



Desempenho agrônômico da aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), cultivada em sistemas alagados construídos (doi:10.4136/ambi-agua.120)

**Valdeir Eustáquio Júnior¹; Antonio Teixeira de Matos²; Lidiane Carvalho de Campos³;
Alisson Carraro Borges⁴**

Universidade Federal de Viçosa - UFV

Email: ¹vejuni@yaho.com.br; ²atmatos@ufv.br; ³lidiccampos@hotmail.com; ⁴borges@ufv.br

RESUMO

Com a realização deste trabalho, objetivou-se avaliar o desempenho agrônômico da aveia-preta (*Avena Strigosa* Schreb.), quando cultivada em Sistemas Alagados Construídos (SACs) no tratamento de esgoto doméstico. O experimento foi conduzido em quatro SACs para tratamento secundário/terciário de esgoto doméstico. A aveia-preta foi semeada nos SACs a uma densidade de 80 kg ha⁻¹ de sementes. As Taxas de Carga Orgânica (TCOs) aplicadas nos SACs foram de 100; 200; 400 e 600 kg ha⁻¹ d⁻¹ de demanda bioquímica de oxigênio (DBO). As TCOs foram obtidas a partir dos resultados das análises de concentração de DBO afluente aos SACs. As variáveis avaliadas no esgoto doméstico afluente e efluente aos SACs foram demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, potássio, sódio e condutividade elétrica. No tecido vegetal foram avaliados a produtividade de matéria seca e o teor de proteína bruta. As produtividades de matéria seca pela aveia-preta foram independentes das TCOs aplicadas. A maior produtividade de matéria seca foi obtida aplicando-se 400 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DBO. Houve produtividade média de proteína bruta de 15,38 dag kg⁻¹ na aveia-preta. O esgoto doméstico mostrou-se uma solução nutritiva adequada para produção de aveia-preta nos SACs.

Palavras-chave: esgoto doméstico; leitos cultivados; taxa de carga orgânica.

Agronomic performance of black oat (*Avena strigosa* Schreb.), cultivated in constructed wetlands

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the agronomic performance of black oat (*Avena strigosa* Schreb.), when cultivated in constructed wetlands (CWs) in the treatment of domestic wastewater. The experiment was conducted in four CWs for secondary/tertiary treatment of domestic wastewater. The black oats were sown in the CWs at a density of 80 kg ha⁻¹ of seeds. The organic loading rates (OLRs) applied in the CWs were 100, 200, 400 and 600 kg ha⁻¹ d⁻¹ of biochemical oxygen demand (BOD). The OLRs were obtained from results of analysis of BOD influent the CWs. The variables evaluated in influent and effluent of CWs were biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, total nitrogen, total phosphorus, potassium, sodium and electrical conductivity. In plant tissue the productivity of dry matter and the content of crude protein were evaluated. The productivity of dry matter for black oats were independent of OLRs applied. The highest yield of dry matter was obtained by applying 400 kg.ha⁻¹ d⁻¹ BOD. There was an average productivity of crude protein of 15.38 dag kg⁻¹ in the black oat. The domestic wastewater can be a suitable nutritional solution for production of black oats in the CWs.

Keywords: domestic sewage; reed beds; organic loading rate.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as formas de tratamento de águas residuárias que são consideradas de baixo custo de implantação e operação, destaca-se a dos Sistemas Alagados Construídos (SACs), também denominados *wetlands*, na literatura internacional. O tratamento de águas residuárias em sistemas alagados construídos está baseado em processos de filtração, degradação microbiana da matéria orgânica, absorção de nutrientes e adsorção no solo, entre outros.

Uma das maiores dúvidas que persistem em relação à tecnologia dos SACs é o que se refere à escolha da espécie vegetal a ser cultivada no meio suporte do leito de tratamento. Essa escolha deverá depender do tipo de água residuária a ser tratada, da carga orgânica a ser aplicada e da época do ano que a cultura será cultivada (Matos et al., 2009).

Segundo USEPA (2003), nem toda espécie vegetal apresenta características adequadas para cultivo em SACs, pois elas devem tolerar a combinação de inundação contínua e exposição a altas cargas orgânicas e outros contaminantes. A espécie de planta selecionada deve ser tolerante às cargas tóxicas, para que esta não deixe de cumprir a função planejada para ela (Lautenschlager, 2001; Matos et al., 2008). Em SACs para tratar águas residuárias domésticas, agroindustriais, da agropecuária ou outras que contenham altas concentrações de matéria orgânica, o *Scirpus* sp. tem sido frequentemente cultivado, por ser tolerante a altos níveis de nutrientes e por se tratar de uma planta de fácil estabelecimento no meio. O cultivo de *Typha* sp. (Brasil et al., 2007; Fia et al., 2009) e *Phragmites australis* (Vymazal e Kröpfelová, 2005) também tem sido recomendado por serem espécies vegetais altamente tolerantes a muitos tipos de águas residuárias.

A Wetland International (2003) citou que a biomassa da planta cultivada nos SACs deve ser regularmente colhida para assegurar elevada remoção de nutrientes do meio. Assim, quanto maior a produtividade da planta, maior a sua capacidade de remover poluentes das águas residuárias, por essa razão, a seleção da vegetação deve ser cuidadosa, de forma a se maximizar essas remoções.

Brasil et al. (2005) obtiveram, em SACs utilizados no tratamento do efluente primário de esgoto doméstico e cultivados com taboa (*Thypha* sp.), sob taxas de aplicação de 26 a 118 kg ha⁻¹ d⁻¹ de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e tempos de retenção hidráulica de 1,9 dias e 3,8 dias, respectivamente, eficiências de 87±3 e 90±3% na remoção de demanda química de oxigênio (DQO), de 91±6 e 91±10% na remoção de sólidos suspensos totais (SST), 33±22% e 57±14% de nitrogênio (N_{total}), 35±27 e 48±35% de fósforo (P_{total}), 35±28 e 52±29% de potássio (K). Freitas (2006), ao aplicar cerca de 155 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DBO em SACs cultivados com taboa, alternathera (*Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb) e capim tifton 85 (*Cynodon dactylon* Pers.), no tratamento de água residuária de suinocultura efluente de filtros orgânicos, sob tempo de retenção hidráulica de 4,8 dias, obteve eficiências de remoção superiores a 85% para DBO, DQO, SST e Zinco (Zn), superiores a 50% na remoção de N_{total}, amônio (NH₄⁺), P_{total} e sólidos totais (ST) e entre 18 e 48% na remoção de K, sódio (Na) e sólidos dissolvidos totais (SDT).

Matos et al. (2008) avaliaram o cultivo do capim tifton 85 (*Cynodon* spp) e capim-elefante cv napier (*Pennisetum purpureum*) em SACs, no tratamento de águas residuárias de laticínios, obtendo boa produtividade destes e eficiente remoção de poluentes da água. No tratamento de águas residuárias que são geradas em determinados períodos do ano, tal como a água residuária do descascamento/despolpa do fruto do cafeeiro, Matos e Lo Monaco (2003) recomendaram a escolha de plantas que se desenvolvam melhor no inverno, que é o período de produção da água residuária. Considerando-se que no inverno espécies de verão apresentarão menor desenvolvimento, a avaliação do desempenho agrônômico de espécies de inverno, quando cultivadas em SACs, torna-se recomendável. A aveia-preta pode ser opção de cultivo, no inverno, em SACs.

A aveia é originária da Ásia e Europa, e no Brasil as principais espécies cultivadas são *Avena sativa* L., branca; *Avena byzantina* C. Koch, amarela; e *Avena strigosa* Schreb., preta (Floss, 1988; Ferolla et al., 2007).

A variedade de aveia mais recomendada como forrageira é a aveia-preta, em vista de sua precocidade, abundante aphilamento, colmos finos, macios e flexíveis, resistência às doenças e relativa tolerância a solos ácidos (Evangelista e Lima, 2000), além de apresentar ótima palatabilidade para ruminantes e alta produtividade de massa verde (Pupo, 1979).

A aveia-preta encontra-se adaptada às regiões de clima temperado ou subtropical, sendo cultivada em até 1300 m acima do nível do mar. Caracteriza-se por apresentar grande rusticidade, adaptando-se aos mais variados tipos de solo, embora se desenvolva melhor naqueles que contenham altos teores de matéria orgânica e que sejam permeáveis, férteis e bem drenados, não suportando terrenos encharcados (Andrade, 1992).

Em cultivo convencional, ou seja, em solo, quando o objetivo for produção de forragem, a semeadura da aveia deve ocorrer entre os meses de março a maio, devendo ser realizada, preferencialmente, em linha, para garantir uniforme distribuição e profundidade das sementes, melhor cobertura das mesmas e maior eficiência na utilização de fertilizantes. O espaçamento deve estar entre 0,17 e 0,30 m entre linhas, utilizando-se 80 kg ha⁻¹ de sementes, colocadas entre 0,02 e 0,05 m abaixo da superfície do solo, segundo recomendações da Comissão Sul-brasileira de Pesquisa de Aveia (1991). As variedades de aveia-preta apresentam crescimento inicial rápido com elevadas produções no primeiro corte, porém sofrem grande diminuição de rendimento nos cortes subsequentes. O primeiro corte deve ocorrer 40 a 60 dias após a germinação, quando a planta atingir 0,50 m de altura e deve ser feito de 0,05 a 0,10 m da superfície do solo. O segundo corte deve ser feito 30 a 50 dias após o primeiro (Andrade, 1992). Segundo Alvim (2006), o teor protéico médio na matéria seca da aveia submetida a cortes periódicos é de até 25 dag kg⁻¹.

Considerando-se a carência de informações relativas ao comportamento do vegetal em meio suporte diferente do solo e mantido sob condições de saturação, objetivou-se, com a realização deste trabalho, avaliar o desempenho agrônômico da aveia-preta, quando cultivada em SACs, no tratamento de esgoto doméstico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Tratamento de Resíduos (AETR) do Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa – DEA/UFV, em Viçosa, Minas Gerais (Figura 1), tendo como coordenadas geográficas: latitude 20°45'14" S, longitude 42°52'53" W e altitude média de 650 m.

A AETR recebe esgoto sanitário bruto proveniente do conjunto residencial Condomínio Bosque Acamari, situado na cidade de Viçosa – MG, no horário de 8h às 18 h. O esgoto bruto passa por tratamento preliminar (desarenador, medidor de vazão e caixa de homogeneização), sendo o efluente dessa etapa distribuído para as diversas formas de tratamento e disposição empregadas na AETR.

O experimento foi conduzido em quatro SACs de escoamento subsuperficial horizontal para tratamento secundário/terciário de esgoto doméstico, nas dimensões de 0,35 m de altura x 1,0 m de largura x 24,0 m de comprimento, cada, impermeabilizados com geomembrana de policloreto de vinila (PVC), com espessura de 0,50 mm (Figura 2). Como meio de suporte, utilizou-se brita # 0 (diâmetro – D60 = 7,0 mm, Cu D60/D10 = 1,6 e volume de vazios de 48,4%, condutividade hidráulica saturada Ks20 = 7,970 m d-1) que foi colocada nos SACs até ser atingida a altura de 0,30 m, restando uma borda livre de 0,05 m nos leitos.

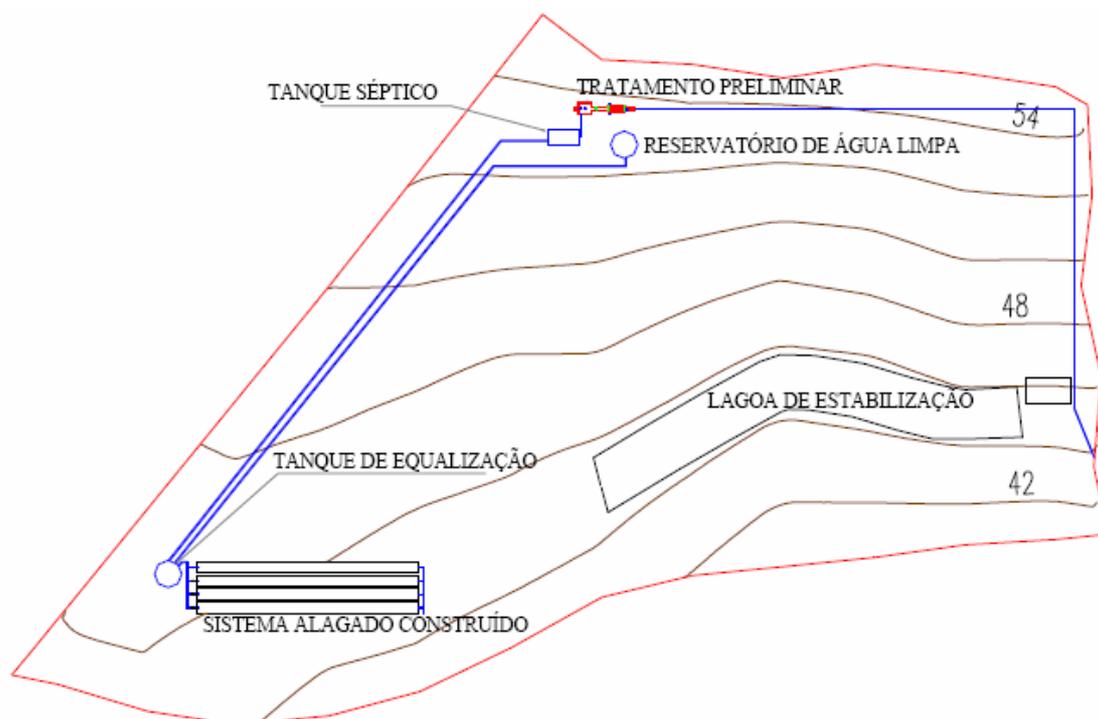


Figura 1. Planta de situação da AETR com a distribuição do sistema de tratamento avaliado. **Fonte:** Brasil (2005).

O dispositivo de alimentação e distribuição do afluente foi constituído por uma válvula de gaveta esférica e tubo de PVC com 50 mm de diâmetro, perfurado longitudinalmente para aplicar o afluente em toda largura dos SACs. A distribuição do afluente foi feita sobre a zona saturada de entrada, preenchida com brita # 2 (diâmetro de 19 a 25 mm) enquanto todo o restante do leito do SAC foi preenchido com brita # 0, conforme detalhado na Figura 2. O sistema era munido de sistema de drenagem, que ocupava toda largura do leito, feito com tubo de PVC de 50 mm de diâmetro, com frestas transversais de 2 mm de largura. O dispositivo de descarga e controle de nível (Figuras 2 e 3) era ligado a esse sistema de drenagem.

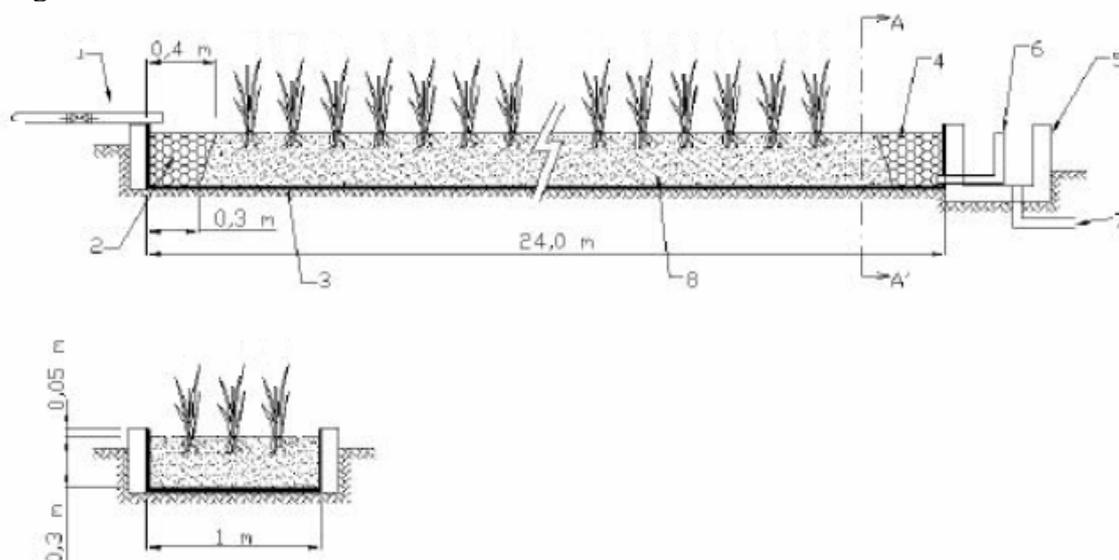


Figura 2. Diagrama esquemático de um SAC: (1) dispositivo de distribuição do afluente; (2) zona de entrada; (3) geomembrana impermeável; (4) zona de saída; (5) caixa de coleta; (6) dispositivo de descarga; (7) rede de esgotamento do efluente e (8) meio suporte. **Fonte:** Brasil (2005).

Após a construção, os SACs foram saturados com o esgoto doméstico primário, do tanque séptico, para formação do biofilme e fornecimento de nutrientes para a germinação e crescimento inicial da aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.). O sistema de plantio utilizado foi à semeadura a lanço, a uma densidade de 80 kg ha⁻¹ de sementes. O plantio ocorreu no dia 07/04/2008 e, a partir de 14/04/2008, passou-se a aplicar o esgoto doméstico efluente do tanque séptico nos SACs, 24 horas, por dia, nos 7 dias da semana durante 2 meses (Figura 3).

Após 45 dias de plantio da aveia-preta, fez-se o corte das plantas nos SACs a fim de se avaliar o tecido vegetal, quantificando-se a produtividade de matéria seca e o teor de proteína bruta.

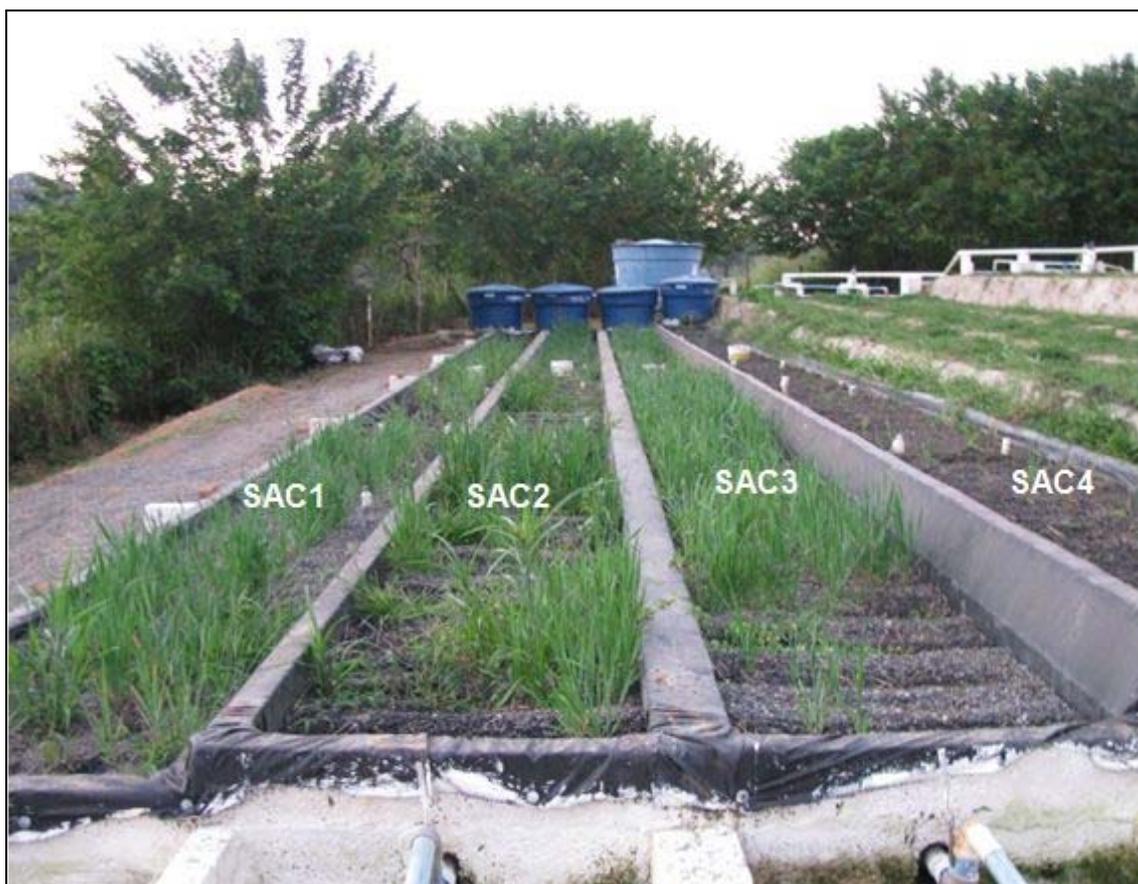


Figura 3. Detalhe dos sistemas alagados construídos após 20 dias de estabelecimento da aveia-preta.

Os SACs 1, 2, 3 e 4 receberam, respectivamente, uma taxa de carga orgânica (TCO) de 100; 200; 400 e 600 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DBO. As TCOs foram obtidas a partir dos resultados das análises de concentração de DBO afluente aos SACs, quantificadas a cada 15 dias. Com base nesses resultados regulava-se a vazão de esgoto doméstico primário a ser aplicada em cada SAC.

Os valores médios e desvio padrão de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total (N_{total}), fósforo total (P_{total}), potássio (K) e sódio (Na) foram de 181±32,56; 508±204,25; 36±16,16; 7±1,68; 25±9,45 e 32±7,69 mg L⁻¹, respectivamente, afluentes aos SACs. Para condutividade elétrica (CE) obteve-se 0,61±0,04 dS m⁻¹.

Os valores de vazão para cada SAC foram calculados utilizando-se a Equação 1, utilizando-se valores de DBO no afluente, monitorada durante o período experimental.

$$Q = \frac{A_s \times TCO \times 1000}{C} \quad [1]$$

em que,

Q = vazão afluente ($\text{m}^3 \text{d}^{-1}$);

A_s = área superficial do tanque (ha);

TCO = taxa de carga orgânica ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$); e

C = concentração de DBO afluente (mg L^{-1}).

As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. As amostras de esgoto doméstico afluente e efluente aos SACs foram coletadas durante dois meses, quinzenalmente, a partir do momento em que se fez a semeadura da aveia-preta. Para análise do esgoto doméstico afluente e efluente aos SACs, seguiram-se as recomendações do *Standard Methods* (APHA, 2005) e as variáveis avaliadas foram: DBO – obtida pela determinação do oxigênio dissolvido pelo método iodométrico (processo Winkler); DQO – determinada pelo método de oxidação química em refluxo aberto; N_{total} – determinado pelo processo semimicro Kjeldahl; P_{total} – determinado por meio de digestão nítrico-perclórica da amostra e quantificação em espectrofotômetro; K e Na – determinado por meio de digestão nítrico-perclórica da amostra e quantificação em fotômetro de chama; CE – quantificada com condutivímetro de bancada. As amostras do tecido vegetal foram pesadas em balança digital e, depois colocadas em estufa com circulação forçada de ar, em temperatura de 65°C , pelo período de 72 horas, para secagem. Em seguida, procedeu-se a pesagem e moagem desse material em moinho tipo Willey, usando peneiras de malha de 0,82 mm. Cerca de 3 g de cada amostra moída foram secas em estufa a 105°C , a fim de se corrigir o teor de matéria seca. O nitrogênio total foi determinado pelo método semimicro Kjeldahl, convertendo-se o nitrogênio para proteína bruta (Silva e Queiroz, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As produtividades de matéria seca obtidas após os 45 dias de operação dos SACs para as TCOs de 100; 200; 400 e $600 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ foram de 342,95; 297,72; 797,43 e 0 kg ha^{-1} , respectivamente. Na Figura 4, estão apresentados o gráfico e a equação que descrevem esse comportamento.

De acordo com a Figura 4, verificou-se que as produtividades de matéria seca pela aveia-preta foram independentes das TCOs aplicadas. Segundo Kichel e Miranda (2000), a produtividade média de matéria seca pela aveia-preta, submetida à adubação adequada e cultivada em solo, varia de 2 a 6 t ha^{-1} . Matos et al. (2003) obtiveram produtividade de $4,41 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca de aveia-preta cultivada em rampas de escoamento superficial para o tratamento da água residuária do processamento de frutos do cafeeiro. Gomes Filho et al. (2001), ao cultivarem aveia-preta em sistema hidropônico, utilizando diferentes proporções de mistura de água residuária da suinocultura com água de uma lagoa, obtiveram maior produtividade quando a mistura continha 30% de água residuária da suinocultura. Maiores e menores proporções de água residuária da suinocultura na solução nutritiva proporcionaram grande redução na produtividade da aveia-preta, tendo sido obtida uma produtividade de $3,65 \text{ t ha}^{-1}$ de massa verde quando a proporção de água residuária da suinocultura era de 10%. Nessa mistura, a condutividade elétrica era de $0,97 \text{ dS m}^{-1}$, valor mais próximo ao do esgoto doméstico primário utilizado nesse experimento.

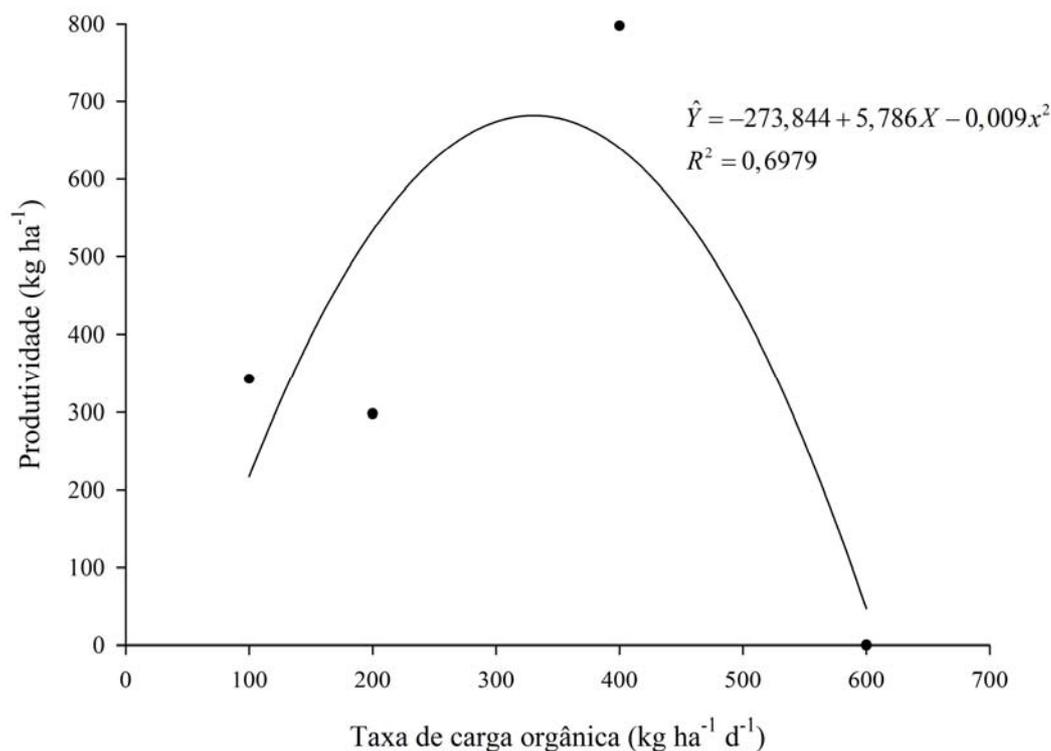


Figura 4. Produtividade de matéria seca em função da taxa de carga orgânica aplicada.

Embora os valores de produtividade obtidos por Gomes Filho et al. (2001) estejam expressos em massa verde, pode-se concluir que a produtividade obtida por esses autores foi maior que a obtida nesse experimento. No experimento conduzido pelos autores citados anteriormente, a solução era recirculada nos tanques de produção, conferindo maior oxigenação ao efluente, sendo um fator essencial para a germinação e sobrevivência das plantas.

A maior produtividade de matéria seca de aveia-preta foi obtida no SAC submetido a uma TCO de 400 kg ha⁻¹ d⁻¹, valores muito abaixo dos obtidos por Mundstock e Bredemeier (2001), quando essa planta foi cultivada em solo. Esses autores afirmaram que condições desfavoráveis do ambiente retardam o aparecimento ou provocam a omissão de afilhos de culturas como a aveia-preta.

Não houve produção de matéria seca no SAC submetido à aplicação da mais alta TCO (600 kg ha⁻¹ d⁻¹), em decorrência da morte das plantas. Acredita-se que o aporte de grande quantidade de material orgânico ao leito de tratamento tenha proporcionado um ambiente de reduzido potencial redox, com amplo predomínio de regiões anaeróbias estritas. No processo de degradação do material orgânico, há consumo de oxigênio do meio pelas bactérias aeróbias, o que acarreta falta de oxigenação na zona radicular das plantas de aveia-preta, ocasionando sua morte.

Os teores de proteína bruta da parte aérea da aveia-preta obtidos após os 45 dias de operação dos SACs para as TCOs de 100; 200; 400 e 600 kg ha⁻¹ d⁻¹ foram de 15,43; 14,93; 15,79 e 0 dag kg⁻¹, respectivamente. Na Figura 5, estão apresentados o gráfico e a equação que descrevem esse comportamento.

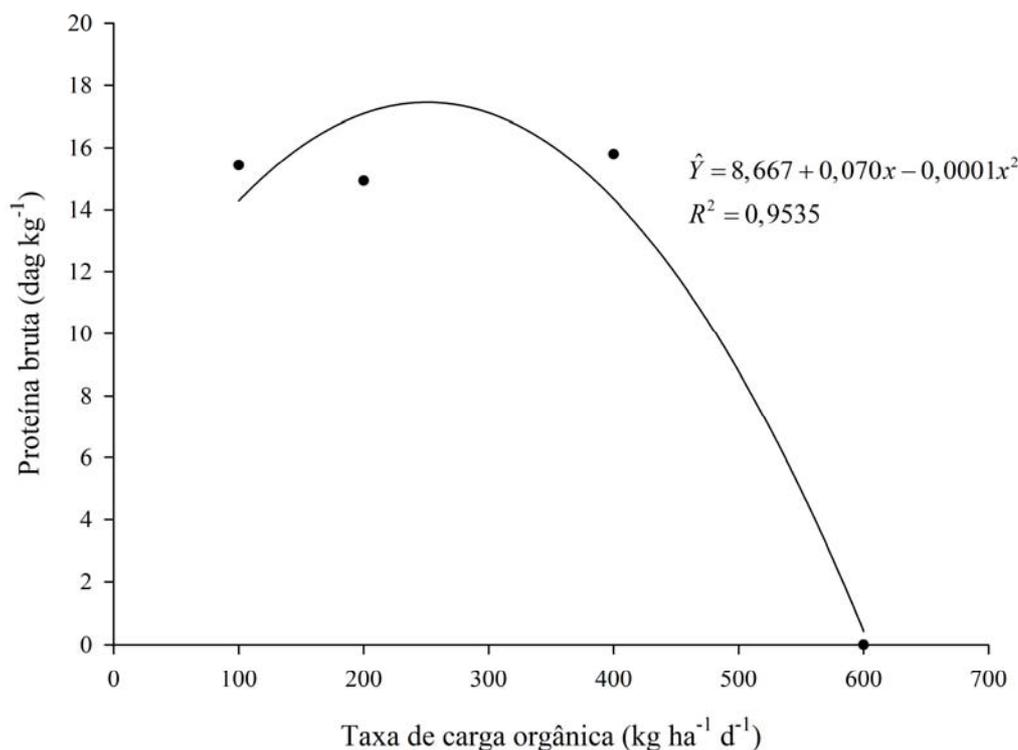


Figura 5. Teores de proteína bruta em função da taxa de carga orgânica aplicada.

De acordo com a Figura 4, verificou-se produtividade média de proteína bruta de 15,38 dag kg⁻¹ para as TCOs de 100; 200 e 400 kg ha⁻¹ d⁻¹, indicando que a aveia-preta mostrou-se capaz de acumular nitrogênio em seus tecidos. Gomes e Reis (1999) encontraram teores médios de proteína bruta de 14,7; 17,8 e 20,1 dag kg⁻¹ em aveia-preta cultivada em solo, nos anos de 1994, 1995 e 1996, respectivamente. Matos et al. (2005), ao cultivarem aveia-preta em um argissolo vermelho amarelo para aplicação de água residuária da lavagem e despulpa dos frutos do cafeeiro, a uma TCO de 250 kg ha⁻¹ d⁻¹, obtiveram um teor médio de proteína bruta de 14,75 dag kg⁻¹. Considerando-se que os teores de proteína bruta obtidos são considerados bons, em termos de nutrição animal e estão próximos aos obtidos em outras condições de produção da aveia-preta, conclui-se que o esgoto doméstico primário pode ser utilizado como solução nutritiva na produção de aveia-preta. No entanto, a forma de implantação da cultura nos SACs deve ser aprimorada para garantir uma maior germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas no sistema. Provavelmente, se houver uma pré-germinação das sementes e posterior transplântio das plântulas para os SACs, as possibilidades de sucesso nesse tipo de cultivo deverão ser muito maiores.

4. CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- As produtividades de matéria seca pela aveia-preta foram independentes das TCOs aplicadas;

- A TCO de 400 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DBO foi a que proporcionou maior produtividade de matéria seca à aveia-preta, porém quando aplicado 600 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DBO as plantas não sobreviveram no SAC;

- A produtividade média de 15,38 dag kg⁻¹ de proteína bruta obtida no tecido vegetal da aveia-preta, indicou que as plantas foram adequadamente nutridas pelo esgoto doméstico para as TCOs de 100; 200 e 400 kg ha⁻¹ d⁻¹;

- O esgoto doméstico mostrou-se uma solução nutritiva adequada nos SACs para produção de aveia-preta para as TCOs de 100; 200 e 400 kg ha⁻¹ d⁻¹; e
- A aveia-preta pode ser cultivada em SACs para tratamento de esgoto doméstico, porém a forma de plantio deve ser aprimorada.

5. REFERÊNCIAS

- ALVIM, M. J. **Aveia e azevém**: forrageiras alternativas para o período da seca. Instrução técnica para o produtor de leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2005. 1268 p.
- ANDRADE, N. O. **Aveia como forrageira de inverno**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1992. 7 p. (Boletim técnico, 214)
- BRASIL, M. S. **Desempenho de sistema alagado construído para tratamento de esgoto doméstico**. 2005. 160f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2005.
- BRASIL, M. S.; MATOS, A. T.; SOARES, A. A. Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Thypha* sp.) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 266-272, 2007.
- BRASIL, M. S.; MATOS, A. T.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A. Qualidade do efluente de sistemas alagados construídos, utilizados no tratamento de esgoto doméstico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, (suplemento), p. 133-137, 2005.
- COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. Recomendações em 1991/92. In: REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, Passo Fundo, 1991. **Anais...** Passo Fundo, FA-UPF, 1991. 43 p.
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A. **Silagens**: do cultivo ao silo. Lavras: UFLA, 2000. 1996 p.
- FEROLLA, F. S.; VÁSQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; VIANA, A. P.; DOMINGUES, F. N.; AGUIAR, R. S. Produção de matéria seca, composição da massa de forragem e relação lâmina foliar/caule+bainha de aveia-preta e triticale nos sistemas de corte e de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1512-1517, 2007.
- FIA, R.; FIA, F. R. L.; MATOS, A. T. Efeito do fenol sobre o desempenho agrônômico da *Typha lalifolia* L. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 641-659, 2009.
- FLOSS, E. L. Manejo forrageiro de aveia-preta (*Avena* sp.) e azevém (*Lolium* sp.) In: Simpósio sobre manejo de pastagem, 9., Piracicaba, 1988. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos agrários Luiz de Queiroz, 1988. p. 231-268.
- FREITAS, W. S. **Desempenho de sistemas alagados construídos cultivados com diferentes espécies vegetais, no tratamento de águas residuárias da suinocultura**. 2006. 159f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2006.

- EUSTÁQUIO JÚNIOR, V.; MATOS, A. T.; CAMPOS, L. C.; BORGES, A. C. Desempenho agrônômico da aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), cultivada em sistemas alagados construídos. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 68-78, 2010. (doi:10.4136/ambi-agua.120)
- GOMES FILHO, R. R.; MATOS, A. T.; SILVA, D. D.; MARTINEZ, H. E. P. Remoção de carga orgânica e produtividade da aveia forrageira em cultivo hidropônico com águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n.1, p. 131-134, 2001.
- GOMES, J. F.; REIS, J. C. L. Produção de forrageiras anuais de estação fria no litoral sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 668-674, 1999.
- KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Uso da aveia como planta forrageira**. EMBRAPA Gado de corte. 2000. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD45.html>>. Acesso: 17 fev. de 2009.
- LAUTENSCHLAGER, S. R. **Modelagem do desempenho de Wetlands construídas**. 2001. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- MATOS, A. T.; ABRAHÃO, S. S.; PEREIRA, O. G. Desempenho agrônômico de capim tifton 85 (*cynodon spp*) cultivado em sistemas alagados construídos utilizados no tratamento de água residuária de laticínios. **Revista Ambi-Agua**, v. 3, n. 1, p. 43-53, 2008. (doi:10.4136/ambi-agua.41)
- MATOS, A. T.; FREITAS, W. S.; Lo MONACO, P. A. V. Capacidade extratora de diferentes espécies vegetais cultivadas em sistemas alagados utilizados no tratamento de águas residuárias da suinocultura. **Revista Ambi-Agua**, v. 4, n. 2, p. 31-45, 2009. (doi:10.4136/ambi-agua.84)
- MATOS, A. T.; Lo MONACO, P. A. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e líquidos da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro**. Viçosa-MG: UFV, 2003. 68 p.
- MATOS, A. T.; PINTO, A. B.; PEREIRA, O. G.; BARROS, F. M. Extração de nutrientes por forrageiras cultivadas com água residuária do beneficiamento dos frutos do cafeeiro. **Revista Ceres**, v. 52, n. 303, p. 675-688, 2005.
- MATOS, A. T.; PINTO, A. B.; PEREIRA, O. G.; SOARES, A. A.; Lo MONACO, P. A. Produtividade de forrageiras utilizadas em rampas de tratamento de águas residuárias da lavagem e despulpa dos frutos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 1, p. 154-158, 2003.
- MUNDSTOCK, C. M.; BREDEMEIER, C. Disponibilidade de nitrogênio e sua relação com o afilamento e o rendimento de grãos de aveia. **Revista Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 205-211, 2001.
- PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1979. 343 p.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa-MG: UFV, 2002. 235 p.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **A handbook of constructed wetlands**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/owow/wetlands/pdf/hand.pdf>> Acesso: 15 jul. 2003.

EUSTÁQUIO JÚNIOR, V.; MATOS, A. T.; CAMPOS, L. C.; BORGES, A. C. Desempenho agronômico da aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), cultivada em sistemas alagados construídos. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 68-78, 2010. ([doi:10.4136/ambi-agua.120](https://doi.org/10.4136/ambi-agua.120))

VYMAZAL, J.; KRÖPFELOVÁ, L. Growth of *Phragmites australis* and *Phalaris arundinacea* in constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic. **Ecological engineering**, v. 25, n. 5, p. 606-621, 2005.

WETLAND INTERNATIONAL. **The use of constructed wetlands for wastewater treatment**. Malaysia Office, ISBN 983-40960-2-X, Feb. 2003. Disponível em: <<http://www.wetlands.org/pubs&/ConstructedWetlands.htm>> Acesso: 27 ag. 2003.