

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE AVEIA E AZEVÉM CULTIVADOS EM SISTEMAS ALAGADOS CONSTRUÍDOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DO PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DO CAFEIEIRO

Ronaldo Fia¹; Antonio T. de Matos²; Mateus P. de Matos³; Túlio F. Lambert³; Edgar C. Abreu³; Fátima R. L. Fia⁴

¹ Engenheiro Agrícola e Ambiental, Pós-Doutorando em Engenharia Agrícola, DEA/UFV, ronaldo.fia@ufv.br.

² Engenheiro Agrícola, Professor Associado do Departamento de Engenharia Agrícola/UFV, atmatos@ufv.br

³ Graduandos em Engenharia Agrícola e Ambiental/UFV, mateus.matos@ufv.br, tulioflambert@hotmail.com, edgar.abreu@ufv.br

⁴ Engenheira Agrícola, Doutoranda em Engenharia Agrícola/UFV, fatima.luiz@ufv.br

RESUMO: Duas gramíneas forrageiras de inverno, azevém (*Lolium multiflorum* Lam) e aveia (*Avena strigosa* schreb), foram cultivadas em sistemas alagados construídos (SACs) utilizados no tratamento das águas residuárias do processamento dos frutos do cafeeiro (ARC) com o objetivo de se avaliar seu desempenho agrônomico. Essas forrageiras foram submetidas a diferentes cargas orgânicas (650 a 1.500 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DQO), proporcionadas pela aplicação dos efluentes filtros anaeróbios, utilizados no tratamento da ARC. Como tratamento testemunha, as mesmas espécies vegetais foram cultivadas em solução de Hoagland. A matéria seca produzida pelas forrageiras ao longo dos 53 dias de monitoramento dos SACs variou de 7,4 a 14,0 e 0,5 a 2,7 t ha⁻¹, e os rendimentos acumulados de proteína bruta variaram de 1.017 a 2.187 e 66,6 a 316,8 kg ha⁻¹ para o azevém e a aveia, respectivamente. Os resultados permitiram concluir que, dentre as forrageiras estudadas, o azevém se mostrou mais adequado para ser cultivado em SACs utilizados no pós-tratamento da ARC efluente de filtros anaeróbios, já que apresentou maior rendimento de matéria seca e proteína bruta e, portanto, melhor adaptação ao sistema.

Palavras-Chave: Sistemas alagados construídos, gramíneas forrageiras, café, água residuária agroindustrial.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF ITALIAN RYEGRASS AND LOPSIDED OAT GROWN IN CONSTRUCTED WETLAND SYSTEMS USED FOR THE TREATMENT OF WASTEWATER FROM COFFEE FRUIT PROCESSING

ABSTRACT: Two winter pasture grasses, Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and lopsided oat (*Avena strigosa* schreb) were grown in constructed wetland systems (SACs) used for the treatment of wastewater from coffee fruit processing (ARC) with the objective of evaluating their agronomic performance. These grasses were submitted to different organic loading (650 to 1,500 kg ha⁻¹ d⁻¹ of COD), based on the application of different anaerobic filtered effluents, used for treatment of ARC. As a control treatment, the same vegetation species were grown in a Hoagland solution. Dry material produced by the grasses during 53 days of monitoring of the SACs varied from 7.4 to 14.0 and 0.5 to 2.7 t ha⁻¹, and accumulated gross protein yields varied from 1,017 to 2,187 and 66.6 to 316.8 kg ha⁻¹ for Italian ryegrass and lopsided oat, respectively. The results allowed for the conclusion that among the grasses studied, Italian ryegrass showed to be better suitable for growth in SACs utilized for post-treatment of ARC effluent from anaerobic filters since it presented greater dry material and gross protein yields, therefore, better suitable for the system.

Keywords: Constructed wetland systems, pasture grasses, coffee, agroindustrial wastewater.

INTRODUÇÃO

O impacto ambiental proporcionado pelas águas residuárias da lavagem e descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro (ARC) é grande, não somente pela carga orgânica contaminante que alcança os corpos d'água mas, também, pelo volume de águas limpas utilizado no processamento do fruto e que é devolvido ao meio ambiente com baixa qualidade (Matos et al., 2005). Diversos métodos têm sido propostos para o tratamento de águas residuárias ricas em material orgânico, dentre os mais recentes estão os sistemas alagados construídos (SACs), também conhecidos como sistemas "wetlands".

Os SACs são projetados de forma a possibilitarem o cultivo de espécies vegetais em substratos constituídos por areia, solo ou brita, onde ocorre a formação de biofilme que agrega populações variadas de microrganismos que, por meio de processos biológicos, químicos e físicos, possibilitam o tratamento das águas residuárias (Matos & Lo Monaco, 2003). A vegetação implantada nesses leitos de cultivo atua como extratora de macro e micronutrientes necessários ao seu crescimento, além de poder transferir oxigênio para o substrato, permitindo a formação de sítios aeróbios em torno de rizomas e raízes. Estas plantas também favorecem o desenvolvimento dos filmes biologicamente ativos que propiciam a degradação dos compostos orgânicos, depurando o meio (Marques, 1999).

Diversas espécies vegetais dos gêneros *Typha*, *Phragmites* e *Scirpus*, naturalmente adaptadas a ambientes alagados, têm sido implantadas nesses sistemas (Brasil et al., 2007). Outras espécies vegetais da família das gramíneas como o capim tifton-85 (*Cynodon* sp.) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*), adaptadas às condições tropicais, também têm sido utilizadas com sucesso, em SACs, no tratamento de águas residuárias agroindustriais (Freitas, 2006; Abrahão, 2006; Matos et al., 2008).

Considerando o fraco desempenho da *Typha* sp e da *Alternanthera philoxeroides*, quando cultivadas em SACs utilizados no tratamento de grandes cargas orgânicas, comumente presentes na ARC (Fia et al., 2008), e a estacionalidade da colheita e o processamento dos frutos do cafeeiro, torna-se recomendável a seleção de espécies de inverno e que possam ser aproveitadas na alimentação animal. Desta forma, neste trabalho, teve-se por objetivo avaliar o desempenho agrônômico e o rendimento de matéria seca e da proteína bruta das espécies forrageiras azevém (*Lolium multiflorum*) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), quando cultivadas em SACs utilizados no pós-tratamento da ARC efluente de filtros anaeróbios.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área de Pré-processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas, do Departamento de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Para condução do experimento, foram construídos seis SACs de escoamento subsuperficial horizontal, em escala piloto, que foram constituídos por caixas (0,4 m de altura x 0,5 m de largura x 1,5 m de comprimento) de madeira de pinus, impermeabilizadas por geomembrana de PEAD, posicionadas sobre o solo em declividade de 0,01 m m⁻¹. Como meio suporte, utilizou-se brita nº “zero” (diâmetro D-60 = 7,0 mm e volume de vazios inicial de 0,491 m³ m⁻³). Os SACs foram preenchidos com a brita até a altura de 0,35 m, deixando-se uma borda livre (não saturada) de 0,05 m, já que nível d’água foi mantido em 0,30 m. Nos SAC₁, SAC₃ e SAC₅ foi plantada a espécie azevém (*Lolium multiflorum*) e nos SAC₂, SAC₄ e SAC₆ foi plantada a espécie aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). O azevém foi plantado por meio de sementes (30 kg ha⁻¹) aplicadas a lanço sobre o leito de brita. A aveia foi plantada a lanço (80 kg ha⁻¹), no entanto, devido à dificuldade na germinação, foi feito o transplântio aos 15 dias após a germinação (60 plantas m⁻²). Após 15 dias de implantação do sistema, foram aplicados, nos SACs, os efluentes de filtros anaeróbios, os quais foram alimentados com ARC diluída, com correção de pH até aproximadamente 7,0, com cal hidratada, e com correção nutricional com uréia e superfosfato simples (DBO/N/P = 100/5/1). As características da ARC diluída aplicada aos filtros e, posteriormente, aos SACs estão apresentadas na Tabela 1 e as características operacionais dos seis SACs estão apresentadas na Tabela 2. O experimento foi monitorado durante 55 dias. Paralelamente aos SACs, cada espécie foi cultivada, separadamente em três vasos preenchidos com brita zero e capacidade total de 8 L, com a solução de Hoagland tradicional (Hoagland & Arnon, 1950).

Ao final do experimento, foi realizado o corte dos vegetais, a fim de se avaliar a produtividade e os teores de nutrientes na parte aérea da vegetação. Nesta fase, as espécies cultivadas encontravam-se no início da florescência. As amostras foram colocadas em sacos de papel e levadas à estufa, sob temperatura de 65°C, com circulação de ar, até atingir massa constante (pré-secagem). Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho e armazenadas para posterior quantificação do conteúdo de matéria seca e realização da análise nutricional (N, P, K, Na, Ca e Mg), seguindo-se metodologia proposta pela Embrapa (1999). A conversão de N em proteína bruta foi obtida por meio de cálculos (Silva, 1990).

A quantificação dos aportes de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) (Tabela 3) foi obtida por meio de valores de concentrações determinadas no afluente ao sistema, feitas em cinco amostragens e depois multiplicadas pelos volumes de afluentes diários, que foram determinados por medições diretas.

Tabela 1. Valores médios das principais características da ARC utilizada durante o monitoramento do sistema.

	pH	DQO	DBO	F _T	N	P	K
ARC bruta	3,44±0,16	47.071±9.044	13.471±3.999	127±19	228±18	30±17	686±56

DQO, DBO, N, P e K em mg L⁻¹; F_T - concentração de fenóis totais, em mg L⁻¹ de Ácido Tânico.

Tabela 2. Características operacionais dos SACs.

Variáveis	Azevém			Aveia		
	SAC ₁	SAC ₃	SAC ₅	SAC ₂	SAC ₄	SAC ₆
Q	0,068±0,008	0,068±0,009	0,066±0,008	0,071±0,009	0,072±0,009	0,066±0,006
TRH	1,75±0,21	1,75±0,22	1,79±0,19	1,68±0,22	1,64±0,20	1,78±0,15
TCO _{A-DBO}	464±126	667±172	750±164	494±120	660±163	828±201
TCO _{A-DQO}	653±470	1.297±305	1.394±426	686±447	1.260±130	1.531±444

Q – vazão (m³ d⁻¹), TRH - tempo de residência hidráulica (d), TCO_A – Taxa de carga orgânica tomada com base na área superficial (kg ha⁻¹ d⁻¹) e na DBO e DQO.

Tabela 3. Quantidade média de nutrientes aplicada nos SACs ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$).

Variáveis	Azevém			Aveia		
	SAC ₁	SAC ₃	SAC ₅	SAC ₂	SAC ₄	SAC ₆
N	19,7±8,6	25,2±7,8	28,7±7,6	20,9±8,5	24,1±5,1	31,7±9,0
P	2,5±1,6	2,8±1,7	3,2±1,6	2,8±2,8	2,9±1,9	3,5±1,7
K	39,0±6,7	60,1±9,9	63,3±7,8	41,7±6,7	60,6±15,5	69,4±6,5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plantio a lanço sobre o leito de brita não foi obstáculo para a germinação das sementes e para o desenvolvimento do azevém. No entanto, a aveia apresentou germinação deficiente, tal como também observado por Gomes Filho et al. (2001), necessitando de transplantio. Mesmo após o transplantio, o desenvolvimento da aveia foi lento e as maiores plantas, observadas no SAC₂, não ultrapassaram 0,25 m de altura, após 50 dias da germinação.

Na Figura 1, estão apresentados os valores médios da produtividade de matéria seca do azevém e da aveia, em t ha^{-1} , cultivados nos SACs e nos vasos testemunhas, durante o período experimental.

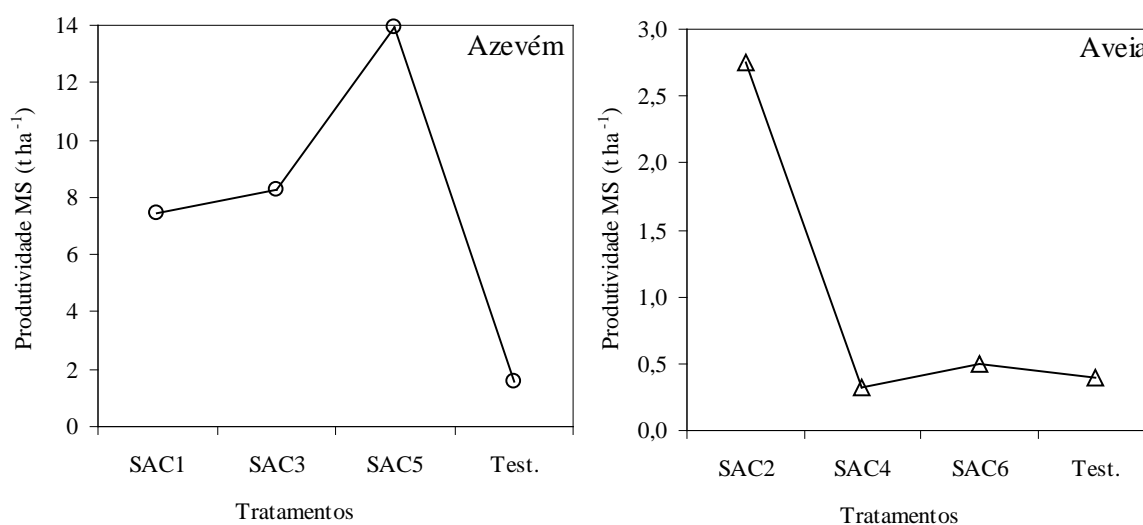


Figura 1. Valores médios da produtividade de matéria seca do azevém e da aveia cultivados nos SACs (SAC₁ = 653±470; SAC₂ = 686±447; SAC₃ = 1.297±305; SAC₄ = 1.260±130; SAC₅ = 1.394±426 e SAC₆ = 1.531±444 $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de DQO) e nos vasos testemunhas.

Apesar de alguns autores (Souza *et al.*, 2005; Kichel & Miranda, 2000) citarem a intolerância da aveia às condições de alagamento, Gomes Filho et al. (2001) obtiveram valores de produtividade de matéria verde de 0,3 a 8,6 t ha^{-1} , após 42 dias de cultivo da aveia, em condições hidropônicas com águas residuárias da suinocultura com diferentes diluições. A maior produtividade de massa verde de aveia foi obtida, neste experimento, no SAC₂ (receptor da menor carga orgânica - $\text{TCOA} = 686 \pm 447 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de DQO), no qual foi obtida 5,84 t ha^{-1} , valor que não foi repetido no SAC₄ e SAC₆. Acredita-se que o desenvolvimento deficiente das plantas de aveia seja devido às características da ARC e das elevadas cargas orgânicas aplicadas aos sistemas. Segundo Souza et al. (2005), dos numerosos compostos formados pelo metabolismo anaeróbico em ambientes alagados, destacam-se os ácidos orgânicos, especialmente os ácidos alifáticos de cadeia curta, como o acético, o propiônico e o butírico. Os efeitos tóxicos desses ácidos dependem do tipo e da concentração presente no meio, entretanto o acúmulo desses compostos pode afetar, de forma irreversível, a produtividade final das culturas estabelecidas nesse sistema (Camargo et al., 2001).

Em relação ao azevém, nota-se aumento na produtividade com o aumento da carga aplicada (SAC₅), o que não foi observado para a aveia, onde o aumento da carga orgânica aplicada resultou em decréscimo da produtividade, diferentemente do que foi observado por Gomes Filho et al. (2001).

Em relação à produção de matéria seca produzida pelo azevém, nota-se grande diferença entre o que foi produzido pelas plantas testemunhas e aquelas cultivadas nos SACs. A mesma afirmação não pode ser feita em relação à produtividade de matéria seca pelas plantas de aveia, já que foi pequena a diferença entre o que foi obtido nas plantas testemunhas e aquelas cultivadas nos SAC₄ e SAC₆, os quais foram submetidos, respectivamente, às TCOAs de 1.297±305 e 1.394±426 $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de DQO.

Matos et al. (2003) obteve produtividade de 11,07 t ha^{-1} de matéria seca de azevém quando cultivado em rampas de tratamento da ARC, em três cortes, totalizando um período de cultivo de 150 dias. No caso da aveia, a produtividade de matéria seca foi de 4,41 t ha^{-1} em um corte único, efetuado aos 68 dias após o plantio. No entanto, a

carga orgânica aplicada foi de 250 kg ha⁻¹ d⁻¹, bem inferior às cargas aplicadas neste trabalho (Tabela 2). Deve-se destacar a produtividade do azevém, obtida no SAC₅, que foi o que recebeu a maior carga orgânica (TCO_A de 1.394±426 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DQO). Neste sistema a produtividade foi superior à obtida por Matos et al. (2003) e em, aproximadamente, um terço do tempo de cultivo.

Pauletti et al. (2008) colheram 2,6 t ha⁻¹ de matéria seca de aveia, quando submetida à adubação química convencional, enquanto Kichel & Miranda (2000) citam que a produtividade de matéria seca da aveia pode variar entre 2 e 6 t ha⁻¹. Corrêa et al. (2007) avaliando 37 variedades de azevém obteve produção máxima de matéria seca no terceiro corte do azevém comum de 1,0 t ha⁻¹, esta produtividade foi obtida no intervalo de 30 dias entre os cortes.

Na Tabela 4 apresentam-se os valores médios da concentração de nutrientes no tecido vegetal e as porcentagens médias de extração de nitrogênio, fósforo e potássio, pelo azevém e pela aveia, calculadas com base na produtividade e na concentração desses nutrientes na matéria seca.

Tabela 4. Valores médios da concentração de nutrientes no tecido vegetal e percentuais médios de remoção de N, P e K pelo azevém e pela aveia, quando cultivadas em SACs submetidos a diferentes cargas orgânicas provenientes da ARC efluente de filtros anaeróbios, e plantas testemunhas.

Parâmetros	Azevém				Aveia			
	SAC ₁	SAC ₃	SAC ₅	Test.	SAC ₂	SAC ₄	SAC ₆	Test.
N (dag kg ⁻¹)	2,20	2,13	2,42	1,30	1,85	3,35	2,76	1,68
Remoção de N (%)	15,6	13,2	22,3	-	4,6	0,8	0,8	-
P (dag kg ⁻¹)	0,16	0,16	0,18	0,13	0,24	0,22	0,19	0,14
Remoção de P (%)	9,0	8,8	15,0	-	4,5	0,5	0,5	-
K (dag kg ⁻¹)	2,0	3,0	3,4	2,8	2,5	2,1	2,1	0,70
Remoção de K (%)	7,2	7,8	14,2	-	3,1	0,2	0,3	-

SAC₁ = 653±470; SAC₂ = 686±447; SAC₃ = 1.297±305; SAC₄ = 1.260±130; SAC₅ = 1.394±426 e SAC₆ = 1.531±444 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DQO

As cargas de nutrientes aplicadas, neste trabalho, aos SACs (Tabela 3) foram inferiores àquelas aplicadas por outros, como Brasil et al. (2007) e Freitas (2006), respectivamente no tratamento, em SACs, de esgoto doméstico e águas residuárias da suinocultura. Na Tabela 4, observa-se que as concentrações de nutrientes no tecido foliar do azevém e da aveia ficaram muito próximas e, na maioria dos SACs, a aveia apresentou maior concentração de nutrientes, provavelmente em função do menor efeito diluição ocasionado pela menor produção de biomassa. Da fração de nutrientes removida do sistema, verifica-se que o azevém foi mais eficiente que a aveia, fato justificado pela maior produção de biomassa do azevém e não, propriamente, pela capacidade de absorção das espécies avaliadas.

Brasil et al. (2007) e Freitas (2006) verificaram que a taboa (*Typha* sp.) foi responsável pela retirada de apenas 1,69 e 4,50; 1,64 e 2,3 e 4,90 e 12,7% do N, P e K aportado ao sistema. Freitas (2006) também verificou que, com o cultivo do capim tifton-85 (*Cynodon dactylon* Pers.) em SACs, no tratamento de águas da suinocultura, foram obtidos valores de 5,3; 3,3 e 11,7% na remoção de N, P e K, respectivamente. As eficiências obtidas com o cultivo do azevém nos SACs, neste experimento, foram superiores às obtidas pelos referidos autores quando do cultivo da taboa e do capim tifton-85 em SACs, no tratamento de esgoto doméstico e água residuária da suinocultura, respectivamente. Matos et al. (2008) ao avaliar o capim tifton-85, verificou que este, além de se adaptar bem aos SACs utilizados no tratamento de águas residuárias de laticínios, foi capaz de remover grandes quantidades de nutrientes, que variaram de 216 a 544, 24 a 61 e 115 a 204 kg ha⁻¹, respectivamente para N, P e K.

Os teores de nutrientes encontrados na matéria seca do azevém foram superiores aos encontrados por Soumaré et al. (2003), exceto para o N e K nas plantas testemunhas e para o P em todas as plantas avaliadas. Esses autores obtiveram 1,35, 0,23 e 2,02 dag kg⁻¹, para N, P e K para o azevém cultivado com diferentes adubações químicas. As menores concentrações de P na matéria seca do azevém, quando comparadas às apresentadas na literatura (Soumaré et al., 2003), podem ser atribuídas à menor disponibilidade deste nutriente em função do tratamento da ARC com cal, formando compostos de baixa solubilidade. Os valores de N e K encontrados na matéria seca da aveia cultivada nos SACs deste experimento foram superiores aos valores encontrados por Santi et al. (2003), que obtiveram concentrações de N e K de 1,50 e 1,89 dag kg⁻¹, enquanto as concentrações de P foram semelhantes (P igual a 0,20 dag kg⁻¹). No entanto, foram inferiores aos valores obtidos por Nakagawa & Rosolem (2005) para N e P, quando avaliaram diferentes doses de adubação fosfatada e potássica, que obtiveram concentrações na matéria seca da aveia de 4,10, 0,52 e 1,24 dag kg⁻¹ para N, P e K, respectivamente.

A aveia pode alcançar até 26 dag kg⁻¹ de proteína bruta (Kichel & Miranda, 2000), enquanto o azevém pode atingir 24 dag kg⁻¹ (Stivari & Ribeiro Júnior, 2008). Os valores encontrados neste trabalho (Tabela 5) são inferiores aos valores máximos possíveis de serem obtidos, porém, estão próximos aos valores encontrados na literatura. Hellbrugge et al. (2008) obtiveram 13 dag kg⁻¹ de proteína bruta em pastagens de azevém, no início do crescimento e 8 dag kg⁻¹ na fase final de crescimento. Moreira et al. (2007), ao avaliarem a proteína bruta em plantas de aveia, cultivadas em sistema de plantio direto, obtiveram, em média, 16,9 dag kg⁻¹. Del Duca et al. (1999) obtiveram valores próximos a 16

dag kg⁻¹. Barro et al. (2006) obtiveram, para a aveia e azevém, conteúdos de proteína bruta respectivamente iguais a 11,5 e 14,5 dag kg⁻¹, quando cultivados a pleno sol.

Tabela 5. Proteína bruta (PB) e rendimento de proteína bruta (RPB) obtidos para as forrageiras quando aplicadas aos SACs, durante o cultivo, diferentes cargas orgânicas provenientes da ARC e pelas testemunhas.

Parâmetros	Azevém				Aveia			
	SAC ₁	SAC ₃	SAC ₅	Test.	SAC ₂	SAC ₄	SAC ₆	Test.
PB (dag kg ⁻¹)	13,7	13,3	15,1	8,1	11,5	20,9	17,2	10,5
RPB (kg ha ⁻¹)	1.017,2	1.100,9	2.107,5	125,4	316,8	66,6	85,5	40,7

SAC₁ = 653; SAC₂ = 686; SAC₃ = 1.297; SAC₄ = 1.260; SAC₅ = 1.394 e SAC₆ = 1.531 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DQO.

Observando-se os dados apresentados na Tabela 5, nota-se que o azevém apresentou rendimentos acumulados de proteína bruta de 3 (SAC₁/SAC₂ e testemunhas) a 25 vezes (SAC₅/SAC₆) superiores aos apresentados pela aveia. O valor médio obtido de rendimento acumulado de proteína bruta pelo azevém no SAC₅ foi superior aos 1.752,3 kg ha⁻¹ obtidos por Matos et al. (2003), ao cultivar azevém em rampas de tratamento de ARC e aos 705,2 kg ha⁻¹ ano⁻¹ obtidos por Gomes & Reis (1999), ao cultivar azevém em condições de pastejo. No entanto, para a aveia, os valores obtidos neste trabalho foram bem inferiores aos 640,8 kg ha⁻¹ obtidos por Matos et al. (2003) no cultivo da aveia, em condições semelhantes aos do azevém, e aos 843,39 kg ha⁻¹ ano⁻¹ obtidos por Gomes & Reis (1999).

De forma geral, o desempenho do azevém foi superior ao da aveia, avaliada neste trabalho, e da taboa e alternantera, quando cultivadas em SACs no tratamento da ARC, submetidas a cargas orgânicas semelhantes.

Torna-se importante ressaltar que as espécies vegetais cultivadas em SACs para o tratamento de águas residuárias devam ser eficientes na remoção de nutrientes do sistema, sobretudo de nitrogênio e fósforo, importantes fontes de poluição das águas. Assim, pode-se considerar que o azevém é uma espécie apta a ser cultivada em SACs, principalmente em relação ao tratamento da ARC, produzida entre maio a agosto, período de temperaturas amenas, em que espécies tropicais apresentam dificuldades de desenvolvimento.

CONCLUSÕES

O azevém apresentou melhor comportamento agrônomico (maior produtividade de matéria seca e proteína bruta) durante o período experimental, maior possibilidade de cortes e boa cobertura da superfície dos SACs, sendo mais adequado para ser cultivado em SACs utilizados no tratamento da ARC, quando comparado à aveia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, S.S. **Tratamento de água residuária de laticínios em sistemas alagados construídos cultivados com forrageiras**. Viçosa: UFV, 2006. 110p. (Tese de doutorado).
- BARRO, R.S.; SAIBRO, J.C.; SILVA, J.L.S.; VARELLA, A.; PIMENTA, C.M.; BRAMBILLA, D. M. Valor nutritivo de gramíneas anuais de inverno sob duas densidades de *Pinus elliotii* e sol pleno no RS. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul, 21, Grupo Campos, Pelotas, 2006. **Anais...** Pelotas: GTFCs, 2006. CD-ROM
- BRASIL, M.S.; MATOS, A.T.; SOARES, A.A. Plantio e desempenho fenológico da taboa (*Typha* sp.) utilizada no tratamento de esgoto doméstico em sistema alagado construído. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.12, n.3, p.266-272, 2007.
- CAMARGO, F.A.; ZONTA, E.; SANTOS, G.A.; ROSSIELO, R.O.P. Aspectos fisiológicos e caracterização de toxidez a ácidos orgânicos voláteis em plantas. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.523-529, 2001.
- CORRÊA, B.O.; MITTELMANN, A.; L STUMPF, M.T.; PERES, M.M.; DUARTE, P.R. Caracteres agrônomicos em populações locais de azevém no sul do Brasil. **Magistra**, v.19, n.4, p.274-282, 2007.
- DEL DUCA, L.J.A.; GUARIENTI, E.M.; FONTANELI, R.S.; ZANOTTO, D.L. Influência de cortes simulando pastejo na composição química de grãos de cereais de inverno. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.34, n.9, p.1607-1614, 1999.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 1999. 370p.
- FIA, R. MATOS, A.T.; FERREIRA, P.A.; TEODORO, P.E.P.; SCHUERY, F.C.; LUIZ, F.A.R. Desempenho agrônomico da *Thypha* sp. e *Alternanthera philoxeroides* Mart. utilizadas no tratamento de águas residuárias da lavagem e descascamento/despolpa dos frutos do cafeeiro em sistema alagado construído. **Engenharia na Agricultura**, v.16, n.4, 436-448, 2008.
- FREITAS, W. S. **Desempenho de sistemas alagados construídos, cultivados com diferentes espécies vegetais, no tratamento de águas residuárias da suinocultura**. Viçosa: UFV, 2006, 159p. (Tese de doutorado).
- 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.
- 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.

- HELLBRUGGE, C.; MOREIRA, F.B.; MIZUBUTI, I.Y.; PRADO, I.N.; SANTOS, B.P.; PIMENTA, E.P. Desempenho de bovinos de corte em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*) com ou sem suplementação energética. **Seminário: Ciências Agrárias**, v.29, n.3, p.723-730, 2008.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley, Califórnia: Califórnia Agricultural Experiment Station, 1950. 32p. (Circular 347).
- KICHEL, A.N.; MIRANDA, C. H.B. **Uso da aveia como planta forrageira**. Campo Grande: Embrapa Pecuária de Corte, 2000. (Divulga n.º 45).
- MARQUES, D.M. Terras Úmidas Construídas de Fluxo Subsuperficial. In: CAMPOS, J.R. (Coord.). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo**. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro, ABES, 1999. p.409-435.
- 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 Ambiente e Água**, v.3, n.1, p.43-53, 2008.
- MATOS, A.T.; PINTO, A.B.; PEREIRA, O.G.; BARROS, F.M. Alteração de atributos químicos no solo de rampas utilizadas no tratamento de águas residuárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.406-412, 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 despolpa dos frutos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.154-158, 2003.
- MATOS, A. T.; LO MONACO, P. A. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos e líquidos da lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro**. Viçosa: UFV/DEA, 2003. (Boletim técnico n. 7).
- MOREIRA, A.L.; REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; SARAN JUNIOR, A.J. Avaliação de forrageiras de inverno irrigadas sob pastejo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.6, p.1838-1844, 2007.
- NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A. Teores de nutrientes na folha e nos grãos de aveia-preta em função da adubação com fósforo e potássio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.441-445, 2005.
- PAULETTI, V.; BARCELLOS, M.; MOTTA, A.C.V.; MONTE SERRAT, B.; SANTOS, I.R. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral. **Scientia Agraria**, v.9, n.2, p.199-205, 2008.
- SANTI, A.; AMADO, T.J.C. ACOSTA, J.A.A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v.27, p.1075-1083, 2003.
- SILVA, D.J. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.
- SOUMARÉ, M.; TACK, F.M.G.; VERLOO, M.G. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. **Bioresource Technology**, v.86, p.15-20, 2003.
- SOUZA, V.Q.; PEREIRA, A.S.; KOPP, M.M.; COIMBRA, J.L.M.; CARVALHO, F.I.F.; LUZ, V.K.; OLIVEIRA, A.C. Dissimilaridade genética em mutantes de aveia tolerantes e sensíveis a ácidos orgânicos. **Bragantia**, v.64, n.4, p.569-575, 2005.
- STIVARI, A.; RIBEIRO JÚNIOR, J.R. **Pastagem de inverno**. São Paulo: SENAR, 2008. 15p. (Programa pecuária leiteira "ProLeite").