

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n10a682.1-11>

Composição bromatológica da silagem de capim- elefante BRS Capiacu com inclusão fubá de milho

Paulo Ricardo Pereira Paula^{1*}, Arnaldo Prata Neiva Júnior², William Luiz de Souza³, Mateus José Inácio de Abreu¹, Rafael Monteiro Araújo Teixeira², Edilson Rezende Cappelletti², Valdir Botega Tavares²

¹Discente do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Departamento Acadêmico de Zootecnia, Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil:

²Docente do IF Sudeste MG, Campus Rio Pomba, Departamento Acadêmico de Zootecnia, Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil: e-mail:

³Mestrando da UNESP, Campus Jaboticabal, Departamento Acadêmico de Zootecnia Jaboticabal, SP, Brasil: e-mail:

*Autor para correspondência, E-mail: paulopereirazoo93@gmail.com

Resumo. O baixo teor de matéria seca das forrageiras (capim-elefante) cv. BRS Capiacu é um dos principais fatores responsáveis pela produção de silagem de baixo valor nutritivo, o uso de aditivos absorventes ameniza esse problema. Objetivou-se avaliar as perdas fermentativas e a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. BRS Capiacu com diferentes níveis de fubá de milho, sendo os tratamentos (0,5, 10, 15 e 20%) de milho. As análises foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba, tais como avaliação do pH, determinação dos valores nutricionais (extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta). Todas as análises que foram feitas a partir de metodologias científicas específicas. Os dados foram submetidos à análise da variância, com posterior análise de regressão e as médias de cada tratamento serão avaliadas através do teste Tukey com 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada por meio do Programa R Core Team com auxílio do pacote tecnológico ExpDes.pt. Verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) da adição de fubá de milho sobre o teor de matéria seca da silagem, (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) com a adição de fubá para Proteína Bruta e Extrato Etéreo. A utilização de fubá diminuiu as perdas de gases, perdas por efluentes e recuperação de matéria seca ($P < 0,05$). A utilização de níveis crescentes do fubá de milho reduziu as perdas fermentativas e como consequência melhorando o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. Sendo indicado a inclusão acima de 10% de fubá de milho.

Palavras-chave: capim, fubá, silagem

Chemical composition of BRS Capiacu elephant grass silage with cornmeal inclusion.

Abstract. The low dry matter content of forages (elephant grass) cv. BRS Capiacu is one of the main factors responsible for the production of low nutritional value silage, the use of absorbent additives alleviates this problem. The objective was to evaluate fermentative losses and the quality of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) silage cv. BRS Capiacu with different levels of cornmeal, with treatments (0, 5, 10, 15 and 20%) of corn. The analyzes were made at the Animal Nutrition Laboratory of the Federal Institute Sudeste Minas Gerais – Campus Rio Pomba, such as pH assessment, determination of nutritional values (ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude protein). All analyzes that were

made using specific scientific methodologies. The data were subjected to analysis of variance, with subsequent regression analysis and the means of each treatment will be evaluated using the Tukey test with 5% probability. The statistical analysis was carried out through the R Core Team Program with the aid of the technological package ExpDes.pt. There was a linear effect ($P < 0.05$) of the addition of cornmeal on the dry matter content of the silage, (MS), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA). There were no differences ($P > 0.05$) with the addition of cornmeal for crude protein and ether extract. The use of cornmeal decreased gas losses, losses from effluents and significant dry matter recovery ($P < 0.05$). The use of increasing levels of cornmeal reduced fermentative losses and, consequently, improved the nutritional value of elephant grass silage. The inclusion of more than 10% of cornmeal is indicated.

Keywords: Grass, Silage, Cornmeal

Composición química del ensilaje de pasto elefante BRS Capiacu con inclusión de harina de maíz

Resumen. El bajo contenido de materia seca de los forrajes (pasto elefante) cv. BRS Capiacu es uno de los principales factores responsables de la producción de ensilaje de bajo valor nutricional, el uso de aditivos absorbentes alivia este problema. El objetivo fue evaluar las pérdidas fermentativas y la calidad del ensilaje de pasto de elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv. BRS Capiacu con diferentes niveles de harina de maíz, con tratamientos (0, 5, 10, 15 y 20%) de maíz. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Instituto Federal do Sudeste Minas Gerais - Campus Rio Pomba, tales como evaluación de pH, determinación de valores nutricionales (extracto de éter, fibra de detergente neutro, fibra de detergente ácido, proteína cruda). Todos los análisis que se realizaron utilizando metodologías científicas específicas. Los datos se sometieron a un análisis de varianza, con un análisis de regresión posterior y las medias de cada tratamiento se evaluarán mediante la prueba de Tukey con un 5% de probabilidad. El análisis estadístico se realizó a través del Programa R Core Team con la ayuda del paquete tecnológico ExpDes.pt. Hubo un efecto lineal ($P < 0,05$) de la adición de harina de maíz en el contenido de materia seca del ensilaje, (MS), fibra de detergente neutral (NDF) y fibra de detergente ácido (FDA). No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) con la adición de harina de maíz para proteína cruda y extracto de éter. El uso de harina de maíz disminuyó las pérdidas de gas, las pérdidas por efluentes y la recuperación significativa de materia seca ($P < 0,05$). El uso de niveles crecientes de harina de maíz redujo las pérdidas fermentativas y, como consecuencia, mejoró el valor nutricional del ensilaje de pasto elefante. Se indica la inclusión de más del 10% de harina de maíz.

Palabras clave: pasto, ensilaje, harina de maíz

Introdução

As condições climáticas de grande parte do Brasil são caracterizadas por dois períodos distintos, período das águas e período seco, que determinam a disponibilidade e qualidade de forragem. Isso porque o clima no período das águas é marcado pela alta umidade e calor, o que favorece abundante produção de forragens com alto valor nutritivo, fato que ocorre inversamente no período seco. Para diminuir os efeitos causados pela sazonalidade, o excedente da produção de forragens no período das águas pode ser utilizado na alimentação animal no período seco, através do emprego de técnicas de conservação como a ensilagem.

A ensilagem tem como principal objetivo maximizar a preservação original dos nutrientes encontrados na forragem fresca, durante o armazenamento, com o mínimo de perdas de matéria seca e energia. Assim, o processo de ensilagem deve envolver a conversão de carboidratos

solúveis em ácido láctico, que provocam queda no pH da massa ensilada a níveis que inibem a atividade microbiana, preservando suas características ([Barcelos et al., 2018](#); [Ferrari Junior et al., 2009](#); [Neumann et al., 2007](#)).

Entre as variedades de gramíneas utilizadas para a produção de silagem, a cultivar BRS Capiçu apresenta produção média de 100 t/ha/corte de massa verde, ou seja, 300 t/ha/ano em três cortes anuais. Este potencial de produção representa cerca de três vezes a produção de biomassa obtida com as culturas do milho e do sorgo ([Pereira et al., 2016](#)). Entretanto, o momento ideal para ensilagem é quando o BRS Capiçu apresentar elevado valor nutritivo, ocorrendo próximo das alturas de 3,5 a 4,0 metros e/ou idades de 90 a 110 dias de rebrota ([Pereira et al., 2016](#)). O alto teor de umidades das forrageiras é um dos principais fatores responsáveis pela produção de silagem de baixo valor nutritivo. A ensilagem de biomassa com alto teor de umidade pode prejudicar o processo de fermentação no silo e aumentar as perdas por efluentes ([Bernardes & Rêgo, 2014](#)).

Como o capim-elefante BRS Capiçu, no momento ideal de corte apresenta teor de matéria seca de 16,5 a 19,7% ([Pereira et al., 2016](#)). Estudos envolvendo a adição de coprodutos ou resíduos com elevado teor de matéria seca na ensilagem têm sido conduzidos ([Andrade et al., 2012](#); [Bonfá et al., 2017](#); [Borges et al., 2018](#); [Ferreira et al., 2013](#); [Martins et al., 2015](#); [Monteiro et al., 2011](#); [Rêgo et al., 2010](#)).

Segundo [Andrade et al. \(2010\)](#), para utilizar aditivos absorventes, preconiza-se que estes apresentem alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água e boa aceitabilidade, além de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição. Considerando os requisitos citados anteriormente, o milho moído apresenta-se com características que podem beneficiar a qualidade final da silagem, com elevado teor de matéria seca (acima de 85%), o que poderia contribuir para a elevação da matéria seca da silagem e, como consequência, reduzir as prováveis perdas de valor nutritivo, além de ser uma fonte altamente energética, possuindo carboidratos de rápida fermentação ruminal. Entre os aditivos mais utilizados na ensilagem do capim-elefante são os que apresentam alta capacidade de reter umidade, como fubá de milho, farelo de trigo, polpa cítrica e resíduos regionais da agroindústria. Sendo que o milho (*Zeamays L.*), em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Devido a sua multiplicidade de aplicações, quer na alimentação humana quer na alimentação animal, assume relevante papel socioeconômico, além de constituir-se em indispensável matéria-prima impulsionadoras de diversificados complexos agroindustriais ([Menezes et al., 2009](#); [Tres et al., 2014](#)). Assim, surge o fubá de milho como opção para ser utilizado como sequestrante de umidade em silagens de capim-elefante, melhorando os padrões de fermentação e o valor nutricional desta silagem ([Andriguetto et al., 2003](#)).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito da adição de fubá de milho em diferentes níveis na ensilagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) cv BRS Capiçu sobre o valor nutricional desta silagem e as perdas fermentativas.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no departamento de Zootecnia do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Sudeste-MG *Campus* Rio Pomba.

Foi utilizado o capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) cv. BRS Capiçu, proveniente de uma propriedade rural situada no município de Rio Pomba, Minas Gerais, o corte da forrageira foi realizado rente ao solo na forrageira na altura de 3,60 metros, com aproximadamente 90 dias de idade, no mês de janeiro de 2019.

As silagens foram confeccionadas em silos de PVC, com 0,1 m de diâmetro e 0,40 m de altura, com um volume de $3,14 \times 10^{-3} \text{ m}^3$, no mês de janeiro de 2019, providos de válvulas do tipo “Bunsen” para permitir o livre escape dos gases da fermentação. O material foi pesado e compactado com auxílio de um bastão de madeira, chegando a um grau de compactação de 700 a 800 kg/m³, esse grau de compactação foi importante para padronizar a compactação entre as amostras. Uma correta compactação é importante para excluir o máximo de Oxigênio possível e

garantir condições anaeróbias favorecendo a preservação dos nutrientes. Foi utilizado 0,6 kg de areia seca em saquinhos confeccionados em tecido não tecido (TNT) no fundo de cada silo, para captar o efluente gerado durante o processo e com uma tela de náilon para separar o material ensilado da área de captação de efluentes.

Os silos experimentais foram mantidos em área coberta, à temperatura ambiente, e foram abertos depois de 90 dias após o fechamento dos mesmos. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições por tratamento. O fubá de milho foi adicionado no momento da ensilagem, sendo adicionado a quantidade de fubá de milho de acordo com o tratamento, tendo preocupação com uma boa homogeneização do material, utilizando-se 0, 5, 10, 15 e 20% de fubá de milho com base na matéria natural e com a composição bromatológica determinadas no laboratório de Nutrição animal do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais. A mistura do fubá de milho com o capim picado foi confeccionada em uma lona plástica para evitar o contato da matéria com a superfície do piso, evitando uma possível contaminação. A composição bromatológica do capim-elefante e do fubá de milho utilizados para ensilagem encontram-se na (Tabela 1).

Tabela 1. Composição bromatológica do capim-elefante e do fubá de milho utilizados na ensilagem

Item	Capim Elefante	Fubá de milho
Matéria seca, %	18,5	88,0
Proteína bruta, %	6,5	9,08
Extrato etéreo, %	2,2	4,0
Matéria mineral, %	8,3	1,7
Fibra detergente ácido, %	41,9	3,9
Fibra detergente neutro, %	76,5	13,1

As perdas por efluente, gases e matéria seca (MS) total foram quantificadas segundo equações propostas por [Jobim et al. \(2007\)](#). A medição da produção de efluente foi realizada por meio da diferença de pesagens do conjunto silo e saquinho de TNT com areia, antes e depois da ensilagem, em relação à quantidade de matéria natural de amostra ensilada (MNens). Após a abertura (90 dias) todo o material do silo experimental, foi pesado o conjunto (silo + tampa + TNT com areia úmida + tela) e, subtraindo-se deste o peso do mesmo conjunto antes da ensilagem, efetuando-se a estimativa da produção de efluente drenado para o fundo do silo, conforme a equação:

$$P \text{ efluente (\% da MNens)} = (PCabert - PCens) / (MNens) \times 100$$

Onde:

P efluente = perda por efluente (% da MN ensilada);

PC abert = peso do conjunto (silo + tampa + TNT com areia úmida + tela) na abertura;

PC ens = peso do conjunto (silo + tampa + TNT com areia seca + tela) na ensilagem;

MVAens = massa verde de amostra na ensilagem

A perda de MS decorrente da produção de gases foi determinada pela diferença entre o peso bruto de MS na ensilagem (MSens) e na abertura (MSabert), em relação à quantidade de MS ensilada (MSens), descontando-se do peso total do conjunto ensilado (PTCens– amostra + silo + tampa + TNT com areia seca + tela) o peso do conjunto na ensilagem (PCens) e na abertura (PCabert), conforme a equação:

$$Pgases = [(PTCens - PCens) \times MSens] - [(PTCabert - PCens) \times MSabert] / [(PTCens - PCens) \times MSens] \times 100$$

Onde:

Pgases= perda de gás calculado em função da matéria seca ensilada (%);

PTCens= peso total do conjunto na ensilagem (amostra + silo + tampa + TNT com areia seca + tela);

PCens= peso do conjunto na ensilagem (silo + tampa + TNT com areia seca + tela);

MSens= % de matéria seca da amostra na ensilagem;

PTCabert= peso total do conjunto na abertura (amostra + silo + tampa + TNT com úmida seca + tela);

MSabert= % de matéria seca da amostra na abertura;

A recuperação de MS total foi determinada pela diferença entre o peso bruto de MS na ensilagem (MSens) e na abertura (MSabert), em relação à quantidade de MS ensilada, conforme a equação:

$$RMST = [(PTCens - PCens) \times MSens] - [(PTCabert - PCabert) \times MSabert] / [(PTCens - PCens) \times MSens] \times 100$$

Onde:

RMST= recuperação total de matéria seca em função da matéria seca ensilada (%);

PTCens= peso total do conjunto na ensilagem (amostra + silo + tampa + TNT com areia seca + tela);

PTCabert= peso total do conjunto na abertura (amostra + silo + tampa + TNT com areia úmida seca + tela);

PCens= peso do conjunto na ensilagem (silo + tampa + TNT com areia seca + tela);

PCabert= peso do conjunto na abertura (silo + tampa + TNT com areia úmida + tela);

MSens= % de matéria seca da amostra na ensilagem;

MSabert= % de matéria seca da amostra na abertura;

Antes da ensilagem e na abertura (abril de 2019) foram coletadas 0,8 kg de amostra de silagem destinadas à análise da composição química. Estas amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 55°C e em seguida, serão homogeneizadas e processadas em moinho tipo Willey, utilizando peneira com malha de 1 mm. As análises de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) foi realizada a partir da metodologia descrita por [Silva & Queiroz \(2002\)](#). O pH foi determinado segundo técnica descrita por [Silva & Queiroz \(2002\)](#).

Os dados foram submetidos à análise da variância, com posterior análise de regressão. A análise estatística foi realizada por meio do [R-Core-Team \(2016\)](#) com auxílio do pacote tecnológico ExpDes.pt. [Ferreira et al. \(2014\)](#).

Resultados e discussão

Verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) da adição de fubá de milho sobre o teor de matéria seca da silagem, (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) não foram influenciados ($P > 0,05$) pela adição de fubá de milho.

A composição bromatológica das silagens com níveis crescentes de fubá de milho representados na [Tabela 2](#).

Na avaliação de matéria seca (MS) foi observado aumento em 0,94% de MS para cada unidade de fubá de milho acrescida a silagem.

O fubá de milho reduziu com eficiência o conteúdo de umidade das silagens, em decorrência de seu alto teor de MS (88,0%) e de sua boa capacidade de retenção de umidade. De modo semelhante, [Ferrari Júnior & Lavezzo \(2001\)](#) adicionaram farelo de mandioca na ensilagem do capim-elefante (18,7%MS) e verificaram incrementos de aproximadamente 0,45% da MS da silagem para cada unidade de farelo adicionada.

Tabela 2. Valores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), da silagem de capim-elefante com doses crescentes de fubá de milho

Item	Nível de inclusão					Média	P <	CV
	0	5	10	15	20			
PB, %	5,11	5,34	6,04	6,62	6,80	5,98	0,43	39,23
EE, %	1,52	1,98	2,32	2,51	2,73	2,21	0,11	19,54

Observou-se que com a adição de 10% de fubá de milho, as silagens superaram o limite ideal mínimo de 25% de MS, o que poderia limitar perdas de MS, evitando que a qualidade das silagens fosse comprometida ([McDonald, 1981](#)). Esses resultados corroboram com [Negrão et al. \(2016\)](#), que ao ensilar *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com farelo de arroz, estimaram aumento de 0,43 unidades porcentuais no teor de MS da silagem para cada unidade de farelo de arroz adicionada. Resultados semelhantes foram encontrados por [Monteiro et al. \(2011\)](#) e [Castro et al.](#)

(2015) que registraram aumento de 0,56% e 0,49% no teor de MS das silagens de capim-elefante e de cana-de-açúcar para cada 1% de inclusão de farelo de arroz e resíduo de cervejaria desidratado, respectivamente.

Os valores registrados de MS juntamente com os níveis de inclusão de fubá de milho estão representados na (Figura 1).

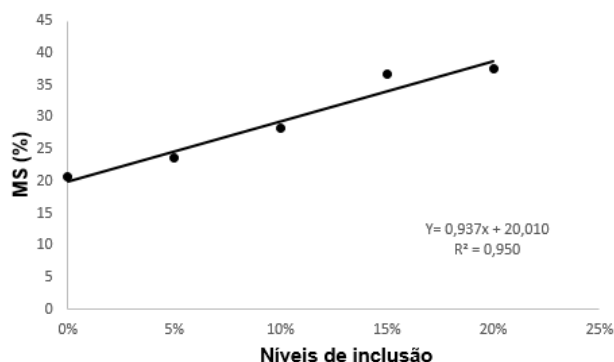


Figura 1. Teores médios de matéria seca (MS) em função dos níveis de inclusão de fubá de milho na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiáçu.

As silagens obtidas com a adição de fubá de milho apresentaram maiores teores numericamente de PB (Tabela 2); porém, não apresentaram diferenças ($P>0,05$) que aquela sem fubá, fato também observado por Zanine et al. (2006) utilizando farelo de trigo. As elevações nos teores de PB foram o resultado do maior teor de PB do fubá que possui concentrações maiores quando comparado ao capim elefante cv. Capiáçu (Tabela 1). Andrade & Lavezzo (1998) utilizando aditivos (rolão de milho, farelo de trigo e sacharina) na ensilagem de capim-elefante, observaram maiores perdas de PB nas silagens com menor porcentagem de MS, contendo 0 e 8% dos aditivos. Para as silagens com 16 e 24% de aditivos os teores de PB foram maiores. Esses autores atribuem parte dessas perdas à produção de efluente produzido nas silagens com menor porcentagem de aditivo (0 e 8%).

Menor teor de PB na silagem de capim sem fubá de milho comparado ao valor do capim antes de ensilar (6,5% - Tabela 1) pode ser resultado da perda de efluente. Segundo Souza et al. (2003), a silagem de capim sem casca de café também teve seu teor reduzido, comparado ao valor antes da ensilagem e este fato foi atribuído à perda de compostos nitrogenados solúveis no efluente, fato este constatado por Faria et al. (2007) e Tavares et al. (2009). Ávila et al. (2003) também não observaram aumento no teor protéico em silagens produzidas com níveis crescentes de polpa cítrica. Tosi et al. (1999) observaram o mesmo para silagens com fubá de milho.

Os teores de extrato etéreo (EE) foram aumentados numericamente com a inclusão de fubá; porém, não obtiveram resultados significativos ($P>0,05$) pela inclusão de fubá de milho, houve um efeito crescente nos valores devido ao fato do milho possuir maiores níveis de EE; porém, não foi significante perante a estatística. Estudando a adição de farelo de cacau Andrade et al. (2010) observaram que com adição de 30% do aditivo na silagem de capim-elefante ocorreu a elevação do EE para 6,0% devido o farelo possuir mais EE que a silagem. Todavia, o inverso também aconteceu com adição de farelo de mandioca e casca de café, pois os dois possuem menos EE que a silagem. Aumento nos teores de EE também foi observado por Pires et al. (2009) utilizando o farelo de cacau como aditivo na ensilagem do capim-elefante. Ferrari Júnior & Lavezzo (2001), estudando a inclusão de farelo de mandioca (0, 2, 4, 8 e 12% da MN) na ensilagem de capim-elefante, observaram redução de 0,04 unidade percentual no teor de EE da silagem com o aumento das doses desse aditivo. Segundo Kozloski (2011) o máximo de EE na dieta de ruminantes seria 6%. Acima disso já começa aparecer efeitos negativos e inibitórios na fermentação ruminal. Além de comprometer a digestibilidade dos nutrientes, devido a proteção física que os lipídeos provocam nas fibras, dificultando a ação da microbiota ruminal, além de ser tóxica para as mesmas, diminuindo a população. Com isso, analisando os resultados, observamos que a inclusão

de 10% de fubá de milho está no limite de EE para consumo dos ruminantes, indicando que não haverá nenhuma piora no desempenho ruminal com relação ao nível de EE da silagem.

A adição do fubá de milho promoveu um efeito linear decrescente ($P < 0,05$) no teor de FDN, possivelmente em razão do menor teor de FDN do fubá em comparação ao capim-elefante e pela menor produção de efluente, observado nas silagens com fubá. Os valores registrados de FDN juntamente com os níveis de inclusão de fubá de milho estão representados na (Figura 2). O teor de fibra em detergente ácido (FDA) foi reduzido linearmente ($P < 0,05$) representado na (Figura 3).

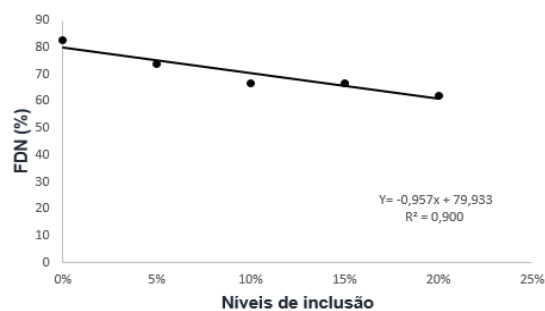


Figura 2. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) em função dos níveis de inclusão de fubá de milho na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiçu.

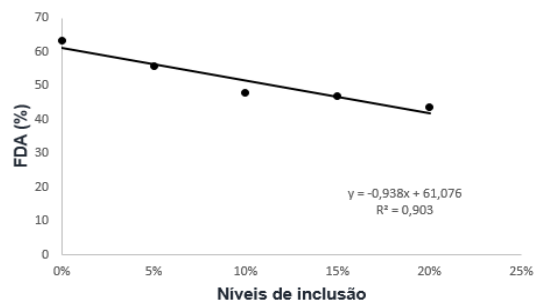


Figura 3. Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em função dos níveis de inclusão de fubá de milho na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiçu.

A redução linear nos teores de FDA das silagens é atribuída a uma resposta direta aos menores teores de FDA no fubá de milho, quando comparado com o capim elefante cv. Capiçu (Tabela 1). Destaca-se que a redução nos teores de FDA é uma boa indicação de melhoria no valor nutritivo das silagens, 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 (Berchielli et al., 2011; Van Soest et al., 1991).

O fubá foi eficiente ($P < 0,05$) em reduzir o pH das silagens. Em relação ao pH, a redução foi estimada em 0,071% por unidade de fubá adicionada (Figura 4). Mostrando que a silagem quando associada ao fubá de milho resultou em pH dentro da faixa considerada ideal (McDonald, 1981), que é de, aproximadamente, 3,8 a 4,2, os tratamentos com 15 e 20% de inclusão foram eficientes nesse mérito e atingiram essa faixa ideal. Zanine et al.(2006) e Zanine et al. (2006) observaram resultados semelhantes, com redução do pH das silagens de capim-elefante e de capim Mombaça, com inclusão de 15% e 20% de farelo de trigo respectivamente.

Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) na redução da perda de efluentes com a inclusão de doses crescentes de fubá de milho. Como a quantidade de efluente está diretamente relacionada ao teor de umidade do material (Baliero Neto et al., 2005), fica evidente a importância da adição do FM para a redução das perdas por efluente do capim-elefante com alta umidade (Figura 5). Utilizando casca de café para diminuir perdas por efluente em silagem de capim-elefante com alta umidade (12,4% de MS), Bernardino et al. (2005) concluíram que proporções acima de 20% de casca foram suficientes para eliminar totalmente a produção de efluente.

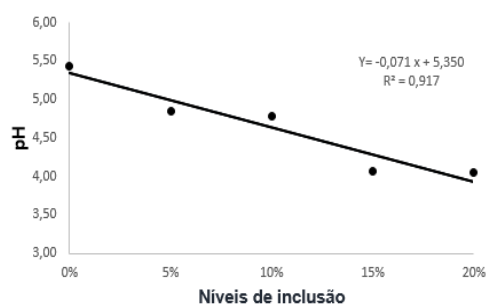


Figura 4. Teores médios de pH em função dos níveis de inclusão de fubá de milho na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiçu.

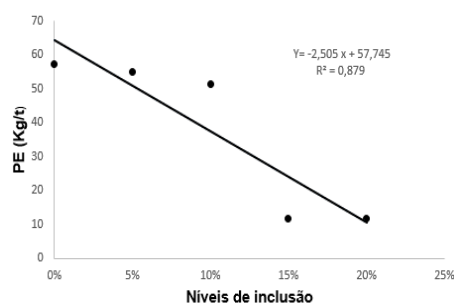


Figura 5. Teores médios de perda de efluentes (PE) em função dos níveis de inclusão de fubá de milho na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiçu.

Para a variável perda de gases (PG) verificou-se efeito ($P < 0,05$) com a inclusão de fubá de milho (Figura 6). A redução foi estimada em 0,005% por unidade de fubá adicionada. As perdas por gases são associadas ao tipo de fermentação ocorrida no interior do silo. Quando a fermentação é realizada predominantemente por bactérias homo fermentativas, verifica-se redução na perda de matéria seca (Pinho et al., 2008). As maiores produções de gases estão associadas às bactérias heterofermentativas, enterobactérias, onde se destaca a fermentação butírica, ocasionada por bactérias do gênero *clostridium* (McDonald, 1981).

Com relação à recuperação de matéria seca, a silagem-controle apresentou menor percentual ($P < 0,05$), em relação aos demais tratamentos, ocorrendo um aumento de 0,313% para cada unidade percentual de fubá de milho adicionado à silagem. Monteiro et al. (2011) e Zanine et al. (2006) reportaram que o farelo de trigo foi responsável por aumento da matéria seca recuperada de silagens. Maiores taxas de recuperação de matéria seca indicam menores perdas durante o processo fermentativo da silagem.

Os valores registrados de recuperação de matéria seca juntamente com os níveis de inclusão de fubá de milho estão representados na (Figura 7).

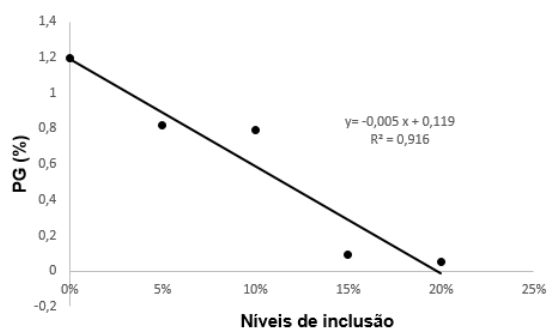


Figura 6. Teores médios de perda de gases (PG) em função dos níveis de inclusão de fubá de milho na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiáçu.

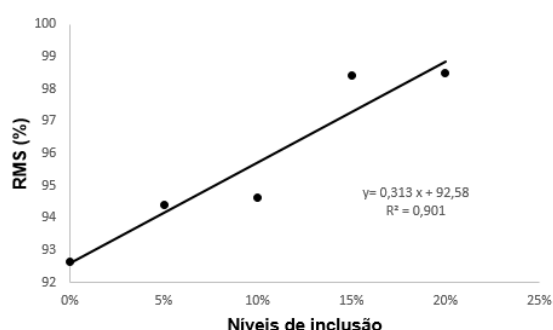


Figura 7. Teores médios de recuperação de matéria seca (RMS) em função dos níveis de inclusão de fubá de milho na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiáçu.

Conclusão

A utilização de níveis crescentes do fubá de milho reduziu as perdas fermentativas e como consequência melhorando o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. Sendo indicado a inclusão acima de 10% de fubá de milho.

Referências bibliográficas

- Andrade, A. P., Quadros, D. G., Bezerra, A. R. G., Almeida, J. A. R., Silva, P. H. S., & Araújo, J. A. M. (2012). Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(3), 1209–1218. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1209>
- Andrade, I. V. O., Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P., Veloso, C. M., & Bonomo, P. (2010). Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2578–2588. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010001200004>
- Andrade, J. B., & Lavezzo, W. (1998). Aditivos na ensilagem do capim-elefante. I. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 33(11), 1859–1872.
- Andriguetto, J. M., Perly L., Y., & Minardi, I. (2003). *Nutrição Animal* (Vol. 66). Editora Nobel.
- Ávila, C. L. S., Pinto, J. C., Evangelista, A. R., Morais, A. R., Figueiredo, H. C. P., & Tavares, V. B. (2003). Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos teores de nitrogênio amoniacal e ph. *Ciência e Agrotecnologia*, 27(5), 1144–1151. DOI:

- <https://doi.org/10.1590/s1413-70542003000500024>
- Baliero Neto, G., Siqueira, G. R., & Nogueira, J. R. (2005). Perdas na ensilagem da cana-de-açúcar cv. IAC86/2480 (*Saccharum officinarum* L.) com doses de óxido de cálcio. In *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia* (Vol. 42).
- Barcelos, A. F., de Carvalho, J. R. R., Tavares, V. B., & Gonçalves, C. C. M. (2018). Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca de café. *Ciência Animal Brasileira*, 19, 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-27432>
- Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G., & FUNEP. (2011). *Nutrição de Ruminantes* (Issue 2th ed.). FUNEP.
- Bernardes, T. F., & Rêgo, A. C. (2014). Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1852–1861. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7181>
- Bernardino, F. S., Garcia, R., Rocha, F. C., Souza, A. L., & Pereira, O. G. (2005). Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(6), 2185–2291. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982005000700004>
- Bonfá, C. S., Villela, S. D. J., Castro, G. H. F., Santos, R. A., Evangelista, A. R., & Neto, O. S. P. (2017). Silagem de capim-elefante adicionada de casca de abacaxi. *Ceres*, 64(2), 176–182. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737x201764020010>
- Borges, B. R. S., Negrão, F. M., Zanine, A. M., Machado, A., Caldeira, F. H. B., & Lins, T. O. J. D. (2018). Potencial da ensilagem de capim-braquiaria com inclusão de farelo de arroz: Revisão. *PUBVET*, 12(a28), 1–9. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n2a28.1-9>
- Castro, W. J. R., Zanine, A. M., Ferreira, D. J., Ferro, M. M., Prado, D. A., & Negrão, F. M. (2015). Silagem de cana-de-açúcar aditivada com resíduo de cervejaria desidratado. *Scientific Eletronic Archives*, 8, 1–10.
- Faria, D. J. G., Garcia, R., Pereira, O. G., Fonseca, D. M., Mello, R., & Rigueira, J. P. S. (2007). Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(2), 301–308. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007000200005>
- Ferrari Júnior, E., & Lavezzo, W. (2001). Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(5), 1424–1431. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000600006>
- Ferrari Junior, E., Paulino, V. T., Possenti, R. A., & Lucenas, T. L. (2009). Aditivos em silagem de capim Elefante Paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). *Archivos de Zootecnia*, 58(222), 185–194. DOI: <https://doi.org/10.4321/s0004-05922009000200003>
- Ferreira, D. J., Lana, R. P., Zanine, A. M., Santos, E. M., Veloso, C. M., & Ribeiro, G. A. (2013). Silage fermentation and chemical composition of elephant grass inoculated with rumen strains of *Streptococcus bovis*. *Animal Feed Science and Technology*, 183(1), 22–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.04.020>
- Ferreira, E. B., Cavalcanti, P. P., & Nogueira, D. A. (2014). ExpDes: an R package for ANOVA and experimental designs. *Applied Mathematics*, 5(19), 952-958.
- Jobim, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A., & Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(Especial), 101–119. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982007001000013>
- Kozloski, G. V. (2011). *Bioquímica dos ruminantes* (3a Ed., Vol. 1). Editora Universidade Federal de Santa Maria.
- Martins, S. C. S. G., Carvalho, G. G. P., Pires, A. J. V., Silva, R. R., Leite, L. C., Pereira, F. M., Mota, A. D. S., Nicory, I. M. C., & Cruz, C. H. (2015). Qualitative parameters of sugarcane silages treated with urea and calcium oxide. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(2), 1135–1144. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p1135>

- McDonald, P. (1981). *The biochemistry of silage*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Menezes, L. F. G., Segabinazzi, L. R., Brondani, I. L., Restle, J., Arboitte, M. Z., Kuss, F., Pacheco, P. S., & Rosa, J. R. P. (2009). Silagem de milho e grão de sorgo como suplementos para vacas de descarte terminadas em pastagem cultivada de estação fria. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 61(1), 182–189. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-09352009000100026>
- Monteiro, I. J. G., Abreu, J. G., Silva Cabral, L., Ribeiro, M. D., & dos Reis, R. H. P. (2011). Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 33(4), 347–352.
- Negrão, F. M., Zanine, A. M., Souza, A. L., Cabral, L. S., Ferreira, D. J., & Dantas, C. C. O. (2016). Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17(1), 13–25. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-99402016000100002>
- Neumann, M., Mühlbach, P. R. F., Nörnberg, J. L., Ost, P. R., Restle, J., Sandini, I. E., & Romano, M. A. (2007). Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. *Ciência Rural*, 37(3), 847–854. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782007000300038>
- Pereira, A. V., Ledo, F. J. S., Morenz, M. J. F., Leite, J. L. B., Brighenti, A. M., Martins, C. E., & Machado, J. C. (2016). BRS Capiacu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. *Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico*, 1(1678).
- Pinho, B. D., Pires, A. J. V., Ribeiro, L. S. O., & Carvalho, G. G. P. (2008). Ensilagem de capim-elefante com farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9(4), 641–651.
- Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P., Garcia, R., Carvalho Júnior, J. N., Ribeiro, L. S. O., & Chagas, D. M. T. (2009). Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(3), 422–427. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009000300004>
- R-Core-Team. (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. R. Foundation for Statistical Computing.
- Rêgo, M. M. T., Neiva, J. N. M., Cavalcante, M. A. B., Cândido, M. J. D., Clementino, R. H., & Restle, J. (2010). Bromatological and fermentative characteristics of elephant grass silages with the addition of annatto by-product. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(9), 1905–1910. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010000900007>
- Silva, D. J., & Queiroz, A. C. (2002). *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos* (3rd ed.). Universidade Federal de Viçosa.
- Souza, A. L., Bernardino, F. S., Garcia, R., Pereira, O. G., Rocha, F. C., & Pires, A. J. V. (2003). Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(4), 828–833. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982003000400007>
- Tavares, V. B., Pinto, J. C., Evangelista, A. R., Figueiredo, H. C. P., Ávila, C. L. S., & Lima, R. F. (2009). Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(1), 40–49. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982009000100006>
- Tosi, P., Mattos, W. R. S., Tosi, H., Jobim, C. C., & Lavezzo, W. (1999). Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28(5), 947–954. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35981999000500006>
- Tres, T. T., Jobim, C. C., Rossi, R. M., Silva, M. S., & Poppi, E. C. (2014). Silagem de grãos de milho, com adição de soja: estabilidade aeróbia e desempenho de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(1), 248–260. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-99402014000100002>

- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2)
- Zanine, A M, Santos, E. M., Ferreira, D. J., Oliveira, J. S., & Pereira, O. G. (2006). Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. *Archivos de Zootecnia*, 55(209), 75–84.
- Zanine, A. M., Santos, E. M., Ferreira, J. D., Pereira, O. G., & Almeida, J. C. C. (2006). 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*, 43(6), 803–809. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2006.26560>

Recebido: 2 de maio, 2020.

Aprovado: 10 junho, 2020.

Disponível online: 8 de outubro, 2020.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados