



ARTIGO ORIGINAL

Thiago Fernandes Bernardes¹
Ricardo Andrade Reis²
Gustavo Rezende Siqueira³
Felipe Nogueira Domingues⁴
Aníbal Coutinho do Rêgo^{5*}

¹Universidade Federal de Viçosa – UFV, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Av. P. H. Hofls, s/n, Campus Universitário, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil

²Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Departamento de Zootecnia, Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, Vila Industrial, 14870-000, Jaboticabal, SP, Brasil

³Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, Departamento de Descentralização do Desenvolvimento, Av. Rui Barbosa, s/n, Zona Rural, CP 35, 14770-000, Colina, SP, Brasil

⁴Universidade Federal do Pará – UFPA, Campus Universitário de Castanhal, Faculdade de Veterinária, Rua Maximino Porpino, 1000, Pirapora, 68743-000, Castanhal, PA, Brasil

⁵Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Instituto de Saúde e Produção Animal, Av. Presidente Tancredo Neves, 2501, Montese, 66077-530, Belém, PA, Brasil

Autor Correspondente:

*E-mail: anibalcr@hotmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Aditivo
Brachiaria brizantha
Ensilagem
Fermentação
Perdas

KEYWORDS

Additives
Brachiaria brizantha
Silage
Fermentation
Losses

Produção de efluente de silagens de capim-marandu contendo polpa cítrica peletizada

Production of marandu grass silage effluent with pelletized citric pulp

RESUMO: As perdas via efluente estão associadas principalmente com o alto teor de umidade da forragem, sendo que a utilização de aditivos absorventes no momento da ensilagem pode evitar a produção excessiva de efluente. Objetivou-se com este trabalho quantificar as perdas pela produção de efluente e analisar qual o potencial da polpa cítrica peletizada (PCP) para reduzir a sua produção. No momento da ensilagem, foi utilizado o capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu], colhido aos 58 dias de crescimento. Foram utilizados silos experimentais de PVC, nos quais a forragem foi compactada para atingir densidade de 900 kg m⁻³. Os tratamentos constituíram-se de três concentrações de PCP (0, 5 e 10%, com base na matéria natural) e cinco tempos de coleta do efluente. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso com quatro repetições, utilizando-se, o esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator das parcelas, os tratamentos, e o fator atribuído à subparcela, o tempo. O alto conteúdo de umidade da forragem propiciou elevada quantidade de efluente, principalmente durante os dois primeiros dias de ensilagem. A presença da PCP reduziu de maneira significativa a produção de efluente, mostrando-se eficiente na redução das perdas. As equações propostas para estimar a quantidade de efluente produzido não foram adequadas neste estudo, sendo que o efeito da alta compactação alcançada ficou evidenciado em relação às perdas ocasionadas durante a fermentação.

ABSTRACT: Losses through effluent are mainly associated with forage high moisture rates that can be avoided through the use of absorbent additives at silage. This assay quantifies losses by effluent production and analyzes the potentiality of pelletized citric pulp (PCP) to reduce its production. Marandu grass (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) harvested at the 58th day of growth was employed at silage. Forage was compacted to reach a density of 900 kg m⁻³ in experimental PVC silos. Treatments comprised three PCP concentrations (0, 5 and 10%, based on natural matter) and five periods in which the effluent was collected. Experimental design was totally randomized, with four repetitions, in split-plots. Treatments were the factors of the plots and time was the factor attributed to the split-plot. High moisture contents of forage provided great quantities of effluents, especially during the first two days of silage. PCP decreased effluent production significantly and was efficient in reducing losses. In this study, the equations used to estimate the amount of effluent produced were not adequate. Great compaction effects were evidenced with regard to losses, which occurred during fermentation.

1 Introdução

A origem das perdas de um alimento ensilado está relacionada com a respiração residual, a fermentação e a produção de efluente no silo; durante a secagem no campo, dá-se a fermentação secundária, e a deterioração aeróbia, durante a secagem e após a abertura do silo. Essas perdas em conjunto podem alcançar de 7 a 40% e aquelas envolvidas com a produção de efluentes podem contribuir com mais de 7% do total (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Segundo Khorvash et al. (2006), as perdas por efluente resultam em decréscimo no valor nutricional da silagem e grandes riscos de poluição ambiental, principalmente de cursos d'água (HOODA et al., 2000). Quando o efluente é escoado para tais cursos, as substâncias nele contidas são utilizadas por microrganismos e, durante o processo, parte ou todo o oxigênio presente na água pode esgotar-se. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do efluente da silagem é excepcionalmente maior do que a do esgoto doméstico, sendo este considerado um sério poluente para os lençóis freáticos (LOURES et al., 2003).

Woolford (1978) relatou que a DBO do efluente é de 90.000 mg de $O_2 L^{-1}$, enquanto que a DBO do esgoto doméstico é de 500 mg de $O_2 L^{-1}$. McDonald, Henderson e Heron (1991) verificaram na literatura que a demanda bioquímica de oxigênio varia de 40.000 a 90.000 mg de $O_2 L^{-1}$ de efluente. Loures et al. (2003) observaram em silagens de capim-elefante que a DBO do efluente foi de 14.597 mg de $O_2 L^{-1}$, sendo considerada abaixo dos valores observados na literatura. Porém, esse valor é considerado ainda muito alto e com grande potencial de poluição. Alguns trabalhos têm mostrado que as perdas por efluente podem ser evitadas utilizando-se aditivos absorventes (BERNARDINO et al., 2005) ou adotando o pré-emurhecimento (TAVARES et al., 2009) na ensilagem.

Woolford (1978) relatou que o volume de efluente produzido em um silo é influenciado, principalmente, pelo conteúdo de matéria seca da espécie forrageira ensilada e pelo grau de compactação, além de outros fatores, tais como: tipo de silo, pré-tratamento mecânico da forragem, dinâmica de fermentação e fertilização do solo.

Na Grã Bretanha, a principal fonte de poluição vinda da agricultura é relativa ao efluente produzido pela ensilagem de gramíneas. No Brasil, pouco se tem feito para avaliar os aspectos quantitativos das perdas por efluente durante a ensilagem. Dessa forma, objetivou-se quantificar as perdas pela produção de efluente e analisar qual o potencial da polpa cítrica peletizada (PCP) para reduzir a produção de efluente.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, que

está situada no município de Jaboticabal, Estado de São Paulo, a $21^{\circ} 15' 22''$ de latitude sul e $48^{\circ} 18' 58''$ de longitude a oeste de Greenwich, e a uma altitude aproximada de 595 m. O clima é classificado como Aw, tropical úmido com inverno seco, pelo sistema internacional de Köppen. Sendo assim, apresenta temperatura média anual máxima de $22,3^{\circ} C$ e mínima de $15,2^{\circ} C$, no mês mais frio. A precipitação pluvial média é de aproximadamente 1.400 mm, com 85% das chuvas concentradas nos meses de outubro a março.

O capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu] foi colhido em uma área pertencente à FCAV/UNESP, estabelecida em um Latossolo Vermelho Eutrófico típico, com textura de muito argilosa a moderado caulítico-oxítico mesoférrico, de relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006), cuja análise química foi realizada no mês de agosto de 2001 (Tabela 1).

Anteriormente, a área havia sido fertilizada com $150 kg ha^{-1}$ de ureia no mês de novembro de 2001, quando foi realizada uma colheita para produção de silagem. Para tanto, foi efetuada uma nova aplicação de $150 kg ha^{-1}$ de ureia durante o mês de janeiro de 2002, logo após o corte de rebaixamento da forragem.

A colheita foi realizada no dia 25 de março de 2002, quando o capim apresentava 58 dias de crescimento vegetativo (Tabela 2), utilizando-se colhedora marca JF modelo Z10, regulada para que o corte fosse realizado a 15 cm do solo, obtendo-se tamanhos de partícula entre 2 e 5 cm. Deve-se destacar que esse equipamento normalmente é empregado para colheita de culturas como milho e sorgo; em razão desse fato, foram obtidos tamanhos de partícula inferiores aos das colhedoras utilizadas para o corte de capins tropicais.

A forragem colhida foi submetida aos seguintes tratamentos: ensilagem do capim-marandu diretamente após o corte; ensilagem do capim-marandu com adição de 5% de PCP, e ensilagem do capim-marandu com adição de 10% de PCP, com base na matéria natural.

Nos tratamentos com PCP, a sua adição ocorreu no momento anterior ao enchimento dos silos, efetuando-se perfeita homogeneização com a forragem colhida diretamente após o corte.

Para confecção dos silos experimentais, foram utilizados tubos de PVC com 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, com tampas de PVC apropriadas para garantir a vedação adequada. Em sua parte inferior, foi adaptada uma tubulação pela qual ocorreu o escoamento do líquido produzido. Na extremidade de cada silo, foi confeccionada uma válvula para escape dos gases produzidos.

A forragem foi compactada com auxílio de bastões de ferro, com acomodação de camadas de aproximadamente 10 cm de espessura, atingindo uma densidade de $900 kg m^{-3}$. Com a

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental.

pH em $CaCl_2$	MO $g dm^{-3}$	P resina $mg dm^{-3}$	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ + Al ³⁺	SB	V%
5,5	28	24	4,3	26	15	30	45	59

Fonte: Laboratório de análise do solo – FCAV/UNESP. MO: matéria orgânica; SB: soma de bases; V: saturação por bases. Profundidade: 0 a 20 cm.

acomodação final da forragem, os silos foram fechados e estes foram armazenados em local protegido, mantido à temperatura ambiente.

Durante os cinco primeiros dias, o volume de efluente foi coletado duas vezes ao dia, sendo uma pela manhã e outra no final da tarde. O volume de efluente de cada silo foi medido com auxílio de uma proveta e, logo após, armazenado em freezer. Após o quinto dia de coleta, não foram observadas produções de efluente, sendo as tubulações de escoamento então vedadas.

Foram utilizadas duas equações para estimar a produção de efluente das silagens, sendo a primeira equação proposta por Sutter (1957), em que o volume de efluente produzido foi obtido por meio do conhecimento do conteúdo de matéria seca da cultura no início da ensilagem, pela fórmula: $V = 669,4 - 2,24MS$. A segunda equação utilizada foi a proposta por Haigh (1999), representada por: $V = 12.983 - 0,051MS$. Nas duas equações, o volume de efluente foi expresso em $L\ t^{-1}$ de silagem e o conteúdo de matéria seca, em $g\ kg^{-1}$.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator das parcelas os tratamentos e o fator atribuído à subparcela, o tempo. Os dados foram analisados utilizando o Programa de Análise Estatística ESTAT, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, pelos procedimentos da análise de variância, sendo que, para comparação entre médias, empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 Resultados e Discussão

Além do teor de umidade do material ensilado, a compactação da massa influencia diretamente na quantidade de efluente produzida. Outros fatores também contribuem de forma indireta na produção de efluente, como, por exemplo, a profundidade e a largura do silo.

Tabela 2. Características da forrageira no momento da ensilagem.

Parâmetros	
Idade (dias)	58
Altura (cm)	105
Massa de forragem ($t\ ha^{-1}$ de MS)*	7,1
Folha (%)*	54
Caule (%)*	46

*Corte realizado a 15 cm do solo.

Houve efeito ($p < 0,05$) do tempo de ensilagem e alteração do teor de matéria seca da silagem, sob a produção de efluente (Tabela 3). Contudo, a partir do terceiro dia de ensilagem, não foi observada diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

Mais de 80, 75 e 30% do total do efluente foram produzidos no primeiro dia de ensilagem, para as silagens com 0, 5 e 10% de PCP, respectivamente. Ao avaliar silagens de capim-elfante com alto teor de umidade (13% de MS), submetidas a densidades de compactação (356 a $791\ kg\ m^{-3}$), Loures et al. (2003) observaram que 55% da produção de efluente ocorreu nos dois primeiros dias de ensilagem, em todas as compactações, enquanto Fisher et al. (1981), ao analisarem a produção de efluente de silagens de gramíneas ensiladas com alta umidade, constataram que 75% do efluente foi produzido durante os primeiros cinco dias após a ensilagem.

Segundo Woolford (1984), o esgotamento da disponibilidade de oxigênio do material ensilado contribui para ruptura da membrana celular da planta, facilitando a perda de água da célula. Nesse sentido, a elevada produção de efluente no primeiro dia de ensilagem pode ser devida à integridade da membrana celular, cuja resposta do efluente pode ser acompanhada de forma similar. Ainda segundo Woolford (1984), quando a fermentação afeta a membrana celular da planta, a produção de efluente ocorre nos primeiros estágios da ensilagem, conforme observado no presente trabalho. Outro fator relacionado a esse fato é a elevada compactação exercida durante a ensilagem ($900\ kg\ m^{-3}$), pois, segundo Gordon (1967), o excesso de água e a seiva das células da forragem são extraídos pela compactação e percolam como efluente através do material ensilado.

A existência de relação entre pressão aplicada e a produção de efluente é sustentada por vários resultados experimentais (WOOLFORD, 1978). Jones e Jones (1995) constataram, em uma série de experimentos com prensa hidráulica, que a produção de efluente aumentava com a pressão aplicada à silagem.

A forma geométrica e o tamanho do silo também exercem grande influência sobre o tempo e a quantidade de escoamento do efluente. Zimmer (1964) observou maior fluxo em silos do tipo torre, em relação aos de trincheira. No presente experimento, os silos são similares ao tipo torre e também possuem pequeno tamanho, razão pela qual houve contribuição para o grande escoamento de líquido durante os primeiros dias de ensilagem.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, pode-se inferir que, conforme o teor de matéria seca é elevado, pela

Tabela 3. Produção diária e total de efluente ($L\ t^{-1}$ de silagem) associada à adição de polpa cítrica peletizada em silagens de capim-marandu.

Silagens (%PCP)	Dias					Média	CV (%)	Total
	1	2	3	4	5			
0	87,7 Aa	7,7 Ab	6,8 Abc	4,1 Abc	3,0 Ac	21,9	10,1	109,3
5	54,0 Ba	4,3 ABbc	7,3 Ab	3,3 Abc	2,7 Ac	14,3	-	71,7
10	5,2 Ca	2,8 Ba	5,1 Aa	2,9 Aa	1,3 Aa	3,5	-	17,5
Média	48,9	5,0	6,4	3,4	2,3	-	-	-
CV (%)	16,4	-	-	-	-	-	-	5,0

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). CV: coeficiente de variação.

Tabela 4. Produção de efluente ($L\ t^{-1}$ silagem) observada durante cinco dias de coleta e produção estimada pelas equações propostas por Sutter (1957) e Haigh (1999), para silagens com diferentes proporções de polpa cítrica peletizada.

Silagens (% PCP)	Produção de efluente		
	Observada	Estimada	
		Sutter (1957)	Haigh (1999)
0	109,3	131,8	0,7
5	71,7	64,6	-0,8
10	17,5	-2,6	-2,3

adição de PCP, a produção de efluente decresce ($p < 0,05$). Tavares et al. (2009), avaliando silagem de capim-tanzânia, observaram que, à medida que se aumentou o teor de matéria seca, pela adição de polpa cítrica ou pelo emurchecimento, a produção de efluente decresceu e cessou, respectivamente. Fransen e Strubi (1998) também mencionaram o efeito da menor produção de efluente pela adição de aditivos absorventes, que promoveram a elevação do teor de matéria seca da forragem.

O efeito do teor de umidade na produção de efluente é amplamente citado na literatura, sendo que diversos autores estudaram leguminosas e gramíneas, e obtiveram diminuição na produção, à medida que o teor de matéria seca aumentou (JONES; JONES; MOSELEY, 1990; REYNOLDS; WILLIAMS, 1995; JONES; JONES, 1995; FRANSEN; STRUBI, 1998; HAIGH, 1999; PAZIANI et al., 2006).

A adição de 5% e 10% de PCP reduziu em 35 e 85% a produção total de efluente, respectivamente, quando comparado ao tratamento controle. A polpa cítrica peletizada possui alto poder higroscópico, podendo elevar o seu peso em 145% quando em contato com forragens úmidas (RIBEIRO et al., 2009).

Ao avaliar silagens de capim-marandu cortado aos 54 dias de crescimento vegetativo, com adição de 10% de PCP ou casca de soja peletizada, Ribeiro et al. (2009) observaram que as silagens com inclusão de aditivos apresentaram reduções nas perdas por efluente em relação às silagens controle. Observa-se que a capacidade absorvente dessas fontes e o aumento do teor de MS das silagens, próximo de 30%, justificam as menores perdas.

Pelo fato de a produção de efluente ser diretamente proporcional ao conteúdo de umidade da forragem ensilada, diversos autores propuseram algumas equações de regressão, tendo como objetivo estimar a quantidade de efluente produzido, em função do teor de matéria seca presente na forragem.

Podem-se observar, na Tabela 4, os dados obtidos para a produção de efluente, estimados por meio das duas equações. Observa-se que a fórmula proposta por Sutter (1957) superestimou a produção de efluente para as silagens controle e subestimou tal produção, para as demais silagens. Por outro lado, a fórmula proposta por Haigh (1999) subestimou a produção de efluente para todas as silagens, se for fixado o conteúdo de matéria seca destas.

As silagens com 0, 5 e 10% de polpa cítrica apresentaram, em média, 24,1; 27,0; 30,2% de matéria seca no momento da ensilagem, respectivamente. De acordo com a equação de Sutter, valores de MS próximos a 29,8% seriam necessários para eliminar a produção de efluente, enquanto que a

equação de Haigh (1999) estima valores de 25,4% de MS para que a produção de efluente seja nula.

Indica-se, dessa forma, que outros parâmetros devem estar correlacionados com as perdas por efluente e não somente o teor de matéria seca. Segundo Loures et al. (2003), com a intensificação da compactação para obter-se maior densidade da massa ensilada, haveria maior chance de aumentos na produção de efluente, sendo que esse efeito depende do teor de matéria seca da planta ensilada.

4 Conclusões

Na ensilagem de capim-marandu com baixo teor de matéria seca, ocorreu elevada produção de efluente, a qual se deu durante os primeiros dias de ensilagem.

A presença de 10% de polpa cítrica peletizada reduziu em 85% a produção total de efluente, evidenciando o seu grande poder absorvente.

As equações propostas para estimar a quantidade de efluente produzido não se mostraram adequadas neste estudo, havendo uma subestimação dos resultados, possivelmente por não considerarem o efeito da compactação e a presença da polpa cítrica.

Referências

- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, A. L.; PEREIRA, O. G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-Elefante contendo diferentes níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 6, p. 2185-2191, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000700004>
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.
- FISHER, L. J.; ZURCHER, P.; SHELFORD, J.; SKINNER, J. Quantity and nutrient content of effluent losses from ensiled high moisture grass. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 61, n. 2, p. 307-312, 1981. <http://dx.doi.org/10.4141/cjps81-043>
- FRANSEN, S. C.; STRUBI, F. J. Relationships among absorbents on the reduction of grass silage effluent and silage quality. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 10, p. 2633-2644, 1998. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75821-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75821-7)
- GORDON, C. H. Storage losses in silage as affected by moisture content and structure. *Journal of Dairy Science*, v. 50, n. 3, p. 397-403, 1967. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(67\)87434-4](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(67)87434-4)

- HAIGH, P. M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silos. *Grass and Forage Science*, v. 54, n. 3, p. 208-218, 1999. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2494.1999.00172.x>
- HOODA, P. S.; EDWARDS, A. C.; ANDERSON, H. A.; MILLER, A. A review of water quality concerns in livestock farming areas. *Science of the Total Environment*, v. 250, n. 1-3, p. 143-167, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00373-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00373-9)
- JONES, D. I. H.; JONES, R. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 60, n. 1, p. 73-81, 1995. <http://dx.doi.org/10.1006/jaer.1995.1001>
- JONES, D. I. H.; JONES, R.; MOSELEY, G. Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. *Journal of Agricultural Science*, v. 115, n. 3, p. 399-408, 1990. <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600075857>
- KHORVASH, M.; COLOMBATTO, D.; BEAUCHEMIN, K. A.; GHORBANI, G. R.; SAMEI, A. Use of absorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 86, n. 1, p. 97-107, 2006.
- LOURES, D. R. S.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SOUZA, A. L. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-Elefante sob diferentes níveis de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1851-1858, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000800007>
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. *Biochemistry of silage*. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340 p.
- PAZIANI, S. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; PEDROSO, A. F.; MARI, L. J. Influência do teor de matéria seca e do inoculante bacteriano nas características físicas e químicas da silagem de capim Tanzânia. *Acta Scientiarum. Animal Science*, v. 28, n. 3, p. 265-271, 2006.
- REYNOLDS, A. M.; WILLIAMS, A. G. A model of silage consolidation and effluent flow. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 61, n. 3, p. 173-182, 1995. <http://dx.doi.org/10.1006/jaer.1995.1044>
- RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; QUEIROZ, O. C. M.; SANTOS, M. C.; SCHMIDT, P. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-Marandu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000200003>
- SUTTER, A. *Problem of waste effluent from silage making and feeding of silage*. European Productivity Agency of the Organization for European Economic Co-operation, 1957. Project n° 307:74-82.
- TAVARES, V. B.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; FIGUEIREDO, H. C. P.; ÁVILA, C. L. S.; LIMA, R. F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurhecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 1, p. 40-49, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000100006>
- WOOLFORD, M. K. The problem of silage effluent. *Herbage Abstracts*, v. 48, n. 10, p. 397-403, 1978.
- WOOLFORD, M. K. *The silage fermentation*. New York, 1984. 305 p.
- ZIMMER, E. Investigations on the seepage fluid from silage. *Wirtschaftseigene Futter*, v. 10, n. 1, p. 63-75, 1964.