

## Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz

*Losses, fermentative profile and chemical composition of "Brachiaria decumbens" silage with inclusion of rice meal*

NEGRÃO, Fagton de Mattos<sup>1\*</sup>; ZANINE, Anderson de Moura<sup>2</sup>; SOUZA, Alexandre Lima de<sup>2</sup>; CABRAL, Luciano da Silva<sup>1</sup>; FERREIRA, Daniele de Jesus<sup>3</sup>; DANTAS, Carlos Clayton Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Zootecnia, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Zootecnia, Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

\*Endereço para correspondência: fagton\_negrao@hotmail.com

### RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos do farelo de arroz sobre as perdas por gases e efluente, o perfil fermentativo e a composição química das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk ensilado em silos de laboratório. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: 0; 10; 20, 30 e 40g/kg de farelo de arroz, com base na matéria natural da gramínea. Os valores das perdas por gases e efluentes foram reduzidos linearmente em 0,11 e 0,39g/kg MS, enquanto a recuperação da matéria seca aumentou linearmente em 0,32g/kg MS. Houve comportamento quadrático nos valores de pH e, redução linear para os valores de N-amoniacal e poder tampão, estimados em 1,1 e 0,5g/kg MS. As concentrações de ácido acético, butírico e propiônico foram reduzidas linearmente em 0,1; 0,008 e 0,006g/kg MS, enquanto a de ácido láctico aumentou linearmente em 0,5g/kg MS. Cada unidade percentual de farelo de arroz promoveu aumento linear de 4,3; 1,8; 7,1 e 7,0g/kg nos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais, e redução linear de 6,9; 4,3 e 2,6g/kg MS nos teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose. A inclusão de 10g/kg de farelo de arroz já assegura diminuição das perdas por gases e efluentes, aumento na recuperação de matéria seca, proporcionando melhorias no perfil fermentativo e na composição química das silagens.

**Palavras-chave:** coproduto, efluente, fermentação, valor nutricional

### SUMMARY

The objective was to assess the effects of rice meal over losses by gas and effluent, the fermentative profile and the chemical composition of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk silage in laboratory bags. Entirely random lining was used, with five treatments: 0; 10; 20; 30 and 40g/kg rice meal, based on natural grass matter. The values of losses by gas and effluents were reduced linearly in 0.11 and 0.39g/kg DM, while recovery of dry matter increased linearly in 0.32g/kg DM. There was quadratic behavior for pH values and linear decrease for the values of N-ammoniacal and buffering power estimated in 1.1 and 5g/kg DM. Concentrations of acetic, butyric and propionic acids were reduced linearly in 0.1; 0.008 and 0.006g/kg DM, while lactic acid increased linearly in 0.5g/kg DM. Each 1g/kg rice meal promoted linear increase of 4.3; 1.8; 7.1 and 7.0g/kg dry matter levels, crude protein, ethereal extract and total digestible nutrients and linear decrease of 6.9; 4.3 and 2.6g/kg DM of fiber in neutral detergent, fiber in acidic detergent and hemicellulose levels. Inclusion of 10g/kg rice meal already ensures lowering losses by gas and effluents, increase in dry matter recovery, allowing improvements on the fermentative profile and the chemical composition of silage.

**Keywords:** byproduct, effluent, fermentation, nutrition value

## INTRODUÇÃO

Um dos principais entraves da produção animal a pasto na região Tropical está associado à grande variação no crescimento das forrageiras ao longo do ano devido à flutuação climática. Nessa premissa, a silagem de capim produzida na estação chuvosa, a partir do próprio pasto, é uma alternativa para suprir a baixa produtividade dos pastos na época seca.

Entretanto, a presença do alto teor de umidade e o baixo teor de carboidratos solúveis são fatores que limitam o adequado processo fermentativo da silagem de capim, impedindo o rápido declínio do pH. Este fato permite que ocorram fermentações por bactérias do gênero *Clostridium* (FERREIRA et al., 2013), ocasionando silagens de baixa qualidade, por meio da perda de nutrientes através da lixiviação dos nutrientes pela elevada quantidade de efluente produzido, além das perdas por gases.

Alguns aditivos podem ser empregados com a finalidade de absorver a umidade de silagens de capim e melhorar o perfil fermentativo, como, por exemplo, a casca de café (BERNARDINO et al., 2005), o farelo de trigo (ZANINE et al., 2006ab), a raspa de mandioca (ZANINE et al., 2010), o farelo de arroz, a casca de soja e o fubá de milho (MONTEIRO et al., 2011), podendo ainda proporcionar aumento no valor nutritivo da silagem.

O farelo de arroz apresenta boas características e potencialidade, que provém do beneficiamento do grão de arroz, e é constituído pelos tegumentos que envolvem o grão, removidos no processo de beneficiamento do cereal para a alimentação humana (ANDRIGUETTO, 1981).

Assim, os estudos a fim de estabelecer os níveis corretos de farelo de arroz para permitir a melhoria na fermentação e valor nutritivo e, para reduzir perdas por gases e efluentes são necessárias. Nesse contexto, visando um melhor aproveitamento da silagem de capim *Brachiaria decumbens* e proporcionar um destino mais econômico e ambientalmente racional para esse coproduto da indústria, foi realizado um experimento com objetivo avaliar o efeito da inclusão de farelo de arroz na ensilagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sobre as perdas por gases e efluentes, o perfil fermentativo e a composição química das silagens de capim.

## MATERIAL E MÉTODOS

O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Tropical, caracterizando-se por duas estações bem definidas: seca entre os meses de abril a setembro e chuvosa entre os meses de outubro a março.

A espécie forrageira utilizada foi o capim *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, proveniente de pasto já estabelecido, de aproximadamente 0,5ha, da área experimental do Setor de Forragicultura. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos avaliados foram: silagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, silagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com 10g/kg de farelo de arroz, silagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com 20g/kg de farelo de arroz, silagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com 30g/kg de farelo de arroz e silagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com

40g/kg de farelo de arroz, com base na matéria natural da gramínea.

O farelo de arroz e o capim *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, correspondentes a cada tratamento, foram homogeneizados sobre lona plástica, sendo, em seguida, acondicionadas em silos experimentais com capacidade aproximada de 10L e compactados manualmente. Em cada silo colocou-se aproximadamente 1,4kg da matéria natural da mistura, correspondendo a uma densidade de 550kg m<sup>3</sup>. Os silos foram dotados de válvula do tipo Bunsen, adaptada em sua tampa, de forma a permitir o escape dos gases provenientes do processo de fermentação. No fundo de cada silo experimental foram colocados 3kg de areia, separados da forragem por uma camada de tecido de algodão, de

maneira que fosse possível medir a quantidade de efluentes produzida.

No momento da ensilagem foi coletada uma amostra de 500g da forragem verde picada e da forragem contendo farelo de arroz, homogeneizado e acondicionadas em sacos de papel e pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar com temperatura de 55°C, por 48 horas. As amostras pré-secas foram pesadas e moídas em moinho de facas tipo Thomas-Willey, provido com peneira de malha com crivos de 1mm de diâmetro. As amostras moídas foram guardadas em recipientes de polietileno para posteriores análises (Tabela 1) dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme metodologias descritas por Van Soest et al. (1991).

Tabela 1. Valores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do farelo de arroz e das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com diferentes níveis de farelo de arroz, no momento da ensilagem

Variável	Farelo de arroz (g/kg)	Nível de farelo de arroz (g/kg)				
		0	10	20	30	40
MS <sup>1</sup>	900,1	241,0	260,3	292,5	315,0	421,8
PB <sup>2</sup>	160,6	62,6	88,7	112,6	123,9	133,4
EE <sup>2</sup>	161,4	23,2	64,1	113,6	126,8	145,2
FDN <sup>2</sup>	268,9	554,1	309,9	273,2	243,4	220,8
FDA <sup>2</sup>	137,6	263,5	221,0	199,9	183,0	178,8

<sup>1</sup>g/kg; <sup>2</sup>g/kg MS.

Após a ensilagem, os silos foram armazenados em temperatura ambiente até a sua abertura, a qual ocorreu 40 dias após.

As perdas de matéria seca das silagens nas formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso. As perdas por gases foram obtidos pela percentagem de matéria seca perdido, obtido por redução do peso da matéria

seca da ensilagem. As perdas por efluentes foram obtidos pelo peso de retenção de efluentes na areia e expresso em g/kg de matéria verde ensilada.

A recuperação de matéria seca foi estimada em percentagem de matéria seca, permanecendo no silo de abertura, quando comparada com a matéria seca inicial.

Durante as amostragens foram desprezados os 5cm da porção superior e inferior dos silos, coletando-se amostras de silagem do centro geométrico dos silos experimentais. A silagem foi manualmente removida e recolhida em bandeja de plástico para homogeneização.

A primeira amostra da silagem (aproximadamente 500g) foi coletada no momento da abertura, acondicionada em sacos plásticos identificados e congelada para análise do pH, onde coletaram-se subamostras de aproximadamente 25g, às quais foram adicionados 100mL de água destilada, e, após repouso por duas horas, efetuou-se leitura do pH, utilizando-se de um potenciômetro de bancada (VAN SOEST et al., 1991). Em outra subamostra de 25g, adicionaram-se 200mL de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2N, permanecendo em repouso por 48 horas para, em seguida, efetuou-se a filtração em filtro tipo Whatman 54. Este filtrado foi acondicionado em geladeira, para posterior determinação de N-amoniaco (AOAC, 1990). O poder tampão (PT) foi analisado pelo método descrito por Playne & McDonald (1966).

Para determinação dos ácidos orgânicos, aproximadamente 25g de silagem fresca foram diluídas em 250mL de água destilada e homogeneizadas em liquidificador industrial durante um minuto. O extrato aquoso resultante foi filtrado em filtro de papel, e 100mL foram acidificados com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50% e, posteriormente, filtradas em papel de filtração rápida (KUNG JUNIOR. & RANJIT, 2001). Em 2mL deste filtrado foram adicionados 1mL de solução de ácido metafosfórico 20% e 0,2mL de solução de ácido fênico 1%, utilizado como padrão interno. A determinação dos ácidos láctico, acético, butírico e propiônico foi realizada por cromatografia líquida de alto desempenho

(HPLC), segundo metodologia descrita por Mathew et al. (1997).

A outra amostra da silagem (aproximadamente 500g) foi submetida à pré-secagem, por 48 horas, em estufa com circulação forçada de ar regulada a 55°C e, em seguida, foi moída em moinho estacionário tipo faca Thomas-Willey dotadas de peneira com crivo de 1mm, e guardadas em recipientes de polietileno para posterior avaliação da composição química.

Foram realizadas análises laboratoriais para a determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), segundo metodologias descritas por Van Soest et al. (1991). As análises de FDN e FDA foram feitas de forma sequencial, utilizando amilase estável, e os resultados expressos com base na correção para o conteúdo de cinzas e proteínas. Os valores de NDT foram determinados por estimativa de acordo com Van Soest (1994), pela equação:  $NDT (\%) = Deg + (1,25 * EE) - MM$ , onde Deg = Degradabilidade, 1,25 = fator de correção, EE = Extrato Etéreo, MM = Matéria Mineral.

Cinco tratamentos foram testados na silagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, sendo quatro aditivados e um controle. Esses tratamentos foram replicados cinco vezes em silos experimentais, totalizando 25 silos, sendo submetidos à análise de variância usando o modelo:  $Y = \mu + I_i + e_i$ , sendo Y: valor observado,  $\mu$ : média geral,  $I_i$ : efeito do tratamento e  $e_i$ : erros aleatórios. Os tratamentos foram comparados usando o teste Tukey ao nível de 5% de significância usando o software SAS (2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se comportamento linear decrescente ( $P < 0,05$ ) de 1,1g/kg MS na produção de gases e de 3,9kg/ton na produção de efluente, sendo estimado redução de 99,5, 87,7, 75,9, 64,1 e 52,3g/kg MS e 164,6, 124,8, 85,0, 45,2 e 5,4 kg/ton MS, respectivamente.

Destaca-se que as perdas por gases e efluente foram minimizadas ao incluir o farelo de arroz (Tabela 2), evidenciando sua capacidade em absorver a umidade na silagem de capim. O farelo de arroz reduziu as perdas por gases, provavelmente devido à redução de microrganismos produtores de gás, como as enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal fermentadas (McDONALD, 1981).

Tabela 2. Valores médios das perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com diferentes níveis de farelo de arroz

Variável	Nível de farelo de arroz (g/kg)					Equação de Regressão*	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	10	20	30	40			
PG <sup>1</sup>	87,6	75,7	63,8	52,0	40,1	$\hat{Y}=99,56-1,18X$	0,84	4,78
PE <sup>2</sup>	183,0	31,8	11,3	5,4	0,00	$\hat{Y}=164,67-3,98X$	0,65	5,13
RMS <sup>3</sup>	762,0	794,2	826,3	858,4	890,5	$\hat{Y}=730,11+3,29X$	0,68	7,32

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

<sup>1</sup>g/kg MS; <sup>2</sup>kg/ton; <sup>3</sup>g/kg MS.

CV = coeficiente de variação (%).

Em experimento que foram avaliados a ensilagem do capim *Pennisetum purpureum* com diferentes coprodutos, Andrade et al. (2010) relatam que a inclusão de farelo de cacau ao nível de 142,3g/kg foi suficiente para inibir a produção de efluente, enquanto, no caso do farelo de mandioca e da casca de café, foram necessários níveis de 25,63 e 30g/kg, respectivamente. Esse comportamento foi diferenciado em relação ao presente experimento, por serem aditivos com capacidade higroscópicas diferente do farelo de arroz e, pelo fato do teor de matéria seca do *Pennisetum purpureum* ser menor (159,0g/kg) que a do *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (241,0g/kg) do presente experimento, demandando mais aditivo para reduzir as perdas. Rezende et al. (2011) observaram uma redução de 21g/kg das perdas por

efluentes pela adição de 15g/kg de farelo de babaçu na silagem de cana-de-açúcar. Enquanto, Zanine et al. (2010) observaram uma redução de 1,26g/kg em efluentes de silagens de *Pennisetum purpureum* com adição de níveis crescentes (0 a 30g/kg) de raspa de mandioca.

Os valores de recuperação da matéria seca das silagens aumentaram de forma linear ( $P < 0,05$ ) com a adição do farelo de arroz (Tabela 2). A cada 1g/kg de farelo de arroz incluso, observou-se aumento de 3,2g/kg na recuperação da matéria seca. O nível de 40 g/kg de inclusão de farelo de arroz aproximou de 131,6g/kg na recuperação de matéria seca quando comparado com a silagem controle (730,1g/kg). O farelo de arroz foi eficiente em reduzir a umidade das silagens, em decorrência do seu alto

teor de matéria seca (900,1g/kg), pois dilui a quantidade de água.

Segundo McCullough (1977), o potencial de uma gramínea para ensilagem depende do teor original de umidade que deve situar-se próximo a 70g/kg. A inclusão de 21,24g/kg de farelo de arroz foi suficiente para proporcionar recuperação da matéria seca acima de 80g/kg, garantindo alta recuperação da matéria seca do material ensilado, que, em condições de excesso de umidade, pode ser atribuída à maior incidência de fermentações indesejáveis pelas bactérias heterofermentativas, principalmente a fermentação butírica promovida por bactérias do gênero *Clostridium* (McDONALD, 1981). É interessante relatar que a inclusão do menor percentual de farelo de arroz foi suficiente para proporcionar recuperação de matéria seca (Tabela 2) equivalente aos maiores percentuais de inclusão, demonstrando que a inclusão de 10g/kg de farelo de arroz é suficiente para garantir alta recuperação da matéria seca ensilada.

Observou-se efeito quadrático ( $P<0,05$ ) dos níveis de farelo de arroz sobre o pH das silagens, com ponto de mínima para o nível de 28,5g/kg MS de farelo de arroz, inferindo que maiores níveis elevam os valores de pH, o que sugere que níveis mais altos fornecem um excesso de carboidratos que pode ser utilizados por microrganismos que se desenvolvem em meios com pH muito reduzido e elevada quantidade de açúcares residuais, como é o caso de algumas bactérias do gênero *Clostridium* (PAHLOW et al., 2003), aumenta o teor de matéria seca pelo efeito de diluição, pois o farelo de arroz tem maior concentração de matéria seca em relação ao capim, na ensilagem.

O valor de pH na silagem controle pode favorecer o aparecimento de microrganismos indesejáveis

(*Clostridium*), tendo como referência os valores de 3,8 a 4,2 considerados ideais por McDonald et al. (1991) para preservar a qualidade do material ensilado. Sendo assim, o pH depende do teor de matéria seca do material ensilado e que a inclusão de 10g/kg de farelo de arroz resultam em valores próximos aos recomendados pelos autores (Tabela 3). Oliveira et al. (2011) observaram redução considerável do pH da silagem de *Panicum maximum* cv. Massai, com valores obtidos de 58,6, 39,9, 41,9 e 40,6g/kg com adição de 0, 8, 16 e 24g/kg de torta de dendê nas silagens, respectivamente.

A concentração de nitrogênio amoniacal e poder tampão reduziram linearmente com a adição de farelo de arroz ( $P<0,05$ ), sendo estimada redução de 1,1 e 0,5g/kg MS, respectivamente (Tabela 3).

Monteiro et al. (2011) não observaram alterações na concentração de  $N-NH_3$  das silagens de *Pennisetum purpureum* aditivadas com até 15g/kg de farelo de arroz, pelo elevado teor de proteína bruta do *Pennisetum purpureum*, quando expresso em g/kg MS. Todavia, estes autores verificaram efeito quadrático dos níveis de farelo de arroz sobre o poder tampão da forragem, registrando-se valor mínimo de 7,17eq.mg de HCl/100g de MS para a inclusão de 8,99g/kg de farelo de arroz. Os valores de poder tampão do *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com inclusão de farelo de arroz mostraram-se inferiores a 20eq.mg HCl/100g MS relatados por Pupo (1979). O valor de pH e nitrogênio amoniacal são empregados na avaliação da qualidade da silagem e, geralmente, constituem indicativos da qualidade do processo de fermentação.

A inclusão de farelo de arroz na ensilagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk aumentou linearmente ( $P<0,05$ )

os valores de ácido láctico das silagens, estimando-se um acréscimo de 0,56g/kg MS (Tabela 3). Comprova-se, assim, que ocorreu um rápido aumento das bactérias ácido-lácticas nas silagens contendo farelo de arroz, mostrando que houve uma colonização eficiente e uma boa adaptação das bactérias às silagens.

Esses resultados diferem dos obtidos por Ferrari Júnior & Lavezzo (2001), que, ao avaliarem a adição de 0; 2; 4; 8 e 12g/kg de farelo de mandioca na ensilagem de *Pennisetum purpureum*, não verificaram efeito sobre os teores de ácido láctico.

Tabela 3. Valores médios de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), poder tampão, ácido láctico (AL); ácido acético (AA); ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP) das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com diferentes níveis de farelo de arroz

Variável	Nível de farelo de arroz (g/kg)					Equação de regressão*	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	10	20	30	40			
pH	4,9	4,1	4,2	4,3	4,4	$\hat{Y}=4,003-0,4X+0,007X^2$	0,98	1,87
N-NH <sub>3</sub> <sup>1</sup>	142,8	139,5	126,1	107,2	101,5	$\hat{Y}=157,93-1,14X$	0,94	14,41
Poder Tampão <sup>2</sup>	210,6	201,3	194,1	189,8	187,4	$\hat{Y}=214,09-0,58X$	0,94	0,42
AL <sup>3</sup>	31,82	45,23	49,75	54,27	55,58	$\hat{Y}=36,02+0,56X$	0,87	8,23
AA <sup>3</sup>	15,39	11,37	9,11	8,85	8,15	$\hat{Y}=13,97-0,17X$	0,83	8,93
AB <sup>3</sup>	0,98	0,74	0,68	0,65	0,63	$\hat{Y}=0,8-0,008X$	0,76	9,35
AP <sup>3</sup>	0,59	0,37	0,35	0,33	0,30	$\hat{Y}=0,515-0,006X$	0,72	9,57

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

<sup>1</sup>% N-total; <sup>2</sup>eq.mg HCL/100g MS; <sup>3</sup>g/kg MS.

CV = coeficiente de variação (%).

De acordo com Santos et al. (2008) e Ferreira et al. (2013), a maior produção de ácido láctico pode levar a menores perdas de MS em silagens de capim, considerando-se que a fermentação láctica resulta em mínimas perdas, ao passo que as fermentações acética e butírica estão associadas a fermentações secundárias e perdas de MS na forma de gases.

Para as concentrações de ácido acético, foi observada redução (P<0,05) de 1,7g/kg MS, sendo estimadas concentrações de 13,97; 12,27; 10,57; 8,87 e 7,17g/kg MS para os níveis de 0; 10; 20; 30 e 40g/kg de farelo de arroz. A presença de concentrações moderadas de ácido acético, produzidas pelas enterobactérias, constitui um fator

importante na fermentação, uma vez que seu poder antifúngico é mais eficiente que o do ácido láctico (MOON, 1983). Além disso, os valores encontrados no experimento variam de 1,5 a 0,8g/kg (Tabela 3), atingindo o nível crítico de 0,8g/kg (MUCK, 1988), sugerindo boa preservação da massa ensilada ao nível de 40g/kg de inclusão de farelo de arroz.

Para as concentrações de ácido butírico, foi observada redução (P<0,05) de 0,008g/kg MS, sendo estimadas concentrações de 0,8; 0,72; 0,64; 0,56 e 0,48g/kg MS para os níveis de 0; 10; 20; 30 e 40g/kg de farelo de arroz. Para as concentrações de ácido propiônico, foi observada redução (P<0,05) de 0,006g/kg MS, sendo estimadas concentrações de 0,515; 0,455; 0,395;

0,335 e 0,275g/kg MS para os níveis de 0; 10; 20; 30 e 40g/kg de farelo de arroz (Tabela 3).

As concentrações de ácido butírico nas silagens permaneceram dentro do recomendado na literatura, que seria de menos de 2,0g/kg para caracterização de silagens bem preservadas (Tabela 3). Silagens com elevadas concentrações de ácido butírico indicam deterioração do material ensilado por ação de microrganismos *Clostridium*, os quais apresentam capacidade proteolítica e utiliza os carboidratos solúveis e o ácido láctico como fonte de energia, resultando numa silagem menos palatável e de

odor desagradável (McCULLOUGH, 1977; McDONALD, 1981).

O farelo de arroz é eficiente em absorver umidade, uma vez que propiciou aumento linear ( $P < 0,05$ ) nos teores de matéria seca (MS) das silagens, estimado em 4,3g/kg MS (Tabela 4). Pode-se observar que com a adição de 251,6g/kg de farelo de arroz, as silagens superaram o limite ideal mínimo de 20-25g/kg de matéria seca, o que pode limitar perdas de matéria seca evitando que a qualidade das silagens fosse comprometida (McDONALD et al., 1991).

Tabela 4. Valores médios da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com diferentes níveis de farelo de arroz

Variável	Nível de farelo de arroz (g/kg)					Equação de regressão*	R <sup>2</sup>	CV (%)
	0	10	20	30	40			
MS <sup>1</sup>	222,1	285,0	336,3	360,7	401,1	$\hat{Y}=191,03+4,33X$	0,97	4,84
PB <sup>2</sup>	57,8	76,2	94,7	113,2	131,6	$\hat{Y}=39,37+1,84X$	0,96	1,11
EE <sup>2</sup>	20,8	53,6	91,5	117,1	143,3	$\hat{Y}=6,01+7,11X$	0,95	11,29
FDN <sup>2</sup>	572,4	502,7	433,1	363,5	293,8	$\hat{Y}=642,05-6,96X$	0,99	7,81
FDA <sup>2</sup>	304,2	261,0	217,7	174,5	131,3	$\hat{Y}=347,47-4,32X$	0,97	3,78
HEM <sup>2</sup>	268,7	241,7	211,7	188,9	162,5	$\hat{Y}=294,58-2,64X$	0,98	6,57
NDT <sup>2</sup>	380,5	463,2	548,3	612,2	659,0	$\hat{Y}=320,84+7,06X$	0,98	2,79

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

<sup>1</sup>g/kg; <sup>2</sup>g/kg MS.

CV = coeficiente de variação (%).

Observou-se aumento linear ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelo de arroz sobre os teores de proteína bruta (PB) das silagens, estimando-se que para cada 1g/kg de farelo de arroz adicionada à silagem houve aumento no teor de proteína bruta em 1,8g/kg MS (Tabela 4). As elevações nos teores de PB foi resultado do maior teor de PB do farelo de arroz que possui concentrações maiores desse nutriente quando comparado ao *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Tabela 1).

Parte do efeito linear do teor de PB (Tabela 4) pode ser atribuída à redução de microrganismos proteolíticos, como as enterobactérias ou *Clostridium*, diminuindo assim, as perdas de nitrogênio proteico das silagens aditivadas. Estima-se que a inclusão de 16,64g/kg de farelo de arroz na ensilagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk é suficiente para atingir o mínimo necessário de 7g/kg de proteína bruta na silagem, garantindo o valor ideal para a manutenção da microbiota



ruminal quando há consumo satisfatório da forragem, devido ao aporte de proteína para os microrganismos do rúmen (SILVA & LEÃO, 1979; McDONALD et al., 1991; MERTENS, 1994).

Oliveira et al. (2011) concluíram que para cada 1g/kg de inclusão da torta de dendê na silagem de *Panicum maximum* cv. Massai promoveu aumento de 0,197 unidades percentuais de PB. Monteiro et al. (2011) verificaram efeito quadrático dos níveis de farelo de arroz sobre o teor de PB na silagem, observando valor máximo de 6,36g/kg de PB, referente a inclusão de 10,53g/kg de farelo de arroz na forragem de *Pennisetum purpureum*.

A inclusão de farelo de arroz na ensilagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) o teor de extrato etéreo (EE) das silagens, estimando-se um acréscimo de 7,1g/kg MS. Isso pode ser explicado pelo extrato etéreo presente no farelo de arroz ser maior que o presente na forrageira (Tabela 1).

Oliveira et al. (2011) observaram que para cada 1g/kg de inclusão da torta de dendê obteve-se aumento de 0,114 unidades percentuais de EE. É importante ressaltar que no nível de 10g/kg de inclusão de farelo de arroz, o valor de extrato etéreo foi de 42,7g/kg MS (Tabela 4), valor dentro do nível crítico preconizado pelo NRC (2001), que enfatiza que o total de gordura na dieta não deve ultrapassar 5 a 7g/kg na MS, pois pode acarretar reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem.

A adição de farelo de arroz promoveu redução linear ( $P < 0,05$ ) no teor de fibra em detergente neutro (FDN), estimando-se declínio de 6,9g/kg MS (Tabela 4). Essa redução acentuada pode ser explicada pelo efeito de diluição causado pelo menor teor de

FDN (268,9g/kg MS) do farelo de arroz se comparado com o *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (554,1g/kg MS) (Tabela 1).

O maior nível de inclusão de farelo de arroz resultou em silagem com menor teor de FDN (174,6g/kg) em comparação com a silagem de capim sem o farelo (Tabela 4). Esse fato pode permitir maior ingestão de MS pelo animal, em razão do menor efeito físico de enchimento do rúmen, pelo material não fibroso, aumentando a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo, conforme relatado por Resende et al. (1994). Assim, a utilização de ingredientes que mantenham melhor ambiente ruminal e favoreçam a digestão da fibra, se apresentam como desafio para os pesquisadores, considerando que a substituição de ingredientes que são tradicionalmente utilizados, capaz de reduzir os investimentos de produção inerentes à alimentação animal, devido ao baixo custo do farelo de arroz.

O teor de fibra em detergente ácido (FDA) foi reduzido linearmente ( $P < 0,05$ ), estimando-se uma redução de 4,3g/kg MS (Tabela 4). A redução linear nos teores de FDA das silagens é atribuída a uma resposta direta aos menores teores de FDA no farelo de arroz (137,6g/kg MS), quando comparado com a forragem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (554,1g/kg MS) (Tabela 1).

Os resultados verificados estão de acordo com Cândido et al. (2007), que relatam que os teores acima de 44g/kg de FDA nas silagens implicam em limitações no consumo, pois a FDA constitui a parte mais indigestível da fibra presente nos volumosos. As silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com ou sem adição de farelo de arroz apresentaram valores menores que dos autores supracitados (Tabela 4),

possivelmente pelo efeito de diluição, pois o farelo de arroz apresenta menores teores de FDA quando comparado com o *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Tabela 1).

Destaca-se que a redução nos teores de FDA é uma boa indicação de melhoria no valor nutritivo das silagens (Tabela 4), já que existe uma correlação negativa entre os teores de FDA e a degradabilidade do alimento, ou seja, com redução nos teores de FDA ocorre aumento da digestibilidade da MS (VAN SOEST, 1994). Oliveira et al. (2011) relatam que a cada 1g/kg de adição da torta de dendê adicionada ao *Panicum maximum* cv. Massai, no momento da ensilagem, ocorreu redução de 0,099 e 0,101 unidades percentuais para FDN e FDA, respectivamente. Resultados inferiores ao encontrados no presente estudo.

Para a hemicelulose (HEM) foi observado redução linear ( $P < 0,05$ ), em que cada 1g/kg de farelo de arroz adicionado à silagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk promoveu uma redução de 2,6g/kg MS de hemicelulose (Tabela 4), devido ao efeito de diluição, demonstrando sua eficiência na melhoria da qualidade da silagem.

De acordo com Berchielli et al. (2006), quanto mais rápida a degradabilidade da hemicelulose, maior digestibilidade da parede celular e consequente o esvaziamento do rúmen, além de redução do tempo de permanência da fração fibrosa no trato gastrointestinal, o que permite maior ingestão de matéria seca.

Verificou-se aumento linear ( $P < 0,05$ ) no teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) nas silagens, com o aumento dos níveis de inclusão de farelo de arroz, sendo estimado que a cada 1g/kg de farelo de arroz adicionado ocorreu incremento de 7,0g/kg MS no teor de NDT, sendo estimados teores de 320,8;

391,4 e 603,2g/kg MS para os níveis de 0, 10 e 40g/kg de farelo de arroz (Tabela 4).

A adição de 40g/kg de farelo de arroz ao *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk picado proporcionou silagem com 659,0 g/kg MS de NDT (Tabela 4). Este valor é próximo ao encontrado por Pereira et al. (2008) para silagem de milho (637,0g/kg NDT), que é considerada como padrão de qualidade para volumosos.

Andrade et al. (2010) verificaram aumentos de 0,54 e reduções de 0,36 e 0,18 unidades percentuais nos valores de NDT para cada unidade de farelo de mandioca, casca de café e farelo de cacau adicionados na ensilagem do *Pennisetum purpureum*, respectivamente. Na mesma premissa, Monteiro et al. (2011) observaram acréscimo de 2,6g/kg de NDT para cada 1g/kg de adição de farelo de arroz na forragem.

A inclusão de 10g/kg de farelo de arroz já assegura uma boa fermentação da silagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, proporcionando diminuição das perdas por gases e efluentes, aumentando a recuperação de matéria seca e promovendo melhorias na composição química do alimento. Para valores mais elevados de adição de farelo de arroz devem ser levados em consideração o teor de extrato etéreo.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; VELOSO, C.M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2578-2588, 2010.

- ANDRIGUETTO, J.M. **Nutrição animal**. As bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos. 5.ed. São Paulo: Nobel, 1981. v.1, 395p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia, 1990. v.1, 684p.
- BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- 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.
- CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; FERREIRA, A.C.H. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1489-1494, 2007.
- FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.12, p.1424-1431, 2001.
- FERREIRA, D.J.; LANA, R.P.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; VELOSO, C.M.; RIBEIRO, G.A. Silage fermentation and chemical composition of elephant grass inoculated with rumen strains of *Streptococcus bovis*. **Animal Feed Science and Technology**, v.183, n.1, p.22-28, 2013.
- KUNG JUNIOR, L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.33, p.1149-1155, 2001.
- MATHEW, S.; SAGATHEVAN, S.; THOMAS, J. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids in ruminal fluid. **Indian Journal of Animal Science**, v.67, n.9, p.805-807, 1997.
- McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, v.49, n.13, p.49-52, 1977.
- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley e Sons, 1981. 218p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MONTEIRO, I.J.G.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S.; RIBEIRO, M.D.; REIS, R.H.P. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, n.4, p.347-352, 2011.
- MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, n.11, p.453-460, 1983.

- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality e their implication for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7 rev.ed. Washinton, D.C., 2001.
- OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, O.L.; BAGALDO, A.R.; LIMA, L.S.; BORJA, M.S.; CORREIA, B.R.; COSTA, J.B.; LEÃO, A.G. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-massai. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.12, n.4, p.881-892, 2011.
- PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). **Silage science and technology**. Madison, USA: American Society of Agronomy, 2003. p.31-93. (Agronomy Series, 42).
- PEREIRA, M.S.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.134-139, 2008.
- PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v.17, n.2, p.262-268, 1966.
- PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação-conservação-utilização**. Campinas, SP: ICEA, 1979. 343p.
- RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.
- REZENDE, A.A.S.; PASCOAL, L.A.F.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; GONÇALVES, J.S.A.; OLSZEWSKI, N.; BEZERRA, A.P.A. Composição química e características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar contendo farelo de babaçu. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.1, p.1-9, 2011.
- SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PENTEADO, D.C.S.; PEREIRA, O.G. Inoculante ativado melhora a silagem de capim-tanzânia (*Panicum maximum*). **Archivos de Zootecnia**, v.215, n.2, p.1-8, 2008.
- SAS. **Statistical Analysis System Introductory Guide for Personal Computers**. Release. Cary, NC: Sas Institute Inc., 2001.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384pp.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.;  
DOREA, J.R.R.; DANTAS, P.A.S.;  
SILVA, T.C.; PEREIRA, O.G.  
Evolution of elephant-grass silage with  
the addition of cassava scrapings.  
**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12,  
n.1, p.2611-2616, 2010.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.;  
FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G.;  
ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de  
trigo sobre as perdas, recuperação da  
matéria seca e composição  
bromatológica de silagem de capim-  
mombaça. **Brazilian Journal of  
Veterinary Research and Animal  
Science**, v.54, n.1, p.1-10, 2006a.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.;  
FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.;  
ALMEIDA, J.C.C.; PEREIRA, O.G.  
Avaliação da silagem de capim-elefante  
com adição de farelo de trigo. **Arquivos  
de Zootecnia**, v.55, n.2, p.75-84,  
2006b.

Data de recebimento: 20/07/2015

Data de aprovação: 21/01/2016