



Ciclo vegetativo de sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) irrigado com efluente sintético de estações de tratamento de esgoto doméstico de Petrolina-PE

Kellison Lima Cavalcante¹, Magnus Dall'Igna Deon², Héliida Karla Philippini da Silva³

¹Universidade Federal do Vale do São Francisco (kellison.cavalcante@ifsertao-pe.edu.br)

²Embrapa Semiárido (magnus.deon@embrapa.br)

³Instituto SENAI de Tecnologias (helidaphilippini@gmail.com)

Resumo

Este trabalho objetivou discutir a técnica do reuso de água como uma técnica ambientalmente viável na agricultura através da observação do ciclo vegetativo de sorgo sacarino em experimento irrigado com efluente sintético similar ao Efluente das Estações de Tratamento de Esgoto (EETE) de Petrolina-PE. Foram observados os estádios de desenvolvimento e de crescimento das características da cultura durante o experimento, de acordo com as descrições de Fornasieri Filho e Fornasieri (2009). As plantas de sorgo atingem a maturidade fisiológica geralmente entre 90 e 100 dias após a emergência (DAE), porém, nesse experimento, nas condições aplicadas de água de reuso, os tratamentos do sorgo sacarino atingiram sua maturidade precoce entre 82 e 85 DAE. Assim, o conhecimento do ciclo vegetativo é de fundamental importância para um planejamento adequado, sem riscos de perdas na produtividade e no consumo de água residuária. A irrigação com EETE é uma alternativa viável e exequível, do ponto de vista ambiental, econômico e agrônomo.

Palavras-chave: Reuso de água. Efluentes. Agricultura irrigada.

Área Temática: Águas residuárias.

Vegetative cycle of saccharine sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) irrigated with synthetic effluent from domestic sewage treatment stations in Petrolina

Abstract

This study aimed to discuss the water reuse technique as an environmentally viable technique in agriculture by observing the growing season of sweet sorghum in irrigated experiment with similar synthetic effluent to the effluent of sewage treatment plants (TSE) of Petrolina. The stadiums were observed for development and growth of crop characteristics during the experiment, according to the descriptions of Fornasieri and Fornasieri Filho (2009). The sorghum plants reach physiological maturity usually between 90 and 100 days after emergence (DAE), but in this experiment, the conditions applied to reuse water, the sweet sorghum treatments reached his early maturity between 82 and 85 DAE. Thus, knowledge of the growing season is very important for proper planning, without the risk of losses in productivity and consumption of wastewater. The irrigation with TSE is a viable and feasible alternative from an environmental point of view, economic and agronomic.

Key words: Water reuse. Effluents. Irrigated agriculture.

Theme Area: Wastewater



1 Introdução

Nobre et al. (2010) destacam que o uso de efluentes de estações de tratamento de esgoto na produção agrícola visa promover a sustentabilidade da agricultura irrigada, economizando águas superficiais não poluídas, mantendo a qualidade ambiental e servindo como fonte nutritiva às plantas. Nesse sentido, as reflexões sobre a qualidade desse recurso tornam-se essenciais e cada vez mais importantes no âmbito da gestão ambiental. Entretanto, não é uma prática isenta de riscos, principalmente devido à presença de determinados constituintes no pós-tratamento do efluente e organismos patogênicos, que podem ser prejudiciais ao desenvolvimento da cultura, à contaminação do solo e consequentemente às águas superficiais através da lixiviação desses contaminantes.

Os nutrientes contidos nos efluentes de estações de tratamento de esgoto têm valor potencial para produções agrícolas. Verifica-se que com a utilização de corpos d'água, contendo esgoto sanitário, poderá não haver falta de nutrientes, possibilitando boa produtividade agrícola, sem gastos com fertilizantes (TELLES, 2011). Um dos nutrientes encontrados em efluentes tratados é o nitrogênio, que de acordo com Fageria, Stone e Santos (1999), desempenha papel importante no crescimento da planta, aumenta o número e o peso de grãos, aumenta o uso eficiente da água na planta e melhora a qualidade dos grãos pelo aumento do teor de proteínas. Para a maioria das culturas, o nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades, daí sua exigência (RAIJ et al., 1996).

Conforme Santos et al. (2006), o tratamento de esgoto e a posterior utilização do efluente tratado na agricultura são medidas que se apresentam como forma de combate à poluição e incentivo à produção agrícola. Incentivar a agricultura é fundamental para a atualidade, principalmente, quando associado à fertirrigação com nutrientes advindos do próprio esgoto. Com isso, o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias que visem promover o aumento da produtividade agrícola, consiste em uma alternativa que favorece o desenvolvimento local sustentável.

Sistemas de reuso de água na agricultura, adequadamente planejados e administrados, proporcionam melhorias ambientais e nas condições de saúde, bem como nos aspectos econômicos. De acordo com Hespanhol (2002; 2003), destacam-se como vantagens a preservação dos recursos subterrâneos, a conservação do solo e o aumento da produção agrícola e de acordo com Dantas e Sales (2009), constitui método que minimiza a produção de efluentes e o consumo de água de qualidade superior devido à substituição da água potável por água que já foi previamente usada.

Pode-se dizer que do ponto de vista agrônômico e ambiental, estabelecendo-se um manejo adequado, os esgotos tratados constituem uma água residuária que pode substituir eficientemente a água de irrigação (PIVELI et al., 2008). De acordo com Segarra, Darwish e Ethridge (1996), a aplicação de águas residuais constitui alternativa para disposição dos efluentes tratados ou não, que pode ser ambientalmente correta e economicamente viável. Assim, pode-se acrescentar o uso sustentável dos recursos hídricos, estimulando o uso racional da água e principalmente o controle da poluição e dos impactos ambientais.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo discutir a técnica do reuso de água como um instrumento de gestão ambiental na agricultura irrigada através do conhecimento do ciclo vegetativo de sorgo sacarino em experimento irrigado com efluente sintético similar aos efluentes das estações de tratamento de esgoto doméstico de Petrolina-PE.

2 Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido de casa de vegetação na Embrapa Semiárido, no município de Petrolina-PE (Latitude 09° 23' 55" Sul e Longitude 40° 30' 03" Oeste) com sorgo sacarino irrigado (*Sorghum bicolor* L. Moench) com efluente sintético



baseado na composição média dos Efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto (EETE). A caracterização química dos EETE foi realizada através de avaliações mensais durante um ano dos efluentes de quatro Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de Petrolina-PE.

O experimento foi arranjado em esquema fatorial $(4 \times 4) + 1$, constituindo 16 tratamentos e 1 testemunha, com 3 repetições, totalizando 51 unidades experimentais. Distribuídos em 4 níveis de salinidade ($CE - dS.m^{-1}$) e 4 concentrações de nitrogênio produzidos pela alteração do efluente sintético e uma testemunha (T) com água de abastecimento. Foram utilizadas as Condutividades Elétricas (CE) da solução iguais a 50, 100, 150 e 200% da encontrada nos efluentes e concentrações de nitrogênio iguais a 50, 100, 150 e 200% da encontrada nos efluentes.

O efluente sintético teve sua composição orgânica obtida a partir da concentração de 4,8 g de preparado industrializado de caldo de carne, 1 g de amido solúvel ($C_6H_{10}O_5$), 0,56 g de cloreto de amônio (NH_4Cl), 0,1 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4) e 0,3 mL de detergente líquido e dissolvido em 100 mL de água destilada previamente aquecida a $100^\circ C$. Em seguida, foi utilizado $3,3 mL.L^{-1}$ de efluente para obter-se uma DQO média de $80 mg$ de $O_2.L^{-1}$. A DQO foi analisada através da oxidação com $K_2Cr_2O_7$ (refluxo fechado) e leitura em espectrofotômetro de absorção molecular. A composição química foi obtida a partir de soluções estoque de KH_2PO_4 ($1,0 mol.L^{-1}$), NaH_2PO_4 ($1,0 mol.L^{-1}$), $NH_4H_2PO_4$ ($1,0 mol.L^{-1}$), $MgSO_4$ ($1,0 mol.L^{-1}$), $CaSO_4$ ($0,01 mol.L^{-1}$), $(NH_4)_2SO_4$ ($1,0 mol.L^{-1}$), NH_4NO_3 ($1,0 mol.L^{-1}$), KCl ($1,0 mol.L^{-1}$), $CaCl_2$ ($1,0 mol.L^{-1}$), $NaCl$ ($1,0 mol.L^{-1}$) e $MgCl_2$ ($1,0 mol.L^{-1}$) conforme os tratamentos na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química do efluente sintético

TRATAMENTOS	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (%)	NITROGÊNIO (%)	SOLUÇÃO ESTOQUE (mL/L)										
			KH_2PO_4	NaH_2PO_4	$NH_4H_2PO_4$	$MgSO_4$	$CaSO_4$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	KCl	$CaCl_2$	$NaCl$	$MgCl_2$
S1N1	50	50	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	-	-	-	-	-
S1N2	50	100	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	1,98	-	-	-	-
S1N3	50	150	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	3,96	-	-	-	-
S1N4	50	200	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	5,93	-	-	-	-
S2N1	100	50	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	-	1,16	1,47	4,06	1,80
S2N2	100	100	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	1,98	1,16	1,47	4,06	1,80
S2N3	100	150	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	3,96	1,16	1,47	4,06	1,80
S2N4	100	200	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	5,93	1,16	1,47	4,06	1,80
S3N1	150	50	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	-	2,32	2,94	8,11	3,59
S3N2	150	100	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	1,98	2,32	2,94	8,11	3,59
S3N3	150	150	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	3,96	2,32	2,94	8,11	3,59
S3N4	150	200	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	5,93	2,32	2,94	8,11	3,59
S4N1	200	50	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	-	3,48	4,41	12,17	5,39
S4N2	200	100	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	1,98	3,48	4,41	12,17	5,39
S4N3	200	150	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	3,96	3,48	4,41	12,17	5,39
S4N4	200	200	1,16	4,06	2,51	1,80	1,47	0,72	5,93	3,48	4,41	12,17	5,39

Fonte: elaborada pelo autor.

Dessa forma, utilizou-se sais minerais para alteração da CE, mas mantendo-se a proporção de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ , para não produzir variações na proporção entre os cátions.



Para alteração na concentração de nitrogênio, foram utilizadas diferentes proporções de NH_4NO_3 .

Os efluentes sintéticos utilizados na irrigação do experimento foram calculados com o objetivo de obter-se CE de 0,42; 0,83; 1,25 e 1,66 dS.m^{-1} e RAS de 3,18; 4,49; 5,49 e 6,35 mmol.L^{-1} para os tratamentos S1, S2, S3 e S4, respectivamente, NTK de 55,42; 110,84; 166,26 e 221,68 mg.L^{-1} para os tratamentos N1, N2, N3 e N4, respectivamente, e DQO de 79,74 mg.L^{-1} . Esses parâmetros foram acompanhados e avaliados mensalmente, durante as avaliações dos EETE.

Foi realizado o acompanhamento do ciclo vegetativo de acordo com cada tratamento e a construção de um calendário dos estádios de desenvolvimento e de crescimento das suas características durante o experimento, de acordo com as descrições de Fornasieri Filho e Fornasieri (2009).

3 Resultados e Discussão

Trabalhos relacionados com o manejo cultural e desenvolvimento do sorgo sacarino, principalmente no Brasil, são poucos e de baixa expressividade. Contudo, a demanda mundial por combustíveis de fontes renováveis faz com que o conhecimento do desempenho produtivo dessa cultura seja definido para adequar tratamentos culturais.

Um dos parâmetros de importância é o conhecimento do ciclo vegetativo da cultura, que permite estimar a sua colheita anual ou a plantação em rotação com outros cultivos, como a cana-de-açúcar. A Tabela 2 identifica o ciclo vegetativo do sorgo sacarino de acordo com cada tratamento aplicado no experimento.

Tabela 2 – Duração em dias após a emergência (DAE) para os estádios fenológicos do sorgo sacarino durante o experimento

TRATAMENTO	ESTÁDIOS FENOLÓGICOS								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
T*	9	18	29	39	46	57	67	76	84
S1N1	8	18	28	38	45	57	66	75	83
S1N2	8	18	29	38	44	56	67	75	82
S1N3	8	19	29	38	46	56	66	76	83
S1N4	9	18	28	38	45	57	66	75	83
S2N1	9	18	29	37	44	56	67	75	83
S2N2	8	18	29	38	45	55	66	76	84
S2N3	8	18	29	38	45	56	67	75	83
S2N4	8	19	28	37	45	56	67	76	85
S3N1	9	19	30	39	46	57	68	77	85
S3N2	9	18	29	39	46	56	67	76	84
S3N3	9	19	30	40	47	57	68	77	85
S3N4	8	19	30	39	46	57	68	77	85
S4N1	9	19	30	40	46	57	68	77	85
S4N2	9	19	30	40	46	58	68	78	85
S4N3	9	19	30	40	46	57	69	77	85
S4N4	9	19	30	40	47	57	68	77	85

Fonte: dados da pesquisa.

Tendo em vista que a emergência das plântulas em todos os tratamentos ocorreu 3 dias após a semeadura (DAS), os estádios fenológicos de desenvolvimento e crescimento

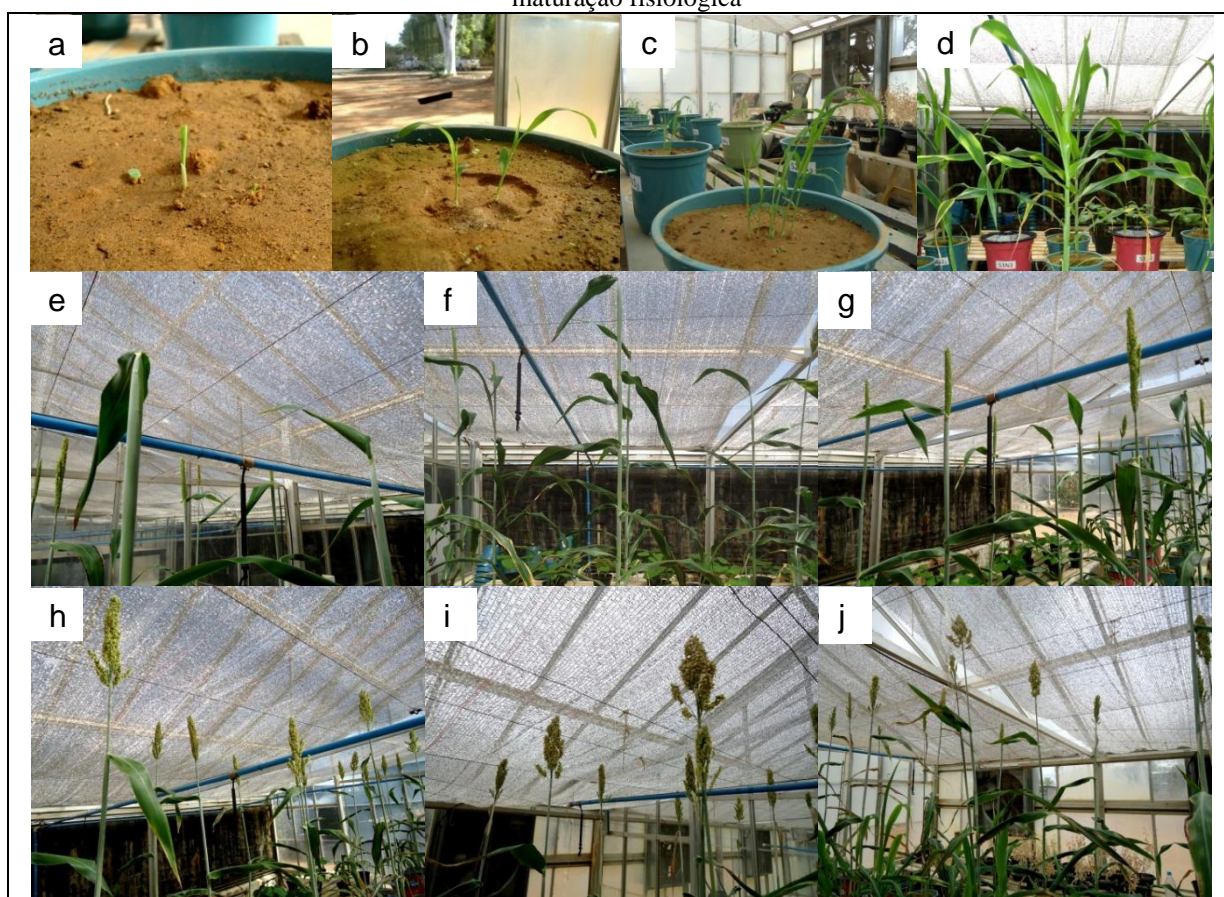
* T = Testemunha.



compreenderam: plântula com 3 folhas (I); plântula com 5 folhas (II); diferenciação do ponto de crescimento (III); folha-bandeira visível (IV); emborrachamento (V); florescimento (VI); grão de textura mole (VII); grão de textura firme (VIII) e maturidade fisiológica da semente produzida por aquela planta (IX).

Os estádios iniciais do desenvolvimento foram definidos com base no número de folhas inteiramente desenvolvidas, quando o colar (ponto de ligação entre a bainha da folha e a lâmina foliar) estava claramente visível. A diferenciação dos estádios fenológicos pode ser observada na Figura 1 que retrata o desenvolvimento a partir da emergência com representatividade de todos os tratamentos do experimento.

Figura 1 – Desenvolvimento do ciclo vegetativo do sorgo sacarino de acordo com os estádios fenológicos: (a) emergência; (b) plântula com 3 folhas; (c) plântula com 5 folhas; (d) ponto de crescimento; (e) folha-bandeira visível; (f) emborrachamento; (g) florescimento; (h) grão com textura mole; (i) grão com textura firme; (j) maturação fisiológica



Fonte: o autor de acordo com Fornasieri Filho e Fornasieri (2009).

De acordo com Fornasieri Filho e Fornasieri (2009) as plantas de sorgo atingem a maturidade fisiológica geralmente entre 90 e 100 DAE, com potencial para cortes adicionais após a primeira colheita. Porém, em ambiente protegido de casa-de-vegetação e com os tratos culturais adequados os tratamentos do sorgo sacarino atingiram sua maturidade precoce com 85 DAE.

Dessa forma, com a extensão da estação com ciclo rápido de crescimento vegetativo do sorgo sacarino identifica-se alta capacidade de rebrota e flexibilidade na produção, podendo atingir 2 a 3 colheitas por ano com plantio apenas de sorgo sacarino, de acordo com o objetivo e manejo agrícola adequado. Alternativa é ser cultivado como um complemento da cana-de-açúcar ou na atividade de rotação desse cultivo, expandindo a capacidade de produção no período da entressafra, aumentando o ritmo da indústria.



4 Conclusões

Nas hipóteses do estudo, os sais adicionados ao solo através da aplicação do efluente poderiam reduzir a disponibilidade de água e nutrientes para a cultura e o teor elevado de nitrogênio poderia inibir outros, prejudicando seu desenvolvimento. Porém, a cultura respondeu satisfatoriamente aos tratamentos aplicados, atingindo a maturidade fisiológica precoce entre 82 e 85 dias após a emergência. Nesse sentido, o conhecimento da característica do ciclo vegetativo é de fundamental importância para um planejamento adequado, sem riscos de perdas na produtividade e no consumo de água residuária. A irrigação com EETE no cultivo de sorgo sacarino é uma alternativa viável e exequível, do ponto de vista ambiental, econômico e agrônomo, tornando-se assim, com um manejo adequado, uma atividade potencialmente mitigadora dos problemas da escassez de água e da poluição hídrica.

Referências

DANTAS, D. L.; SALES, A. W. C. Aspectos ambientais, sociais e jurídicos do reuso da água. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, Fortaleza, v. 3, n. 3, p. 4-19, set./dez. 2009.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília: Embrapa, 1999. 294 p.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J. L. **Manual da cultura do sorgo**. Jaboticabal: Funep, 2009. 202 p.

HESPAHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, p. 411-437, 2003.

_____. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95, out./dez. 2002.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARE, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 14, p. 747-754, 2010.

PIVELI, R. P.; MELFI, A. J.; MONTES, C. R.; GOMES, T. M. Uma reflexão sobre a qualidade e uso de esgoto tratado por lagoas de estabilização na agricultura: caso de Lins/SP. **Revista DAE**, n. 177, p. 63-70, 2008.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285p. (Boletim técnico 100).

SANTOS, K. D.; HENRIQUE, I. N.; SOUSA, J. T. de; LEITE, V. D. Utilização de esgoto tratado na fertirrigação agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 2, (Suplemento especial), n. 1, p. 20-26, 2006.

SEGARRA, E.; DARWISH, M. R.; ETHRIDGE, D. E. Returns to municipalities from integrating crop production with wastewater disposal. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 97-107, 1996.



5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 5 a 7 de Abril de 2016

TELLES, D. A. Aspectos da utilização de corpos d'água que recebem esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas. In: NUVOLARI, A. (Coord.). **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. p. 507-528.