

**XI SILUBESA*****Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental***

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-091 – REÚSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS TRATADAS NO CULTIVO DE SORGO

Maria Gorete Pereira⁽¹⁾

Engenheira Civil, Mestre em Engenharia Química, Bolsista (DCR/CNPq) do PROSAB/RN.

Cícero Onofre de Andrade Neto

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Civil com Concentração em Saneamento, Professor da UFRN, Membro do Grupo Coordenador do PROSAB.

Henio Normando de Souza Melo

Engenheiro Químico, Doutor em Engenharia Ambiental, Professor da UFRN, Coordenador do PROSAB/RN.

Dinarte Aéda da Silva

Engenheiro Civil, Mestre em Irrigação e Drenagem, Professor Adjunto do Departamento Agropecuário (CT/UFRN), pesquisador do PROSAB/RN.

Endereço⁽¹⁾: Rua Jaguarari, 1749 – Lagoa Seca - Natal - RN - CEP: 59030-500 - Brasil - Tel: (0xx84) 208-3015

 mgpereira272@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre reúso de águas residuárias tratadas no cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*), tendo como objetivos desenvolver e aprimorar a técnica de disposição controlada de água residuária no solo, com vistas ao seu reaproveitamento na produção agrícola e avaliar o desenvolvimento dessa gramínea quando cultivada em solos rasos.

O sorgo é um cereal pertencente à família das gramíneas, originário da África e Ásia e cultivado no Brasil desde os tempos coloniais sob o nome de milho zaburro. É uma planta rústica, fácil de ser cultivada, que resiste melhor à falta de chuvas que o milho, mas também suporta solos úmidos, impróprios para o milho. É, portanto, uma boa alternativa para o cultivo do milho em condições adversas. Requer temperaturas médias de 26°C e precipitações de 300mm durante os 3-4 meses de seu ciclo vegetativo. Atinge 2,5-3,0 metros de altura, produz abundante folhagem e razoável quantidade de grãos. Ademais, os seus grãos podem substituir os de outras gramíneas, em larga proporção, na composição das rações para aves e suínos.

Foi conduzido um experimento de campo para estudar os efeitos do aporte dos nutrientes contidos nas águas residuárias em plantas de sorgo. O sistema experimental foi composto por dois módulos com área total de 35,0m² cada. As parcelas foram constituídas por 3 blocos com quatro linhas medindo 3,0m de comprimento cada, espaçadas de 0,80m. Foi utilizada a variedade IPA 467-4-2, recomendada para plantio em sequeiro no Nordeste brasileiro. Foram utilizadas em média oito sementes por cova, sendo previsto após o desbaste cinco plantas/cova, equivalente a uma população de aproximadamente 274.000 plantas/ha.

Os tratamentos constaram de um módulo confinado (T16), simulando solo raso, e um módulo não confinado (T17), em solo profundo. Foi feita aplicação de águas residuárias tratadas (efluentes de um sistema de tratamento composto de tanque séptico seguido de filtros biológicos anaeróbios) em ambos os módulos, de forma a permitir uma avaliação dos efeitos nutricionais do efluente aplicado sobre algumas características agrônômicas da cultura, tais como: crescimento, produtividade e qualidade da produção nas duas situações.

O esgoto tratado em reatores anaeróbios mostrou-se vantajoso para fertirrigação de sorgo forrageiro, mesmo aplicado

em solo arenoso "pobre".

A produtividade do Sorgo irrigado com efluentes de filtros anaeróbios foi muito alta (cerca de 70 t/ha por corte) tanto no canteiro confinado (simulando solo raso) como no não confinado, porém o canteiro confinado apresentou desempenho um pouco melhor, indicando que os benefícios da retenção de umidade suplantam os possíveis prejuízos do solo raso sobre o desenvolvimento radicular.

PALAVRAS-CHAVE: Disposição no solo, Reuso de águas residuárias, Cultivo de sorgo.

INTRODUÇÃO

Além da necessidade de se desenvolver uma cultura e uma política de conservação de água em todos os setores da sociedade, o reúso consciente e planejado de águas de baixa qualidade – águas de drenagem agrícola, salobras, de chuva e, principalmente, esgotos domésticos – constitui o mais moderno e eficaz instrumento para garantir a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos.

A utilização de recursos hídricos não convencionais para usos benéficos diversos constitui prática de imenso valor potencial para diversas áreas do Brasil, tanto as situadas em regiões semi-áridas do Nordeste, como aquelas onde a oferta de água se tornou antieconômica, como ocorre nas grandes aglomerações metropolitanas.

A aplicação de esgotos no solo além de ser uma forma efetiva de controle da poluição é uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica. Os maiores benefícios dessa forma de reúso são os associados aos aspectos econômicos, ambientais e de saúde pública.

Os benefícios econômicos são auferidos graças ao aumento de área cultivada e da produtividade agrícola, os quais são mais significativos que em áreas onde se depende apenas de irrigação natural, proporcionada pelas águas de chuvas.

Ante os problemas econômicos, sociais e ambientais associados ao desenvolvimento de novas áreas, a irrigação passou a constituir elemento prioritário para o aumento da nossa produtividade agrícola.

No Brasil, a prática de irrigação agrícola ganhou um impulso muito grande nas últimas décadas, constituindo importante fator para o aumento da produtividade que vem sendo verificada no setor.

O aumento de produtividade, no entanto, não é o único benefício, uma vez que torna-se possível ampliar a área irrigada e, quando as condições climáticas permitem, efetuar colheitas múltiplas praticamente ao longo de todo o ano.

Nesse contexto, o reúso de águas assume também grande importância, na medida em que as demandas acabam excedendo, em muitos casos, a disponibilidade das fontes naturais locais, e que a qualidade exigida para a água permite sua obtenção a partir de esgotos domésticos tratados com técnicas convencionais.

As tecnologias de tratamento que permitem a reutilização da água despontam em todo o mundo como uma alternativa para minorar o panorama de escassez, cada vez mais evidente. O reúso de água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente. O aumento da extensão de terras áridas e a escassez de fertilizantes, em âmbito mundial, apontam para o aproveitamento de nutrientes dos esgotos, em vez de sua simples rejeição.

Este trabalho apresenta um estudo sobre reúso de águas residuárias tratadas no cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.), tendo como objetivos desenvolver e aprimorar a técnica de disposição controlada de água residuária no solo, com vistas ao seu reaproveitamento na produção agrícola e avaliar o desenvolvimento dessa gramínea quando cultivada em solos rasos.

O sorgo é um cereal pertencente à família das gramíneas, originário da África e Ásia e cultivado no Brasil desde os tempos coloniais sob o nome de milho zaborro. É uma planta rústica, fácil de ser cultivada, que resiste melhor à falta de chuvas que o milho, isto é, desenvolve-se bem em regiões ou épocas que chove pouco para o milho. Suporta solos úmidos, impróprios para o milho. Requer temperaturas médias de 26°C e precipitações de 300mm durante os 3-4 meses de seu ciclo vegetativo. Atinge 2,5-3,0 metros de altura, produz abundante folhagem e razoável quantidade de grãos. Ademais, os seus grãos podem substituir os de outras gramíneas, em larga proporção, na composição das rações para aves e suínos.

O sorgo é uma das melhores forrageiras para a elaboração de silagens pois proporciona, além de altos rendimentos de

massa verde por unidade de área, um produto final de excelente qualidade nutritiva.

O ciclo biofenológico da planta do sorgo, pode ser dividido em fases características e bem definidas, na perspectiva do manejo eficiente de todas as atividades do cultivo, sobretudo do controle das suas pragas.

Primeira fase: tem início com a germinação e termina aproximadamente aos 16 dias após a mesma. Nesta fase o ponto de crescimento da planta se encontra abaixo da superfície do solo, e a velocidade de crescimento depende muito da temperatura. As duas primeiras semanas da duração desta fase, é o período crítico do ataque da lagarta elasmio.

Devido ao fato do ponto de crescimento se encontrar abaixo do nível da superfície do solo, nesta fase, as plantinhas suportam até ser seccionadas ao rés do solo, sem perecer. É nesta fase que se deve praticar o desbaste, quando necessário, efetuando-se entre o décimo e o décimo quinto dia após a emergência.

Segunda fase: Tem início aos 16 dias após a germinação, e finda aos 42 dias após esta. A partir da completa emissão da quinta folha, a planta inicia um acelerado período de crescimento, inclusive do sistema radicular, e principia a ascensão do ponto de crescimento. O caule aumenta rapidamente de tamanho e acontece a diferenciação do ponto de crescimento. Isto é, cessa a diferenciação de folas e ocorre o início da formação da panícula. O final desta fase é assinalado pela emissão da folha bandeira, tendo a planta um máximo de área foliar, e por consequência, a mais alta possibilidade de captação de luz. Portanto, a panícula continua o seu desenvolvimento e está totalmente envolvida pela folha bandeira, ainda. Assim sendo, a planta carece de suprimentos adequados de água e nutrientes, para ultimar um máximo de acumulação de matéria seca na panícula.

Terceira fase: tem início aos 42 dias após a germinação e finda aos 63 dias após a mesma. Compreende o embuchamento (período em que a panícula se desenvolve dentro da perfoliação, protegida pela folha bandeira), a antese e a completa emissão da panícula.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema experimental consistiu de dois módulos medindo 10,00m de comprimento por 3,50m de largura cada, denominados "T16" e "T17".

Para simular os solos rasos com base cristalina (impermeável) freqüentes no Nordeste do Brasil, o módulo "T16" foi confinado com lona de PVC de 200 micra, recebendo uma camada de aterro com espessura média de 30cm do solo natural da área experimental. O módulo "T17", sem confinamento serviu como controle.

Para caracterização da fertilidade do solo, foram coletadas amostras na profundidade de 0-15cm, em cada módulo, cujos resultados analíticos apresentamos na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais características do solo da área experimental

Módulo	M.O.	Cond.	pH	mg/L			meq/100mL						V
	(%)	?S/cm	KCl	P	Na	K	Al	Ca	Mg	H	S	CTC	(%)
T16	1,87	19,92	4,54	3,04	3,0	6,6	0,1	0,7	0,0	1,24	0,73	2,8	26,0
T17	0,85	14,91	5,02	0,13	3,3	8,7	0,1	0,7	0,2	1,41	0,93	2,4	38,1

Valores de capacidade de troca catiônica (CTC) inferiores a 5 e de soma de bases trocáveis (S) inferiores a 2 indicam um solo com baixa capacidade para reter cátions em forma trocável e pobre em nutrientes como Ca, Mg, K e outros. De acordo com sua saturação por bases (V) o solo dos módulos experimentais "T16" e "T17" está classificado em seu nível de fertilidade na faixa baixa (26-50%).

Os módulos foram alimentados com efluentes de um sistema de tratamento anaeróbio composto de tanque séptico e filtros biológicos, através de tubos perfurados (Fig. 1).

Adotou-se um turno de rega semanal (segunda a sexta-feira), com aplicações de 5 minutos de duração pela manhã (aproximadamente 365 L/módulo). Para a saída do efluente e tomada de amostras o módulo confinado dispunha de dois drenos de fundo localizados, respectivamente, a 5,00m e 10,00m da cabeceira. O esgoto aplicado apresentava em média, as seguintes características: DQO total = 98 mg/L, N-NH₄⁺ = 34,57 mg/L, N-NO₃⁻ = 2,99 mg/L, P-HPO₄-2 =

1,6 mg/L, pH = 6,45 e Condutividade = 654,3 μ S/cm.

O experimento foi realizado no período de janeiro a maio de 2003. Utilizou-se a variedade IPA 467-4-2 recomendada para plantio em sequeiro no Nordeste Brasileiro. As parcelas foram constituídas por três blocos com quatro linhas espaçadas de 0,80m, medindo 3,00 metros de comprimento cada. O plantio foi feito com espaçamento de 0,20m entre covas (Figura 1). Foram utilizadas, em média, oito sementes por cova, sendo previsto após o desbaste cinco plantas por cova (equivalente a uma população de aproximadamente 274 000 plantas/ha). Os tratos culturais constaram de capinas manuais sempre que necessário.

Figura 1: Esquema de alimentação dos módulos experimentais



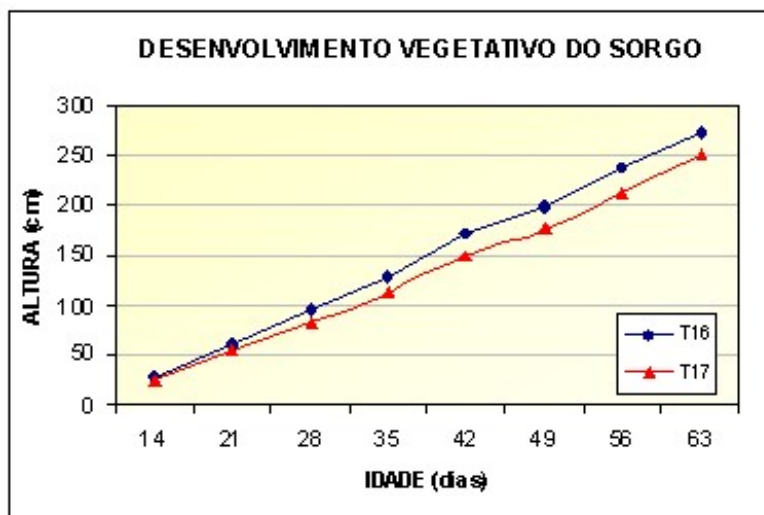
Na colheita realizada em 20/05/2003, foram desprezadas as duas linhas externas de cada módulo e as duas covas das extremidades das linhas centrais como bordadura. Nesta ocasião, foram feitas medidas de altura da planta, diâmetro médio do caule, peso médio de raiz, contagem de panículas, peso de panículas e de massa verde. A produção de sementes (Kg/ha) foi calculada a partir da produção colhida por área útil de cada parcela (19,20m²).

RESULTADOS

As medidas de altura, registradas em intervalos semanais, durante o ciclo biofenológico da planta de sorgo, objetivaram determinar as épocas nas quais ocorreram mudanças marcantes nesta característica.

Na Figura 2 apresentamos um gráfico comparativo do desenvolvimento vegetativo das plantas ao longo do ciclo biofenológico, em função dos tratamentos aplicados: módulo confinado (T16), simulando um solo raso e o módulo não confinado (T17).

Figura 2: Resultados médios da altura de plantas



As plantas do módulo confinado (T16) apresentaram um crescimento melhor em relação às do módulo não confinado (T17). Atribui-se ao fato de no módulo confinado haver maior retenção de umidade no solo, o que permite um maior tempo de contato das plantas com os nutrientes provenientes das águas residuárias utilizadas na irrigação e, conseqüentemente, um melhor aproveitamento desses nutrientes. É sabido que variações dos nutrientes no solo promovem diferenças no seu desenvolvimento, tanto a nível radicular como na parte aérea.

Observa-se que nos primeiros 20 dias as plantas apresentaram desenvolvimento semelhante e que a partir daí as plantas do módulo confinado obtiveram melhor desempenho, atingindo alturas médias superiores às do módulo não confinado.

A maior disponibilidade de nutrientes no solo, causada pela aplicação de águas residuárias, pode levar a um melhor desenvolvimento da planta, com maior produção de matéria seca. E, desde que o teor dos diferentes nutrientes disponíveis no solo esteja equilibrado em função das necessidades da planta, a maior produção de matéria seca poderá conduzir à maior produtividade, uma vez que das quantidades extraídas de nutrientes pelas plantas depende diretamente sua produtividade. Apresentamos nas figuras, a seguir, aspectos das plantas de sorgo nos módulos experimentais, irrigados com esgoto tratado, aos 34 dias após a germinação e na emissão de panículas.

Figura 3: Aspectos das plantas de sorgo aos 34 dias após a germinação



Figura 4: Emissão de panículas – Sorgo Forrageiro (IPA 467-4-2)



Na tabela 2 apresentamos os resultados obtidos em função dos tratamentos aplicados.

Tabela 2: Componentes de produção

Parâmetro avaliado	Resultados da área útil (19,20 m ²)	
	T16 (Confinado)	T17 (Não confinado)
Altura média da planta, m	2,90	2,90
Diâmetro médio do caule, mm	14	14
Comprimento médio de raiz, cm	32,1	32,9
Peso médio de raiz, Kg	0,244	0,287
Emissão de panículas	511	421
Peso de panículas, Kg	9,960	8,165
Peso de massa verde, Kg	130,010	118,635
Peso total fresco, Kg	139,970	126,800
Produtividade total, t/ha	72,9	66,0
Peso de sementes, Kg	4,855	3,980

Pode-se observar que, para as condições do experimento, não houve diferenças significativas entre os dois tratamentos para as características altura de planta, diâmetro do caule, comprimento e peso de raiz. No entanto, para as demais características o módulo confinado apresentou melhores resultados.

CONCLUSÕES

O esgoto tratado em reatores anaeróbios mostrou-se vantajoso para fertirrigação de sorgo forrageiro, mesmo aplicado em solo arenoso "pobre".

A produtividade do Sorgo irrigado com efluentes de filtros anaeróbios foi muito alta (cerca de 70 t/ha por corte) tanto no canteiro confinado (simulando solo raso) como no não confinado, porém o canteiro confinado apresentou desempenho um pouco melhor, indicando que os benefícios da retenção de umidade suplantam os possíveis prejuízos

do solo raso sobre o desenvolvimento radicular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MELLO, F.A.F; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COSTA NETTO, A.; KIEL, J.C. Fertilidade do Solo. São Paulo: Nobel, 1983. 400p.
2. SANTANA SEMENTES. Recomendações técnicas para o plantio do Sorgo Forrageiro em sequeiro para o Nordeste. Folder
3. SANTOS, J.H.R.; CASTRO, J.R. Manejo do cultivo do sorgo com destaque para a entomofauna. Escola Superior de Agricultura de Mossoró-ESAM, Departamento de Fitossanidade. Mossoró-RN, 1998.
4. MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. Reuso de Água. Barueri, SP: Manole, 2003.
5. BASTOS, Rafael K X (coordenador) et al. Utilização de Esgotos Tratados em Fertirrigação, Hidroponia e Piscicultura. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. 267p.