

AVALIAÇÃO DO RPB DE FORRAGEIRAS UTILIZADAS EM RAMPAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA LAVAGEM E DESPOLPA DE FRUTOS DO CAFEIEIRO¹

PINTO, A.B.²; MATOS, A.T.³; FUKUNAGA, D.C.⁴; FIA, R.⁵ e FONSECA, T.G.⁶

¹ Trabalho conduzido com recursos do CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ; ² Mestranda em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, (0XX31)38923278; <andressa@alunos.ufv.br>; ³ Professor Adjunto, D.S., Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, bolsista do CNPq, tel. (0XX31)38991886, <atmatos@mail.ufv.br>; ⁴ Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFV, bolsista de Iniciação Científica do CNPq; ⁵ Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental, UFV, bolsista de Iniciação Científica do CNPq; ⁶ Estudante de Engenharia de Agrimensura, UFV, estagiária do DEA/UFV, <tfg@bol.com.br>

RESUMO: Gramíneas forrageiras foram cultivadas com o objetivo de selecionar espécies para serem utilizadas como cobertura vegetal em rampas de tratamento de águas residuárias por escoamento superficial. As forrageiras utilizadas, azevém comum (*Lolium multiflorum*), aveia preta comum (*Avena strigosa Schreb*) e milheto (*Pennisetum americanum* L.), foram submetidas à aplicação de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do café (ARC), a uma taxa de 250 kg ha⁻¹ d⁻¹ de DBO₅, somente nos dias úteis. Para servirem como testemunhas, as mesmas espécies vegetais foram cultivadas, recebendo adubação convencional e água proveniente da rede de abastecimento local no mesmo volume que as demais receberam ARC. O rendimento acumulado de proteína bruta (RPB) foi de 1934, 1583 e 875kg ha⁻¹ para o azevém comum, o milheto e a aveia preta, respectivamente. A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitem concluir que, dentre às forrageiras estudadas, o azevém mostrou-se mais adequado para ser utilizado em rampas de tratamento de ARC por disposição sobre o solo, visto ter apresentado maior RPB, apesar de não ter diferido significativamente do RPB apresentado pelo milheto.

Palavras-chave: água residuária, café, gramíneas forrageiras, escoamento sobre o solo, rendimento.

PROTEIN YIELD EVALUATION OF FORAGES CULTIVATED IN SLOPE FOR WASHING AND PULPING OF COFFEE FRUITS WASTEWATER TREATMENT

ABSTRACT: Grasses forages were cultivated with the objective of selecting species for they are used as vegetable covering in slope of wastewater treatment system for overland flow. The common rye grass (*Lolium multiflorum*), the common black oat (*Avena strigosa Schreb*) and the pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) were submitted to the application of the washed and pulped coffee's fruits wastewaters (ARC). The application rate of the ARC was 250 kg ha⁻¹ d⁻¹ of DBO₅, five days a week. For they serve as

witness, the same grasses forages receiving conventional fertilization and water in the same volume that the others forage received wastewater. The protein yield (RPB) was of 1934, 1583 e 875kg ha⁻¹ for the common rye grass, the pearl millet and the common black oat, respectively. The obtained results showed that, within the studied grasses forages, the rye grass was shown more adapted to be used in slope of ARC treatment system for disposal soil, because it presented larger protein yield.

Key words: wastewater, coffee, grasses forages, overland flow, yield.

INTRODUÇÃO

Os grãos de café são produzidos e exportados por mais de 50 países em desenvolvimento, no entanto, a maior parte dos consumidores são países industrializados como os EUA, países europeus e Japão. O grão de café é o segundo produto mais comercializado no mundo, sendo de vital importância para o balanço comercial entre países desenvolvidos e em desenvolvimento (SILVA e BERBERT, 1999).

No Brasil, a cultura do cafeeiro foi introduzida no início do século XVIII e, até a atualidade, a cafeicultura é, sem dúvida, de notória importância e expressividade para a economia do país. Historicamente, os grãos de café produzidos no Brasil são destinados às exportações e ao consumo interno, sendo o país o maior produtor e exportador mundial. O Centro-Sul do país é a principal região cafeeira, abrangendo os Estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Paraná, com mais de 90% da produção nacional. Minas Gerais é o Estado responsável por cerca de 45-50% do café brasileiro, sendo que o Sul de Minas responde por 50% da produção mineira, seguido das regiões do Alto Paranaíba, Triângulo Mineiro e Zona da Mata (BUENO, 1998).

No Brasil, em virtude do método de colheita empregado, o produto colhido é constituído de uma mistura de frutos verdes, maduros (cereja e verdoengos), passas e secos, folhas, ramos, torrões e pedras. Os frutos devem ser limpos de impurezas e separados nas suas diversas frações para que possam ser secos separadamente. O fruto do cafeeiro poderá, então, ser processado de duas formas: por via seca, isto é, secando integralmente os frutos; ou por via úmida, que consiste na secagem dos frutos sem casca ou sem casca e sem mucilagem, dando origem aos grãos descascados e despulpados, respectivamente.

A atividade de lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro, necessária para redução do custo de secagem dos grãos e melhoria na qualidade da bebida, gera grandes volumes de águas residuárias, ricas em material orgânico em suspensão e constituintes orgânicos e inorgânicos em solução, de grande poder poluente (MATOS et al., 2000), além de grandes quantidades de resíduos sólidos.

O impacto que as águas residuárias da lavagem, descascamento e desmucilagem de frutos do cafeeiro (ARC) causam ao ambiente é grande, não somente pela carga orgânica contaminante que alcança os corpos d'água, mas também pelo grande volume de águas limpas que é utilizado no processamento do fruto e que é devolvido ao meio ambiente com qualidade muito inferior (CAMPOS, 1993).

Existem pouquíssimas informações sobre qualidade das águas residuárias provenientes do processamento do fruto do cafeeiro, pouco se conhecendo sobre as características físicas, químicas e biológicas destas águas. No Estado de Minas Gerais, as condições a serem obedecidas para lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora nos cursos d'água são regulamentadas pela Deliberação Normativa COPAM 010/86 (CAMPOS et al., 1998) que estabelece que, para o lançamento de águas residuárias em cursos d'água, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5 , 20°C) seja de, no máximo, 60 mg.L⁻¹ ou que a eficiência do sistema de tratamento para sua remoção seja superior a 85%, desde que não proporcione superação dos limites estabelecidos como padrões de qualidade para a classe de enquadramento do curso d'água.

Dentre as soluções propostas para tratamento de águas residuárias ricas em material orgânico, destaca-se a sua disposição direta sobre o solo, por ser uma alternativa viável, tendo em vista o baixo custo de implantação e a possibilidade de aproveitamento dos nutrientes contidos nessas águas.

A agricultura utiliza maior quantidade e pode tolerar águas de qualidade mais baixa que as requeridas pela indústria e para o uso doméstico. É, portanto, inevitável que exista crescente tendência para se encontrar na agricultura a solução dos problemas relacionados com a eliminação de efluentes (AYERS e WESTCOT, 1991).

Conforme PAGANINI (1997), a eficiência de um sistema de disposição controlada no solo depende de detalhes e cuidados construtivos, porém, é o sistema solo-planta que confere ao tratamento o aspecto de renovação, que evita a exaustão do solo. A vegetação de cobertura desempenha um papel importantíssimo, que é o de utilizar os elementos dispostos pelas águas residuárias por meio da retirada e da metabolização dos macro e microelementos necessários ao seu desenvolvimento.

CORAUCCI FILHO (1991) considera que um dos aspectos mais importantes do projeto de um sistema de tratamento por escoamento sobre o solo é a escolha e seleção do tipo de vegetação. Para o autor, os fatores que influenciam na seleção são: eficiência na remoção de nutrientes, adaptação às condições climáticas locais, tipo de solo e qualidade de água e tolerância da vegetação aos poluentes. Além disso, o ciclo da cultura deve coincidir com a época de geração da água residuária.

O presente trabalho se propôs a avaliar o rendimento de proteína bruta (RPB) das espécies forrageiras azevém comum (*Lolium multiflorum*), milheto (*Pennisetum americanum*) e aveia preta (*Avena*

strigosa schreb), tendo em vista que a estacionalidade destas forragens coincide com o período de colheita e processamento do café, além do seu conhecido valor nutritivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi implantado em área pertencente à Fazenda Laje, localizada no município de Viçosa, MG, a 689,73m de altitude, em longitude de 42° 52' 40" W (Grw) e latitude de 20° 45' 20" S.

Para montagem do experimento foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos definidos por três espécies forrageiras e duas qualidades de água aplicadas durante o período de cultivo. As espécies forrageiras cultivadas foram o azevém comum (*Lolium multiflorum*), aveia preta comum (*Avena strigosa schreb*) e o milheto (*Pennisetum americanum* L.). As duas qualidades de água aplicadas durante o cultivo das forrageiras foram água residuária da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro (ARC) e água da rede de abastecimento da propriedade agrícola (AA). Somente as parcelas em que foram aplicadas AA receberam adubação química convencional, de acordo com a análise química preliminar do solo da área experimental. As adubações foram realizadas 28 dias após a semeadura e, após cada corte das forrageiras, sendo aplicados 40kg.ha⁻¹ de K₂O e 40kg.ha⁻¹ de N, nas formas de cloreto de potássio e uréia, respectivamente.

No dia 05/05/2000, as espécies forrageiras foram semeadas em parcelas de 3,0m x 2,0m (6m²) com espaçamento de 0,20m entre linhas de plantio e 1,0m entre parcelas; em solo com declividade de 5%. As densidades de plantio utilizadas foram de 80kg· ha⁻¹ para a aveia preta comum, 30kg· ha⁻¹ para o azevém comum e 15kg· ha⁻¹ para o milheto.

As águas residuária provenientes da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro (ARC), coletadas em lagoa de sedimentação (Figura 1); e as águas da rede de abastecimento da propriedade agrícola (AA) foram acondicionadas em tanques de 500L e aplicadas nas parcelas, manualmente, por meio de regadores. Drenos superficiais captaram e conduziram o efluente das parcelas para fora da área experimental.

A aplicação da água residuária ocorreu apenas nos dias úteis, sob uma taxa equivalente a 250kg.ha⁻¹.dia⁻¹ de DBO₅. O controle da DBO₅ da ARC foi baseado em estimativa, obtida a partir de cálculos efetuados, utilizando-se equação matemática que relacionou condutividade elétrica e DBO₅ da ARC.

Durante a fase inicial de desenvolvimento das culturas, as gramíneas forrageiras receberam apenas AA e a partir do dia 05/06/2000 começou a aplicação de ARC nas parcelas experimentais definidas para recebê-la.



Figura 3 - Tanque de sedimentação para captação da ARC utilizada no experimento.

O material vegetal das parcelas experimentais foi cortado aos 68, 110 e 150 dias após sementeira a, aproximadamente, 8,0cm da superfície do solo em uma área útil de 2m², após a eliminação de 0,50m nas laterais e nas extremidades das parcelas. Os cortes foram feitos com o auxílio de um cutelo. A aveia preta sofreu um único corte aos 68 dias, enquanto no milho foram feitos dois cortes, 110 e 150 dias após sementeira e o azevém recebeu os três cortes.

Por ocasião dos cortes, cada parcela teve sua biomassa recolhida e pesada, no próprio local do experimento, por meio de balança tipo dinamômetro, para determinação da massa verde. Em seguida, foram separadas e encaminhadas, imediatamente, ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, três amostras de aproximadamente 300g do material de cada parcela experimental para determinação da pré-secagem. No laboratório, as amostras foram pesadas em balança digital e depois colocadas em estufa com circulação forçada de ar, sob uma temperatura de 65°C, por um período de 72 horas, para secagem. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa e tiveram sua massa novamente determinada. Esse material foi, então, moído em moinho tipo Willey, usando-se peneiras de 30 mesh e acondicionados em recipientes de vidro. Posteriormente, aproximadamente 3g de cada amostra moída foi seca em estufa a 105°C, a fim de se corrigir o conteúdo de matéria seca.

O nitrogênio total foi determinado com uso do método semimicro Kjeldahl e o fator de conversão de N para proteína bruta utilizado foi 6,25 (SILVA, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de proteína bruta (RPB) indica o quanto desta substância foi acumulado na planta, sendo obtido pelo produto entre a concentração do nitrogênio total e o rendimento da matéria seca em

cada corte.

No Quadro 2 estão apresentados os resultados do teste de médias dos rendimentos acumulados de proteína bruta das forrageiras e qualidade da água analisados separadamente já que não houve interação entre essas variáveis, conforme a análise de variância apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Análise de variância do rendimento acumulado de matéria seca (RMS) e do rendimento acumulado de proteína bruta (RPB) das gramíneas forrageiras avaliadas durante o período experimental

Fontes de variação	GL	RPB		
		SQ	QM	F
Blocos	3	2607012,0	869003,8	7,50
Forrageiras (F)	2	4657281,0	2328640,0	20,10**
Qualidade da água (A)	1	1290005,0	1290005,0	11,13**
(F x A)	2	46601,1	23300,5	0,20 ^{ns}
Resíduo	15	1738043,0	115869,5	—
Coeficiente de variação		23,2		

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não significativo.

Conforme é mostrado no Quadro 2, a gramínea forrageira azevém comum, apesar de não diferir estatisticamente ($P < 0,05$) do milheto, tendeu a apresentar maior rendimento de proteína bruta, $1.934,29\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, durante o período de experimentação. Tal comportamento foi, provavelmente, decorrente da maior produção de matéria seca ($11,71\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) desta forrageira, visto que, o teor protéico entre as forrageiras foi muito semelhante.

Embora o RPB de cada forrageira não tenha sido influenciado ($P < 0,05$) pela qualidade da água aplicada, nas parcelas experimentais onde foram aplicadas ARC, houve tendência do azevém comum em apresentar rendimento acumulado de proteína bruta superior aos obtidos pelo milheto e pela aveia preta. O valor médio obtido de rendimento acumulado de proteína bruta desta forrageira fertirrigada com ARC ($1752,26\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) superou o encontrado por GOMES e REIS (1999), que avaliando de 1994 a 1996 forrageiras anuais de estação fria, obtiveram $705,16\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de rendimento de proteína bruta para o azevém comum. No mesmo período, estes autores obtiveram, também, $843,39\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ de rendimento de proteína bruta para a aveia preta.

REIS et al. (1997) encontram $828,9\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de rendimento de proteína bruta para a aveia preta com 73 dias de idade, enquanto que neste trabalho, as parcelas semeadas com aveia preta e fertirrigadas com ARC apresentaram, aos 68 dias de idade, rendimento de $650,78\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, valor inferior aos obtidos pelos citados autores.

Quadro 2 - Médias dos rendimentos acumulados de proteína bruta, em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, obtido para diferentes forrageiras e pelo grupo de forrageiras quando aplicadas, durante o cultivo, águas de diferentes qualidades

Forragem	Qualidade da água		Médias
	¹ AA	² ARC	
Azevém comum	2116,31	1752,26	1934,29 a
Milheto	1872,28	1293,93	1583,11 a
Aveia preta	1099,42	650,78	875,10 b
Médias	1696,00 a	1232,32 b	

¹ Água da rede de abastecimento da propriedade agrícola, com adubação.

² Água residuária proveniente da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro, sem adubação.

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

PEREIRA (1991), trabalhando com o milheto, obteve valor médio de rendimento de PB de $930 \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{corte}^{-1}$, para o plantio tardio, realizado em final do mês de abril. Os valores encontrados no presente trabalho para esta forrageira, fertirrigada com ARC e semeada no início de maio, foi de $1293,93 \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, em dois cortes, o que corresponde a $646,97 \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{corte}^{-1}$, resultado inferior ao encontrado pelo citado autor. Os menores rendimentos de PB encontrados no milheto produzido neste trabalho estão, provavelmente, associados à redução na produção da gramínea, que deve ter ocorrido em virtude da semeadura tardia, evidenciando um efeito negativo do fotoperíodo e da temperatura sobre a cultura na época do ano em que foi cultivada neste experimento.

É desejável que as culturas utilizadas como cobertura vegetal em sistema de tratamento de águas residuárias por escoamento superficial sejam eficientes na remoção de nutrientes do solo, notadamente de nitrogênio, que quando mineralizado pode ser transformado em nitrato, ânion de alta mobilidade no solo e que coloca em risco a qualidade das águas subterrâneas. Sob esta lógica, o azevém comum seria uma forrageira adequada a esta finalidade, dado à sua maior capacidade de acumular nitrogênio na forma de proteína bruta nos seus tecidos.

De acordo com o que está apresentado no Quadro 2, foram verificadas diferenças ($P < 0,05$) entre as médias dos rendimentos de proteína bruta das forrageiras conforme a qualidade de água utilizada em seus cultivos. A maior média de rendimento de proteína bruta foi quando se utilizou AA, tendo sido alcançado valores de $1696,00 \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, como conseqüência do maior rendimento forrageiro ($9,73 \text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) alcançado com a aplicação desta qualidade de água, complementada com adubação química, durante o cultivo.

CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que, dentre às forrageiras estudadas, o azevém mostrou-se mais adequado para ser utilizado em rampas de tratamento de ARC por

disposição sobre o solo, visto ter apresentado maior rendimento acumulado de proteína bruta (RPB), apesar de não ter diferido significativamente do rendimento apresentado pelo milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S. e WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**.Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. il. Ver. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29)
- CAMPOS, L. P. R.; LOPES, A. L.; HORTA, A. H. L.; CARNEIRO, R. **Licenciamento ambiental: coletânea de legislação**. Belo Horizonte: FEAM, Projeto Minas Ambiente, 1998. 302p (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios, v.5)
- CORAUCCI FILHO, B., **Tratamento de esgotos domésticos no solo pelo método do escoamento superficial**. São Paulo, USP, 1991. 400 p. (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**. In: REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v.28, n.4, 1999 p.668-674
- PEREIRA, O.G. **Produtividade do milho (*Zea mays* L.), do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench), da aveia (*Avena sativa*), do milho (*Pennisetum americanum* L.) edo híbrido (*S. bicolor* x *S. sudanense*), e respectivos valores nutritivos sob forma de silagem e verde picado**. Viçosa, UFV, 1991. 86 p. (Tese de Mestrado).
- SILVA, J. S. e BEBERT, P. A. **Colheita, secagem e armazenamento de café**. Viçosa: Aprenda Fácil, 1999. 146 p.
- PAGANINI, W. S. **Disposição de esgotos no solo: (escoamento à superfície)**. São Paulo: Fundo Eeditorial da AESABESP, 1997.232p.
- SILVA, D. J. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**.Viçosa: UFV, 1998. 2ed. 165p. il.