de armazenamento de nitrogênio (presença de matéria orgânica) pode parecer vantajoso utilizar na irrigação efluente contendo mais nitrogênio amoniacal do que nitrogênio na forma de nitrato (SOUSA et al., 1998). As plantas assimilam nitrogênio na forma de nitrato e na forma de íon amônio, no entanto, o nitrogênio presente em águas residuárias tratadas, quando reusadas na irrigação de culturas, tem o mesmo efeito do nitrogênio aplicado na forma de fertilizante (SOUSA et al., 1998).

Os gráficos da Figura 2 apresentam a evolução temporal da fitomassa e da área foliar (AF) ao longo do estágio fenológico da cultura nos tratamentos. Aos 20 dias após a semeadura (DAS) a cultura apresentou em ambos os tratamentos os mesmos valores da fitomassa e AF, conforme as Figuras 2a e 2b, respectivamente. Este resultado é absolutamente normal, uma vez que até esta data a cultura não havia sido submetida a nenhum tratamento diferenciado sendo, portanto, irrigada uniformemente com águas do abastecimento o que lhes proporcionou as mesmas condições nutricionais e mesma condição de umidade do solo. Os tratamentos diferenciados T1 e T2 começaram a ser aplicados a partir de então e já nos 40 DAS verificou-se que tanto a fitomassa quanto a AF do T1 apresentavam-se ligeiramente superiores aos resultados do T2. Essas diferenças se tornam definitivamente evidentes a partir dos 60 DAS de modo que aos 120 DAS verifica-se que a fitomassa apresentada pela cultura submetida ao T1 foi quase quatro vezes superior à apresentada pela cultura do T2, enquanto que AF do T1, por sua vez, foi superior ao dobro

do resultado do T2. Segundo Boyer (1976), normalmente a AF do algodoeiro aumenta com o incremento de umidade do solo. Como ambos os tratamentos foram submetidos ao mesmo turno de rega e à mesma lâmina de irrigação, o que lhes conferiram as mesmas condições de umidade do solo, pode-se creditar os incrementos da AF assim como da fitomassa verificado na cultura submetida ao T1 ao efeito fertilizante do nitrogênio presente nas águas residuárias, que segundo Sousa et al. (1998), quando reusadas na irrigação de culturas, tem o mesmo efeito do nitrogênio aplicado na forma de fertilizante. De acordo com Ferreira et al. (2005), a taxa de crescimento das folhas é diretamente influenciada pelo suprimento de nitrogênio, o que torna o mesmo um dos fatores determinantes da taxa de acúmulo de biomassa.



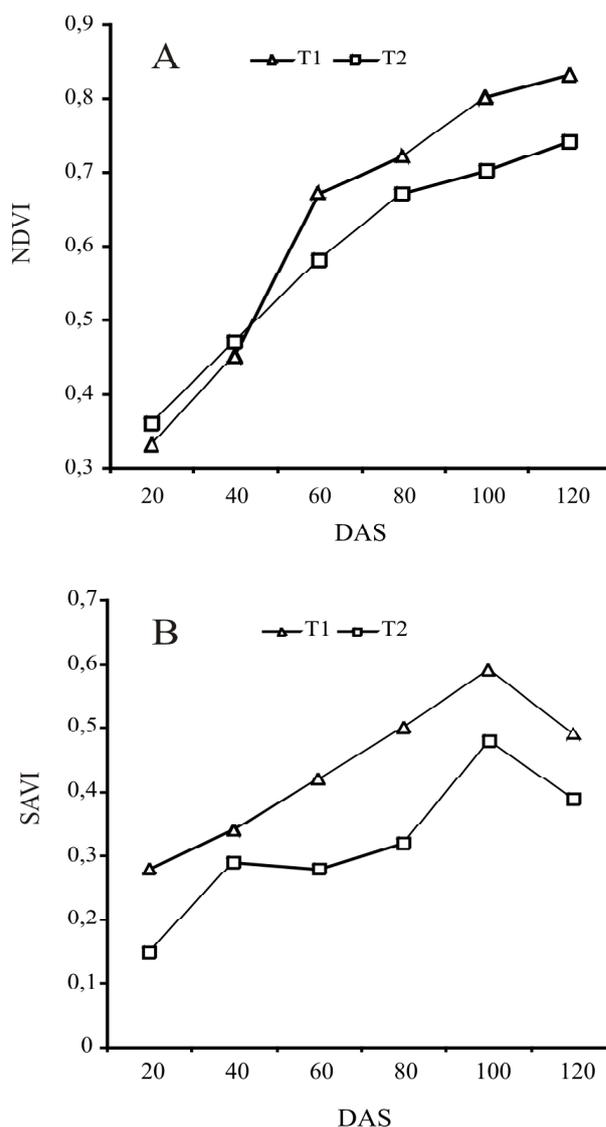
**Figura 2** – Evolução temporal a) Fitomassa e b) da Área Foliar em ambos os tratamentos

Fideles Filho et al. (2005) também observaram que o algodoeiro irrigado com esgotos decantados apresentou incremento na *AF* quase três vezes superior aos resultados apresentados pela mesma cultura submetida à mesma lâmina e ao mesmo turno de rega com águas de poço, enquanto Ferreira et al. (2005) também constataram diferenças apreciáveis entre a *AF* do algodoeiro irrigado com águas residuárias e irrigado com água de abastecimento. Baumgartner et al. (2007), por sua vez, observaram incremento no comprimento da folha assim como aumento no número total de folhas da cultura da alface irrigado com águas residuárias provenientes de viveiros de peixes alimentados com ração e de lagoa de cultivo de algas alimentada com resíduo de biodigestor de dejetos de suíno, respectivamente.

Uma outra forte evidência do efeito fertilizante das águas residuárias é verificada nas curvas de *AF* do gráfico da Figura 2b. No período compreendido de 100 a 120 DAS a cultura do T2 apresentou estabilidade no crescimento da área foliar. Esse comportamento é absolutamente normal, uma vez que a partir de então se dá o início da senescência da cultura, visto que o ciclo vegetativo do algodoeiro varia, de cultivar para cultivar, de 100 a 130 dias. Na cultivar BRS verde, Fideles Filho et al. (2005) observaram que a estabilização do crescimento da *AF* aconteceu no período compreendido entre 80 e 90 DAS. Por sua vez, a cultura submetida ao T1, ao contrário da cultura do T2, apresentou incremento na sua *AF* no já referido período. Esse comportamento indica que o efeito fertilizante das águas residuárias provocou atraso no início da senescência da cultura e o conseqüente prolongamento do seu ciclo vegetativo. De acordo com Ferreira et al. (2005), o atraso da senescência acontece quando a cultura é submetida a acréscimos no suprimento de nitrogênio. Assim, é evidente de forma clara que o nitrogênio presente nas águas residuárias tem o mesmo efeito fertilizante do nitrogênio aplicado na forma de fertilizante conforme Sousa et al. (1998).

Porém, o provável prolongamento do ciclo vegetativo da cultura não foi possível de ser definitivamente comprovado, uma vez que as incidências de fortes chuvas neste período provocaram sucessivas inundações da área experimental, impossibilitando assim o acompanhamento do ciclo vegetativo completo assim como a análise da produtividade.

Na Figura 3a e 3b estão apresentados os gráficos com as curvas da evolução temporal dos índices de vegetação da cultura do algodão dos tratamentos T1 e T2. Observa-se que a partir dos 40 DAS até o final dos 120 DAS, tanto o NDVI como o SAVI da cultura submetida ao T1 foi superior aos resultados apresentados pela cultura submetida ao T2. Os índices de vegetação foram concebidos tendo por base



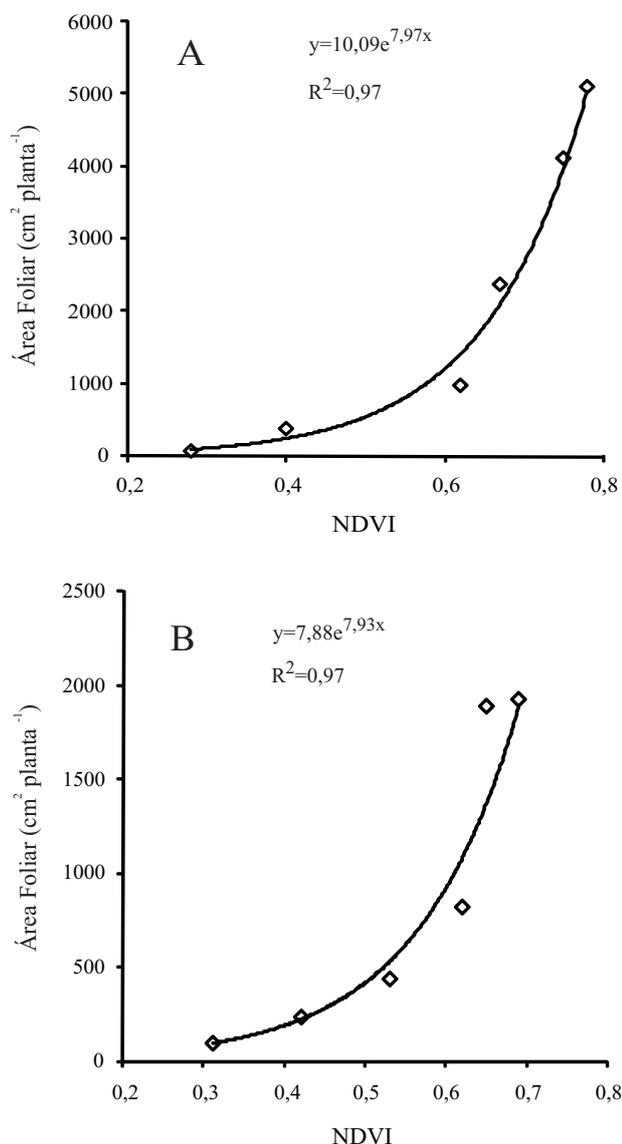
**Figura 3** – Evolução temporal dos índices de vegetação a) NDVI e b) SAVI, em ambos os tratamentos

a assinatura espectral da vegetação. Segundo Moreira (2003) a assinatura espectral da vegetação mostra evidente contraste nas porções refletidas e/ou absorvidas entre as regiões do visível, especialmente na faixa do vermelho, e do infravermelho próximo. Esse contraste é proporcional ao vigor da vegetação e a turgidez das folhas, o que resulta nos índices NDVI e SAVI com valores mais acentuados.

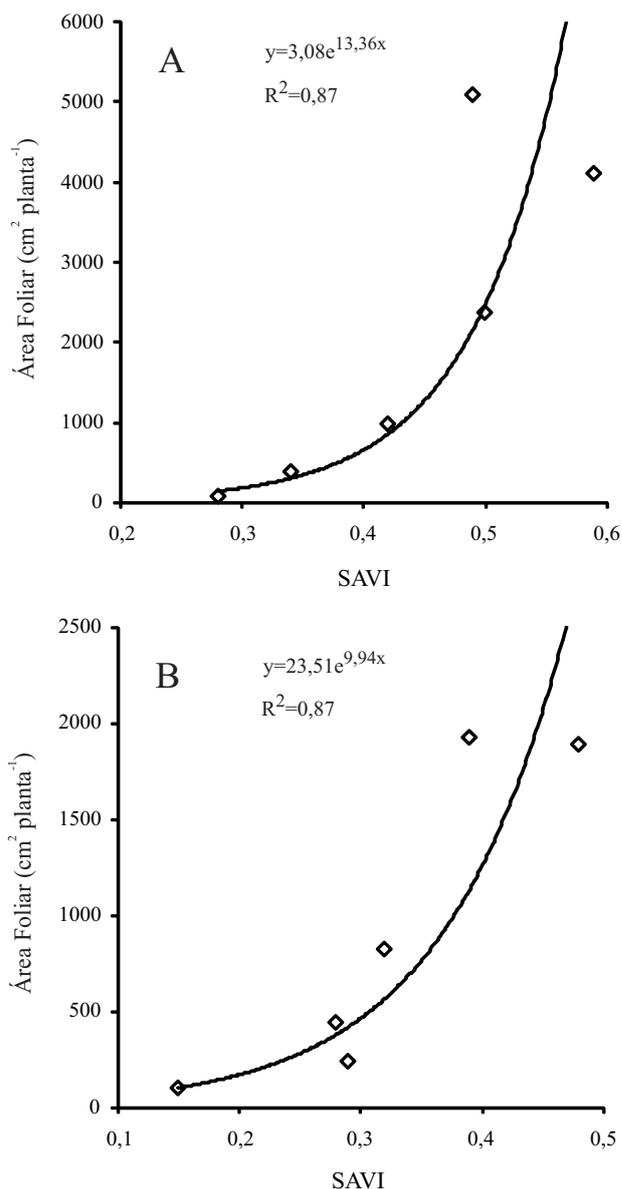
Dessa forma, a evolução temporal do NDVI e SAVI, Figuras 3a e 3b, evidenciam que a cultura submetida ao T1 além de apresentar melhor desempenho de crescimento, conforme evidenciado pela fitomassa e *AF*, também apresentou mais vigor, maior turgidez

das suas folhas e maior capacidade fotossintética, que por sua vez, resulta da maior expansão foliar e que se reflete numa maior condutância estomática (BOYER, 1976). A maior capacidade fotossintética resultada da maior absorção da radiação eletromagnética na faixa do visível, o que contribui para um incremento no contraste relatado por Moreira (2003). Dessa forma, culturas ou vegetação que apresentam melhores performances na capacidade ou atividade fotossintética resultam em NDVI e SAVI mais elevados.

Nas Figuras 4 e 5, estão apresentadas as relações entre as evoluções da AF e os índices de vegetação NDVI e SAVI para ambos os tratamentos. As fortes correlações,



**Figura 4** – Relação entre o índice de vegetação NDVI e a Área Foliar nos tratamentos a) T1 e b) T2



**Figura 5** – Relação entre o índice de vegetação SAVI e a Área Foliar nos tratamentos a) T1 e b) T2

principalmente com o NDVI, evidenciam a eficiência dos índices de vegetação na avaliação de crescimento da área foliar e na turgidez das folhas da cultura.

## Conclusões

Diante dos resultados obtidos conclui-se que:

1. As águas residuárias provenientes de esgotos urbanos pré-tratados têm efeito fertilizantes sobre a cultura do algodão, conforme evidenciaram a

evolução temporal da fitomassa e da área foliar, tornando-se dessa forma uma alternativa relevante na adoção de prática de fertirrigação, principalmente de culturas cujos produtos não se destinam ao consumo humano.

- Os resultados dos índices de vegetação NDVI e SAVI colhidos em ambos os tratamentos evidenciaram que a cultura submetida ao T1 foi mais vigorosa que a do T2 apresentando maior turgidez nas folhas e conseqüentemente maior capacidade fotossintética.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESQ pelo financiamento desta pesquisa e à EMBRAPA - Algodão pelos indispensáveis suporte e assistência técnicas disponibilizadas.

## Referências

ASHLEY, D. A.; DOSS, B. D.; BENNETT, O. L. A method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**, v. 01, n. 55, p. 584-585, 1963.

AUGUSTO, D. C. C. et al. Utilização de esgotos biológicos na produção de mudas de *Croton floribundus* Spreng. (Capixingui) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba). **Revista Árvore**, v. 27, n. 03, p. 335-342, 2003.

AZEVEDO, M. R. Q. A. et al. Efeito da irrigação com água residuária tratada sobre a produção de milho forrageiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 02, n. 01, p. 63-68, 2007.

BAUMGARTNER, D. et al. Reuso de águas residuárias da piscicultura e da suinocultura na irrigação da cultura da alface. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 01, p. 152-163, 2007.

BOYER, J. S. Water deficits and photosynthesis. In: KOZLOWSKI, T. T. (ed.). **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1976. p. 153-190. 4 v.

COSTA, D. M. A.; SANTOS, P. G. Uso de efluente de lagoa de estabilização no cultivo do amarantho (*Amaranthus* spp). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 40, n. 01, p. 27-33, 2009.

FERREIRA, O. E.; BELTRÃO, N. E. M.; KÖNIG, A. Efeitos da aplicação de água residuária e nitrogênio sobre o crescimento

e produção do algodão herbáceo. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 9, n. 01/03, p. 893-902, 2005.

FIDELES FILHO, J. et al. Comparação dos efeitos de água residuária e de poço no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 328-332, 2005. Suplemento.

HUETE, A. R.; JUSTICE, C.; LIU, H. Development of vegetation indices for MODIS-EOS. **Remote Sensing of Environment**, v. 49, n. 03, p. 224-234, 1994.

MEDEIROS, S. S. et al. Utilização de águas residuárias de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 02, p. 109-115, 2008.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV. 2003. 307 p.

NASCIMENTO, M. B. H. et al. Utilização de água residuária e biossólido na cultura da mamona: crescimento e desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 1994, Campina Grande-PB. **Anais...** Campina Grande: Embrapa. 1 CD-ROM.

REGO, J. L. et al. Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 155-159, 2005. Suplemento.

SANDRI, D.; MATSURA, E. E.; TESTEZLAF, R. Teores de nutrientes na alface irrigada com águas residuárias aplicada por sistema de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 01, p. 45-57, 2006.

SOUSA, J. T. et al. Tratamento de esgotos sanitários por filtro lento, objetivando produzir efluente para reuso na agricultura. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 8., João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABES, 1998. p.317-327.

VAN DER HOECK, W. et al. **Urban wastewater: A valuable resource for agriculture. A case study from horoonabad, Paskitan**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. (Research Report, 63) 20 p., 2002.

WIEGAND, C. L. et al. Vegetation indices in crop assessment. **Remote Sensing of Environment**, v. 35, n. 02/03, p. 105-119, 1991.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Environmental Health Criteria 82. International Programme on Chemical Safety. **Environmental Health Criteria Series**, Geneva. 154 p., 1989.