

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

i

**CAPIM-ELEFANTE ENSILADO COM DIFERENTES NÍVEIS
DE FARELO ÚMIDO DE GLUTEN DE MILHO (FUGM):
ASPECTOS NUTRICIONAIS, COMPORTAMENTO
INGESTIVO E DIGESTIBILIDADE APARENTE EM OVINOS.**

Mayara Fabiane Gonçalves Maciel

**UBERLÂNDIA – MG
Abril de 2014**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**CAPIM-ELEFANTE ENSILADO COM DIFERENTES NÍVEIS
DE FARELO ÚMIDO DE GLUTEN DE MILHO (FUGM):
ASPECTOS NUTRICIONAIS, COMPORTAMENTO
INGESTIVO E DIGESTIBILIDADE APARENTE EM OVINOS.**

Mayara Fabiane Gonçalves Maciel

**Orientadora: Profa. Dra. Isabel Cristina Ferreira
Co-Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – UFU, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

**UBERLÂNDIA – MG
Abril de 2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

G635c
2014 Gonçalves, Mayara Fabiane, 1989-

Capim-elefante ensilado com diferentes níveis de farelo úmido de glúten de milho (FUGM): características da silagem e aspectos nutricionais / Mayara Fabiane Gonçalves. – 2014.

75f.

Orientadora: Isabel Cristina Ferreira.

Coorientador: Gilberto de Lima Macedo Júnior.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Silagem - Teses. 3. Rações – Teses. I. Ferreira, Isabel Cristina. II. Macedo Júnior, Gilberto de Lima. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. IV. Título.

CDU: 619

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MAYARA FABIANE GONÇALVES MACIEL – Filha de Fabíula Clara Gonçalves, nasceu em Sete Lagoas, Minas Gerais, em 04 de junho de 1989. Em julho de 2007, ingressou na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri no curso de Zootecnia, concluindo-o em dezembro de 2011. Em março de 2012, iniciou no programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias na Universidade Federal de Uberlândia, em nível de Mestrado, desenvolvendo estudos na área de Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 22 de abril de 2014.

DEDICATÓRIA

À Deus pelo maravilhoso dom da vida, por cuidar de mim sempre, como um pastor que nunca se esquece de sua ovelha.

À minha amada mãe Fabíula, pessoa que sempre me encorajou nos estudos e é pra mim um grande exemplo a ser seguido.

À minha iluminada família, mais um presente de Deus na minha vida, por todo apoio e carinho comigo. Eu sinto imenso amor por vocês!

Ao meu companheiro, amigo e namorado Gustavo que esteve comigo, com tamanha paciência durante este período, tornando o caminho mais alegre de seguir.

AGRADECIMENTOS

À prof^a. Dra. Isabel Cristina Ferreira que foi muitas vezes minha conselheira, me tranquilizando nos momentos de apreensão, além de me orientar com maestria e paciência.

Ao prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior pelas preciosas sugestões e por toda ajuda durante a condução do experimento em campo.

Ao prof. Dr. Evandro Fernandes, pelo apoio e bom convívio no laboratório de Nutrição Animal.

Aos amigos que fiz em Uberlândia, que fizeram do mestrado um lugar não só de aprendizado, mas de crescimento pessoal. Em especial gostaria de agradecer a Silvinha por sempre estar comigo e pela sincera amizade. A Maianinha, um exemplo de determinação, que foi uma grande amiga e companheira de mestrado, pessoa que vou levar comigo. A Natália e Marina companheiras de moradia em Uberlândia, a Fernanda Litz pelos bons momentos no laboratório e aos demais colegas, que estiveram comigo durante o experimento, durante aulas, me proporcionando momentos prazerosos. Foi maravilhoso conhecer e conviver com vocês! Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO 1.....	11
1- Coprodutos	11
1.1- Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM)	11
2- Capim- Elefante	13
2.1- Utilização do Capim-Elefante	14
2.2- Estratégias para melhorar a qualidade da silagem de capim -elefante.....	16
3- Digestibilidade <i>in vitro</i> e <i>in situ</i>	17
4- Fibra fisicamente Efetiva	19
5- Comportamento de consumo.....	20
6- Referências Bibliográficas	21
CAPITULO 2.....	30
Introdução	33
Material e Métodos.....	34
Resultados e Discussão.....	35
Conclusão	40
Referências Bibliográficas.....	41
CAPITULO 3.....	42
Introdução	45
Material e Métodos.....	46
Resultados	48
Discussão	50
Conclusão	54
Referências Bibliográficas.....	54
CAPITULO 4.....	61
Introdução	62
Materiais e Métodos.....	62
Resultados e discussão	65

Conclusão	68
Referências Bibliográficas.....	69
ANEXOS.....	70

CAPIM-ELEFANTE ENSILADO COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARELO ÚMIDO DE GLUTEN DE MILHO (FUGM): ASPECTOS NUTRICIONAIS, COMPORTAMENTO INGESTIVO E DIGESTIBILIDADE APARENTE EM OVINOS.

Resumo: O Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM) é um coproduto da moagem de milho para fabricação de xarope e amido deste grão. Tal coproduto pode ser ensilado com forragens padrão na tentativa de melhorar sua conservação. Objetivou-se com este estudo avaliar os aspectos nutricionais de silagens de capim-elefante com inclusão de quatro diferentes níveis de farelo úmido de glúten de milho (FUGM), sendo eles os níveis 0% (T0), 30% (T30), 60% (T60), 90% (T90) de inclusão do FUGM e o capim-elefante *in natura* (CEIN), o comportamento ingestivo em ovinos alimentados com estas silagens e o consumo e digestibilidade aparente destes alimentos. As silagens foram confeccionadas em tóneis verticais, com três repetições para cada tratamento, totalizando 12 silos experimentais. Para avaliação do comportamento ingestivo e digestibilidade aparente, foram utilizados cinco ovelhas, sem raça definida (SRD), canuladas no rúmen, alojadas em gaiolas de metabolismo. Não houve diferença ($p<0,05$) para as temperaturas das silagens de capim-elefante com 0, 30 e 60% de inclusão do FUGM no dia da ensilagem (dia 0), apenas o maior nível de inclusão (90%) apresentou temperatura mais elevada, 41,46°C. No 50º dia após a ensilagem, não houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as silagens de capim-elefante sobre a temperatura da massa ensilada. Nas silagens de capim elefante + FUGM, os valores de pH decresceram linearmente no dia 0 e aumentaram linearmente após 50 dias de ensilagem. Os teores de MS das silagens de capim-elefante no dia 0 elevaram-se quadraticamente à medida que aumentou a inclusão de FUGM, já aos 50 dias após a ensilagem todos as silagens apresentaram maiores valores de MS quando comparado ao dia 0. A DIVMS da silagem de capim-elefante foi superior nos níveis 0 e 30% de inclusão após 50 dias de ensilagem. Não houve diferenças significativas ($p>0,05$) para a DIVMS das silagens de milho com inclusão FUGM no dia 0 e após 50 dias de ensilagem. As características físicas das silagens não sofreram grandes alterações com os níveis de inclusão do FUGM. Em relação ao comportamento ingestivo pode-se observar que as maiores eficiências de ruminação da matéria seca (ERMS) foram encontradas nos tratamentos com 60 e 90% de inclusão do FUGM. O tamanho de partícula das silagens de capim-elefante com a inclusão do FUGM aumentou linearmente nos tamanhos entre 19mm e 8mm ($Y=21,16+0,28X$) quanto maior a inclusão deste coproduto. Já as partículas de alimento com tamanho entre 8mm e 1,18mm das mesmas silagens foram encontradas em maior quantidade nos tratamentos com 30% e 60% de inclusão de FUGM, apresentando regressão quadrática ascendente. A FDNfe regrediu linearmente com a inclusão do coproduto FUGM. O pH ruminal dos animais variaram entre 6,44 e 6,90. Os tratamentos com maiores níveis de inclusão do FUGM, T60 e T90, apresentaram valores de pH mais baixos. No consumo e digestibilidade aparente, foi verificado que não houve diferença significativa ($p>0,05$) para consumo de matéria seca (CMS) em g/dia, em relação do peso vivo (CMSPV) e em relação ao peso metabólico (CMSPV^{0,75}). O consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) não diferiram significamente ($p>0,05$) entre os tratamentos. O teor de FDN das dietas influenciou mais o comportamento ingestivo dos animais em relação as características físicas da dieta. O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) foi maior quando houve inclusão em algum nível do FUGM em relação à silagem de capim-elefante sem a inclusão deste coproduto.

Palavras-chave: Coproducto, consumo, FDN, FDA, matéria seca, temperatura.

Abstract: Wet Corn Gluten Feed (WCGF) is a byproduct of milling corn syrup and starch manufacturing this grain . This coproduct can be ensiled forages standard in an attempt to improve their conservation . The objective of this study was to evaluate the nutritional value of silage of elephant with inclusion of four different levels of wet corn gluten Feed (WCGF) , the behavior of sheep fed with these silages and consumption and digestibility of these foods . No significant differences ($p < 0.05$) for the temperatures of elephant grass silages with 0 , 30 and 60 % inclusion of FUGM on day 0 , only the highest level of inclusion (90 %) showed higher temperature , 41 46 ° C. On day 50 there was no difference ($p < 0.05$) between any levels of inclusion in WCGF elephant grass silage . Silages of elephant grass WCGF + , the pH values decreased linearly on day 0 and increased linearly after 50 days of fermentation. The content of the silage of elephant grass on day 0 was increased quadratically as increased inclusion of WCGF since the day 50 post -fermentation all treatments showed higher MS compared to day 0. IVDMD of elephant grass silage was higher in levels 0 and 30 % inclusion after 50 days of fermentation, whereas there were no significant differences ($p > 0.05$) with corn silage inclusion FUGM . Physical characteristics of silages did not change much with the inclusion levels . In relation to feeding behavior can be observed that the best ERMS found in treatments with 60 and 90 % of inclusion WCGF. The particle size increased linearly in sizes ranging from 19mm to 8mm ($Y = 21.16 +0.28 X$) the inclusion of higher FUGM coproduct . Have food particles with a size between 8 mm and 1.18 mm were found in greater amounts in treatments with 30 % and 60 % inclusion of WCGF, T30 and T60 respectively , with ascending quadratic regression . The FDNfe linearly regressed ($Y = X 33.91-0.16$) with the inclusion of coproduct WCGF. The ruminal pH of animals fed diets varied between 6.44 and 6.90 . The treatments with higher inclusion levels FUGM , T60 and T90 , showed lower pH values . For consumption and digestibility , it was found that there was no significant difference ($p > 0.05$) for dry matter intake (DMI) in g / day compared to bodyweight (DMILW) and in relation to metabolic weight (CMSPV0 , 75) . The use of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (CFDA) did not differ statistically ($p > 0.05$) between treatments . The apparent digestibility of dry matter (CDMS) was higher when there is some level of inclusion in FUGM regarding elephant grass silage without including this coproduct .

Keywords : in vitro digestibility of dry matter , NDF, ADF , drought, temperature field

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1- Coprodutos

A terminologia coprodutos vem sendo utilizada em detrimento a outros termos antes empregados, como resíduos ou subprodutos, com objetivo de não sugerir com estas palavras impressão de inferioridade, de contaminantes ou ainda algo inútil (PEREIRA et al., 2009). Além disso, por serem considerados alimentos alternativos, por técnicos e produtores, pela alta qualidade nutricional e custo reduzido (GERON, 2007).

Os ruminantes, devido à adaptação fisiológica do rúmen podem aproveitar os coprodutos quando inseridos em dietas que atendam seus requerimentos de manutenção, crescimento e produção (AREGHEORE, 2000). Entretanto, vale salientar, que estes alimentos podem apresentar elevadas proporções da fração fibrosa pouco digestível, menor densidade de nutrientes e baixa efetividade da fibra, podendo assim reduzir o seu valor nutricional (RADY, 1992).

Diante disso, alguns fatores devem ser considerados na escolha de um coproducto para utilização na alimentação de ruminantes, entre eles destacam-se a quantidade disponível, a proximidade entre a fonte produtora e o local de consumo, as suas características nutricionais, a presença de compostos tóxicos ou antinutricionais e os custos de transporte, condicionamento e armazenagem (BURGI, 1992). Sendo assim, o conhecimento do valor nutricional desses alimentos como ingredientes permitirá o emprego mais racional em dietas para os animais ruminantes (SILVA & PRATES 1986).

1.1- Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM)

Entre os coprodutos passíveis de utilização na alimentação animal está o Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM). Nos Estados Unidos o FUGM é obtido

principalmente da indústria do milho para fabricação do etanol, ao passo que no Brasil, a obtenção do coproduto ocorre no processamento do milho para obtenção do xarope e amido (TRENKLE et al., 1989).

O milho, após a retirada de sujidades, é acondicionado em tanques de ácido inoxidável chamados de maceradores, com uma solução aquosa ácida contendo lactobacilos e dióxido de enxofre. No tanque, o milho grão permanece em média 40 horas, com temperaturas de aproximadamente 50ºC, assim o dióxido de enxofre diluído reage com a água, formando o ácido sulfuroso que promove a assepsia do processo, controla a germinação e fermentação em razão de variações químicas que ocorrem nos constituintes do endosperma e auxiliam o processo de separação do amido e proteínas. Pela ação da acidez e da temperatura, o grão de milho amolece, liberando nutrientes para a solução que então é drenada e concentrada. Após a separação do gérmen, proteínas e amido, por meio de peneiras e centrifugação, a solução concentrada e a fibra remanescente são secas a quente, com temperatura de aproximadamente 90ºC e moídas, sendo denominado FUGM (FUNDAÇÃO CARGILL, 1980).

A composição bromatológica do FUGM apresenta variações entre autores. Segundo Santos (2004) as causas destas diferenças estão relacionadas ao processo de produção, como o tipo de moagem e a centrifugação, etapas intermediárias da obtenção do FUGM. De acordo com Santos (2012) a composição bromatológica do FUGM ainda pode variar com o tempo de exposição ao ar, sendo recomendada análise de cada parte adquirida.

Blasi et al. (2001) citou que o FUGM apresenta 42% a 44% de matéria seca (MS), 90% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 14% a 22% de proteína bruta (PB), 26% a 54% de fibra em detergente neutro (FDN), 3% a 5% de extrato etéreo (EE),

26% de amido total e 7% a 9% de matéria mineral (MM). Segundo Schroeder (2010), este alimento pode ser considerado como uma fonte de energia.

Kononoff et al. (2006), em estudo com a inclusão do FUGM na dieta de vacas holandesas, avaliaram a inclusão de 38% na MS do farelo úmido de glúten de milho nas dietas destes animais. O experimento consistiu em três diferentes tratamentos, sendo eles o controle (sem inclusão do FUGM na MS), os animais que receberam dieta com 38% de FUGM durante a lactação e os animais que receberam 38% de FUGM durante o período seco e também na lactação. Os resultados obtidos por estes autores demonstraram que a inclusão do FUGM no período seco melhorou o escore de condição corporal (ECC) em relação à dieta controle, entretanto nos animais em lactação tal efeito foi observado.

2- Capim- Elefante

O capim-elefante é originário do continente Africano, mais especificamente da África Tropical, entre 10ºN e 20ºS de latitude, foi descoberto em 1905 pelo coronel Napier (RODRIGUES et al., 2001). Espalhou-se por toda África e foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba.

O capim-elefante é uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, podendo atingir de 3 a 5 metros de altura com colmos eretos dispostos em touceira aberta ou não, com entrenós de até 20 cm (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1983; NASCIMENTO JUNIOR, 1981; DERESZ, 1999).

Gramínea encontrada em regiões tropicais e sub tropicais, o capim elefante é bem adaptado às condições de clima e solo em quase todo o Brasil, sendo uma das gramíneas mais difundidas e importantes do país. Tem sido muito utilizado por produtores rurais, pois é tido como de alta produção forrageira, e apresenta bons

níveis de produção animal quando bem manejada, ao contrário da maioria das outras forrageiras (LOPES, 2004).

Para o estabelecimento tanto de capineiras como de pastagens de capim-elefante se faz necessário adotar práticas de manejo adequadas. Por meio do conhecimento das práticas de estabelecimento e manejo desta espécie, pode-se obter um incremento na produção, carne e, ou, leite, por animal e por área. Para tanto, alguns cuidados no estabelecimento da forragem devem ser observados para que se possa conseguir elevados rendimentos (LOPES, 2004). O solo constitui uma das partes determinantes do bom desenvolvimento de uma forrageira. Suas propriedades tanto químicas quanto físicas influem decisivamente no estabelecimento das pastagens. Assim, a fertilidade do solo têm fundamental importância quando a meta é ter altas produções. As características físicas do solo, como a textura, a estrutura e sua profundidade, desempenham papel limitante na seleção das espécies. O capim-elefante exige solos mais profundos e friáveis, com possibilidade de mecanização, além de práticas de reposição de nutrientes, para que seu estabelecimento e produção não sejam comprometidos (LOPES, 2004).

Um dos fatores mais atraentes no capim-elefante é a produtividade. Vale ressaltar o alto rendimento por área, tendo sido registradas produções em solos de cerrados de 260,9; 260,0; 220,6 e 214,6 toneladas de matéria verde/ha/ano, respectivamente para as variedades Mercker, Napier, Porto Rico 534 e Mineiro (PEREIRA *et al.*, 1976), bem como produções que variam de 30,3 a 200,4 toneladas de matéria verde/ha/ano, respectivamente para os cultivadores Porto Rico e Mineiro (CARVALHO *et al.*, 1972).

2.1- Utilização do Capim-Elefante

Entre as estratégias de uso do capim elefante, encontra-se a confecção de silagens, uma alternativa simples e acessível para os criadores. A ensilagem dessa

gramínea é adotada, principalmente, por má distribuição das chuvas no Brasil. Assim é necessário conservá-la para utilização em períodos de escassez de alimentos, durante o período de estiagem das chuvas.

Deve-se ressaltar que quando comparada as silagens de milho e sorgo, a silagem de capim-elefante é inferior em relação aos aspectos qualitativos (MS, PB). Entretanto, o capim-elefante é a gramínea mais utilizada para formação de capineiras no Brasil (CYSNE, 2006). Isso porque está entre as gramíneas de maior produção (80%) no período chuvoso (FARIA et al., 1998). A alta produtividade pode chegar de 30 a 40 toneladas MS/hectare ao passo que o milho representa 6 a 8 toneladas MS/hectare.

Entre os fatores que mais afetam a qualidade das silagens estão a idade em que a planta é ensilada, por meio do teor de lignina incrustado à fibra, propriedades inerente à própria planta e as condições de acondicionamento (SILVEIRA, 1988). Lavezzo (1985) cita que esta gramínea atinge seu “equilíbrio nutritivo”, ou seja, apresenta boa produção por área e bom valor nutritivo, normalmente com corte realizado com 50 a 60 dias de crescimento. Neste período a cultura apresenta alta umidade, baixo teor de carboidrato solúvel e alto poder tampão, fatores que podem influenciar negativamente o processo fermentativo.

Segundo McDonald (1981) tal ocorrência pode ser explicada pelo fato destes itens agirem impedindo o rápido decréscimo do pH a níveis adequados (3,8 a 4,2), favorecendo fermentações secundárias e indesejáveis pela ação de bactérias produtoras de ácido butírico, que passarão a se desenvolver utilizando o lactato produzido e açúcares residuais. Desta forma o FUGM poderá ser adicionado à estas silagens com o objetivo de ser um aditivo absorvente, e melhorar assim a qualidade destas silagens.

2.2- Estratégias para melhorar a qualidade da silagem de capim-elefante

A utilização de aditivos, coprodutos ou técnicas que visem à preservação da forragem na ensilagem podem melhorar a fermentação, já que segundo Catchapoole & Henzel (1971) algumas forragens tropicais são de difícil ensilagem. Além disso, a utilização de coprodutos pode melhorar características nutricionais de forrageiras que não possuam bom valor nutricional para os animais.

Neiva et al. (2001), avaliaram a adição de bagaço de caju na ensilagem de capim-elefante e observaram aumento nos teores de proteína bruta, à medida que foi adicionado o coproducto do caju, e decréscimo nos teores de fibra em detergente neutro e de fibra em detergente ácido. Para os valores de pH, estes autores encontraram média de 3,9 e concluíram que a utilização do coproducto do caju melhorou a conservação e o valor nutritivo das silagens de capim-elefante.

Gonçalves et al. (2002) observaram que para cada 1% de adição do coproducto da acerola até o nível de 20% os teores de matéria seca (MS) das silagens sofreram elevações de 0,55 ponto percentual e com o 15% de adição, o teor mínimo de 30% citado como ideal foi atingido. Em relação à proteína bruta (PB) os autores observaram um crescimento linear com a adição do coproducto da acerola, atingindo o nível máximo de 7,52% de PB na MS. A MS entre 30 a 35% de MS é desejada em silagens pois nesta fase obtém-se melhor qualidade nutricional, maior digestibilidade, maior consumo pelos animais.

Andrade et al., (2012) avaliaram o fubá de milho e casca de soja adicionados a silagem de capim-elefante com os seguintes tratamentos: capim-elefante puro, casca de soja (5 e 10%) e fubá de milho (5 e 10%) de forma isolada ou conjunta em mesmas proporções totalizando 5 e 10% em três tempos de abertura, sendo eles 7, 15 e 28 dias após a ensilagem. Os resultados mostraram que a utilização de fubá de milho, seja individualmente ou em conjunto com a casca de soja, foi boa alternativa

para aumentar o teor de matéria seca, reduzir as perdas por efluentes e melhorar o padrão fermentativo da silagem de capim elefante. Os autores observaram ainda que utilização da silagem com adição de fubá de milho e casca de soja deverá ocorrer em até 48 horas, para evitar alterações no padrão da silagem ou sua deterioração aeróbia.

A inclusão do FUGM em silagens de capim-elefante poderá proporcionar aumento no teor de MS, melhorando as condições de fermentação, já que este coproducto possui aproximadamente 42% de MS, funcionando também como um aditivo absorvente nestas silagens.

Contudo, é fundamental lembrar que a utilização de aditivos não elimina os cuidados normais para obtenção de boas silagens como a época de corte, compactação da forragem, vedação dos silos (CYSNE, 2006). Estes são fatores que influenciam o processo fermentativo das silagens, que por sua vez determinam a qualidade final.

3- Digestibilidade *in vitro* e *in vivo*

A digestibilidade de um alimento *in vivo* é definida como a proporção do alimento ingerido que não é excretada nas fezes (BERCHIELLI, PIRES e OLIVEIRA, 2011) e por meio de ensaios é possível separá-la em verdadeira e a aparente (SALMAN et al., 2010). Na digestibilidade verdadeira, a matéria metabólica fecal (secreções endógenas, contaminação por microrganismos e descamações do epitélio) é desconsiderada da fração fecal, ao passo que na aparente, ela não é desconsiderada (BERCHIELLI, PIRES e OLIVEIRA, 2011).

Entre as técnicas para a avaliação de alimentos tem-se a digestibilidade “*in vitro*”, a qual o método proposto por Tilley & Terry (1963) adaptado por Van Soest, tem sido o mais utilizado. A técnica da digestibilidade “*in vitro*” apresenta algumas

vantagens, que são a rapidez, a uniformidade físico-química do local de fermentação, a conveniência de se manter poucos animais fistulados (ALCALDE et al., 2001) além de permitir a estimativa da digestibilidade *in vitro* de uma grande quantidade de amostras simultaneamente com o uso da incubadora artificial (SANTOS et al., 2000).

Para a determinação da digestibilidade e avaliação dos alimentos, concentrados e volumosos, várias técnicas podem ser utilizadas. Inicialmente, admite-se que a digestibilidade possa ser quantificada considerando todo o trato gastrintestinal (Digestibilidade Total) ou considerando o processo de digestão que ocorre no rúmen, pós-rúmen e intestino (Digestibilidade Parcial) (MACEDO JUNIOR, 2004).

No estudo da digestibilidade total, normalmente são utilizados animais sem nenhum preparo cirúrgico, alojados em gaiolas de metabolismo, com coleta total ou parcial da excreta. Para a determinação da digestibilidade parcial, utilizam-se animais preparados cirurgicamente com implantação de cânulas em um ou mais órgãos do trato gastrintestinal (MACEDO JUNIOR, 2004).

Dentre os métodos, o de digestibilidade aparente total por meio do método tradicional de coleta total de fezes, destaca-se pela confiabilidade, entretanto exige controle rigoroso da ingestão e excreção, instalações adequadas e maior número de animais. Nele os animais permanecem confinados em gaiolas metabólicas que possibilitam liberdade de movimento (levantar e deitar), alimentação individual e adaptação de recipientes para realização da coleta total de fezes e urina separadamente (BERCHIELLI, PIRES e OLIVEIRA, 2011). Vale ressaltar a coleta total nem sempre é possível, por haver possível contaminação da urina pelas fezes dos animais no recipiente de coleta.

Assim, com o controle rigoroso do alimento ofertado, das sobras e das fezes dos animais, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos diferentes nutrientes, como PB, EE, ENN, FB ou FDA e FDN, podem ser calculados pela diferença entre quantidade consumida e excretada pelo animal dividida pela quantidade consumida (SALMAN et al., 2010).

4- Fibra fisicamente Efetiva

Os coprodutos de origem vegetal, normalmente obtidos após a extração de amidos, açúcares, óleos, são generalizadamente denominados fontes de fibra não forrageira, e normalmente apresentam concentração de FDN semelhante à de forragens, diferindo, entretanto, em efetividade da fibra e na resposta quanto ao desempenho produtivo, quando fornecidos para ruminantes (LOPES et al., 2006).

Segundo Mertens (1997), a FDN quantifica características químicas, mas não aquelas físicas da fibra, tais como tamanho de partículas e densidade. Assim, foi proposto por este autor que o estabelecimento dos requerimentos de fibra não fosse baseado exclusivamente na FDN como medida de fibra química total nos alimentos.

Sendo assim, segundo Mertens (1997), o termo fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) refere-se especificamente às características físicas da fibra, principalmente, tamanho de partículas, que influenciam a atividade de mastigação e a natureza bifásica dos conteúdos ruminais (partículas maiores flutuantes sobre líquidos e partículas pequenas). A FDNfe é o produto do fator de efetividade física (fef) pela porcentagem de FDN ($FDNfe = fef * \%FDN$), obtida da análise química de um alimento (ARMENTANO & PEREIRA, 1997; MERTENS, 1997). O fef é definido pela porcentagem da fração FDN do ingrediente multiplicado pela porcentagem do ingrediente retido em peneira de 1,18mm.

Os coprodutos, em sua maioria, apresentam tamanhos de partículas característicos dos suplementos concentrados sendo, portanto, inferior ao das forragens, o que determina a menor efetividade da sua FDN em manter o pH e a porcentagem de gordura no leite (KONONOFF, 2006).

Além da manutenção da saúde ruminal, sabe-se que a presença de fibras afeta, entre outros, a ingestão de matéria seca e a digestibilidade, e que essas respostas animais podem modificar-se em função da quantidade de FDN e também do seu processamento (ALLEN, 1997; MERTENS, 1997).

Sullivan et al., (2012) em seus estudos em vacas leiteiras, utilizaram o feno de alfafa associado ao FUGM em inclusões de 0; 12,5; 24,5 e 35,1%, para garantir que pelo menos 10% das partículas das dietas fossem de tamanho superior a 19mm. O objetivo dos autores ao fixar o mínimo de partículas com tamanho superior a 19mm foi de assegurar que em todas as dietas (níveis de inclusão) haveria quantidade mínima de FDNfe. Os resultados encontrados por estes autores demonstraram que quando o FUGM foi incluído na dieta em níveis de até 35,1%, preservando o tamanho de partícula, a ingestão de matéria seca (IMS) apresentou efeito quadrático com maior ingestão no nível 24,5%. Efeito semelhante foi observado para produção de leite. De forma geral os autores ressaltam que, se o tamanho de partícula é mantido em níveis adequados quando o FUGM aumenta na dieta, há aumento na IMS e na produção de leite, mantendo a eficiência de produção e o pH do rúmen.

5- Comportamento de consumo

O conhecimento do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, pois possibilita ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo (CARDOSO et al., 2006).

De acordo com HODGSON (1990), os ruminantes adaptam-se às diversas condições de manejo, ambiente e alimentação por meio de modificações em seu comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo, compatível com as exigências nutricionais. Segundo este mesmo autor, animais em confinamento gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia, ou até mais de seis horas, para fontes com baixo teor de energia e alto em fibra. Da mesma forma, o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Portanto, aumentando a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido com ruminação (VAN SOEST, 1994).

Carvalho et al., (2006) avaliando o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais, encontraram valores de 331,67; 589,17 e 519,17 minutos/dia gastos em ingestão, ruminação e ócio, respectivamente, para os animais que receberam tratamento controle, ou seja capim-elefante não amonizado.

Gomes et al., (2012) avaliaram quatro tamanhos de partículas na alimentação de ovinos, utilizando como volumoso Tifton-85 e um concentrado comercial. Foi observado que o menor tamanho de partícula (2mm) apresentou os menores tempos gastos (minutos/dia) com a ruminação e com a atividade mastigatória total (ingestão + ruminação). Os tempos gastos com a ruminação e com a atividade mastigatória total em ovinos são diminuídos com a redução do tamanho de partícula do volumoso (GOMES et al., 2012).

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal Dairy Science**, v.80, p.1447,

1997. Disponível em:
http://dataoteca.unad.edu.co/contenidos/201506/EXE%20NUTRICION/Allen_JDS_1997.pdf Acesso em: 03/03/2014.

ANDRADE A. P., QUADROS D. G., BEZERRA A. R. G., ALMEIDA J. A. R., P. H. S., JORGE ARAÚJO J. A. M. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. Semina: Ciências Agrárias, v. 33, n. 3, p.1209,

2012. Disponível em:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/8951/10869>

Acesso em: 08/04/2014

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Symposium: meeting the fiber requirements of dairy cows: measuring the effectiveness of fiber by animal trial. **Journal of Dairy Science**, v. 80,

n. 07, p.1416-1425, 1997. Disponível em:

[http://www.grupodoleite.com.br/site/artigos/3%20Armentano%20&%20Pereira%20\(fra\).pdf](http://www.grupodoleite.com.br/site/artigos/3%20Armentano%20&%20Pereira%20(fra).pdf) Acesso em: 11/03/2014.

ALCÂNTARA, P.B., BUFARAH, G. **Plantas forrageiras:** gramíneas e leguminosas. São Paulo, Editora Nobel, 2^a ed., 1983, 150p.

ALCALDE, C. R; MACHADO, R. M; SANTOS, G. T; PICOLLI, R; JOBIM, C. C. Digestibilidade in vitro de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 917-921, 2001.

AREGHEORE. E. M. Chemical composition and nutritive value of some tropical byproduct feedstuffs for small ruminants in vivo and in vitro digestibility. **Animal Feed**

Science and Technology, 88,. 99-109, 2000. Disponível em:

[http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(00\)00123-1/abstract](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(00)00123-1/abstract)

Acesso em: 11/03/2014.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2 ed... 2011. 616 p.

BLASI, D. A.; BROUK, M. J.; DROUILLARD, J.; MONTGOMERY, S. P. **Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle**. Manhattan: Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14p. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/library/lvstk2/mf2488.pdf>> Acessado em: 05 mai. 2011.

BURGI, R. Equipamentos para manejo e tratamento de resíduos agrícolas e agroindustriais. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAL E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, São Carlos, 1992. **Anais...** São Carlos: Embrapa, p. 69-82. 1992.

CARDOSO, A. R., CARVALHO S., GALVANI D. B., PIRES C. C., GASPERIN B. G., GARCIA R. P. A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 02, p. 604-609, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v36n2/a38v36n2.pdf>
Acesso em: 21/03/2014.

CARVALHO, M. M.; MOZZER, O. L.; ENRICH, E. S.; GONTIJO, V. P. M. de. Competição de variedades e lúbridos de capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em solos hidromórfico de Sete Lagoas, Minas Gerais. **Pesq. Agropec. Bras.**; **Ser. Zoot.**, v.7: p.39-45, 1972.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.-1805-1812, 2006.

CATCHAPOOLE, V.R.; HENZEL, E.F. Silage and silage-making from tropical herbage species. **Herbage Abstracts**, v.41, n.3, p.213-221, 1971.

CYSNE, J. R. B.; NEIVA, J. N. M.; GONÇALVES, J. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; CAVALCANTE, M. A. B.; LÔBO, R. N. B. Composição químico-bromatológica de silagens de capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) contendo níveis crescentes do subproduto da Graviola (*Anona muricata* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.376-380, 2006.

DERESZ, F. **Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne**. Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, 1999, 29p. (Circular técnica 54)

FARIA, V.P., SILVA, S.C., CORSI, M. Potencial e perspectivas do pastejo em capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.05- 13, 1998.

FUNDAÇÃO CARGILL. Produtos de milho processados por via úmida para uso em rações. 1.ed. Campinas: Fundação Cargill. 20p. 1980.

GERON, L. J. V. Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de animais de produção. **Pubvet**, V. 1, N. 9, Ed. 9, Art. 312. p 1982 – 1263, 2007. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=312 Acesso em: 31/03/2014.

GOMES, S.P.; BORGES, A.L.C.C.; BORGES, I.; MACEDO JÚNIOR, G.L.; SILVA, A.G.M.; PANCOTI, C.G. Efeito do tamanho de partícula do volumoso e da freqüência de alimentação sobre o consumo e a digestibilidade em ovinos. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.13, n.1, p.137-149, 2012.

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M. et al.. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) com diferentes níveis de subproduto da acerola (*Malpighia glabra* L.). Reunião Anual da SBZ, In: 39^a Recife, 2002. Anais...Recife, 2002.

HODGSON, J. Grazing management – science into practice. New York: John Wiley & Sons, Inc., **Longman Scientific & Technical**. 1990. 203p.

KONONOFF P.J., IVAN S.K., MATZKE W., GRANT R.J., STOCK R.A., KLOPFENSTEIN T.J. Milk production of dairy cows fed wet corn gluten feed during the dry period and lactation. **J. Dairy Sci.** 2006;89:2608–2617. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16772581> Acesso em: 03/04/2014.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, v. 11 n. 132 p. 50-57. 1985. LOPES, B. A. O Capim-elefante. **Seminário** apresentado à disciplina ZOO 645 (Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes). Universidade Federal de Viçosa - Centro de Ciências Agrárias /Departamento de Zootecnia). Viçosa, Maio de 2004.

LOPES, F.C.F.; RODRIGUEZ, N.M.; ARCURI, P.B.; CARNEIRO, J. da C.; ELYAS, A. C. W.; MORENZ, M.J.F. Fibra efetiva para vacas em lactacao. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2006 50p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 114)

LOPES, B. A. O *Capim-elefante*. **Seminário** apresentado à disciplina ZOO 645 (Métodos nutricionais e alimentação de ruminantes). Universidade Federal de Viçosa - Centro de Ciências Agrárias /Departamento de Zootecnia). Viçosa, Maio de 2004.

MACEDO JUNIOR, G. L. Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo, digestibilidade aparente e no comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês. 2004. 142 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Sons. 1981. 226p.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirement of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.80, p.1463, 1997.

NASCIMENTO JR., D. **Informações sobre plantas forrageiras**. Viçosa, MG, UFVImprensa Universitária, 1981. 56p.

NEIVA,J.N.M.; TEIXEIRA, M.; LÔBO, R.N.B.; Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) contendo diferentes níveis de subproduto de pseudo fruto de caju (*Anacardium occidentale*) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, SP, 2001. **Anais...** Piracicaba, SP, 2001. p.1-3. (CD-ROM).

PEREIRA, J. M.; COELHO DA SILVA, J. F. da. Efeito da adição de uréia e biureto sobre as características e valor nutritivo da silagem de milho. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, Viçosa, MG. 5(2): 188-209, 1976.

PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A.. G.; PINA, D. S.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V. Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de sulco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes. **Empraba Semi-árido**, Petrolina, PE, 30p., 2009.

PORUTGAL, A. V. Sistemas de produção de alimentos de origem animal no futuro Production Systems of animal origin food in the future. **Revista Portuguesa Ciências Veterinárias**, v. 97, p. 63-70. 2002.

RADDY, M.R., RADDY, G.V.N. Effect of processing on the nutritive value of eight crop residues and two forest grasses in goats and sheep. **Journal of Animal Science**, v.5, n.2, p.295-301, 1992.

REGO, M. M. T.; NEIVA, J. N. M.; REGO, A. C. et al. Intake, nutrients digestibility and nitrogen balance of elephant grass silages with mango by-product addition.

Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, p.74-80. 2010. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n1/10.pdf> Acesso em: 08/04/2014.

RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2^a edição. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2001, p.203-224.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. **Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2010. Disponível em: <http://www.cpafro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/doc136_alimentacaoderuminantes.pdf> Acesso em: 13/12/2013

SANTOS, G. T.; ASSIS, M. A.; GONÇALVES, G. D.; MODESTO, E. C.; CECATO, U.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C. Determinação da digestibilidade *in vitro* de gramíneas do gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 761-764, 2000. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/3187> Acesso em: 08/04/2014.

SANTOS, F. A.; Glúten de milho na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 79-100, 2004. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/011V1N3P79_100_NOV2004.pdf> Acesso 28 out. 2012.

SANTOS S. F. Diferentes tipos e tempos de armazenamento do farelo úmido de glúten de milho. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Veterárias). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia- MG. 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/3199/1/DiferentesTiposTempos.pdf> Acesso em: 08/04/2014.

SCHROEDER, J. W.; **Corn gluten feed: composition, storage, handling, feeding and value**, North Dakota State University, 2010. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1127.pdf>>. Acesso em: 23 agosto. 2012.

SILVA, E. D.; PRATES, E. R. Consumo, digestibilidade e balanço de N de ovinos alimentados à base de palha de arroz tratada mecanicamente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.1, p.17-25, 1986. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/Elson%20Dias%20da%20Silva%201984.pdf> Acesso em: 08/04/2014.

SILVEIRA, A.C. Produção e utilização de silagens. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 12., 1988, Pirassununga. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1988. p.119-134.

TILLEY JM, TERRY RA. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society. 1963; 18:104-111.

Sullivan, M.L., Grigsby, K.N., and Bradford, B.J. Effects of wet corn gluten feed on ruminal pH and productivity of lactating dairy cattle fed diets with sufficient physically effective fiber. **J. Dairy Sci.** 2012; 95: 5213–5220

TRENKLE, A. H., BERGER, L. L., PERRY, T.W., BRANDT, R. J., RUST, S. R., LARSON, B., WILLIAMS, J. E., STOCK, R. A., WEISS, W. P., LOERCH, S. C., PRITCHARD, R. H., SCHAEFER, D. M., EISEMANN, J. H., RICHARDS, C. R. & TOPEL, D.G. 1989. Corn gluten feed in beef cattle diets. **Circular** n. 129. Disponível em: <http://www.ksre.ksu.edu/bookstore/pubs/mf2488.pdf> Acesso em: 08/04/2014

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. London: Constock, 1994. 476p.

CAPITULO 2

²**Mayara Fabiane Gonçalves**

³**Silvia Ferreira dos Santos**

⁴**Maisa Paschoal Rios**

⁴**Ana Paula Carneiro Nogueira**

⁴Mirian Martins Miranda

⁴Marcela Franco Timoteo

⁵Evandro de Abreu Fernandes

⁵Isabel Cristina Ferreira

**qCARACTERIZAÇÃO DAS SILAGENS DE MILHO E CAPIM-ELEFANTE COM
DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE FARELO ÚMIDO DE GLÚTEN DE
MILHO¹**

**SILAGES CHARACTERIZATION OF CORN AND ELEPHANT GRASS WITH
DIFFERENT LEVELS OF INCLUSION OF WET CORN GLUTEN FEED¹**

**ENSILAJES CARACTERIZACIÓN DE MAÍZ Y LA HIERBA DEL ELEFANTE
CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE BRAN WET GLUTEN DE MAÍZ¹**

**CARACTERIZAÇÃO DAS SILAGENS DE MILHO E CAPIM-ELEFANTE COM
DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE FARELO ÚMIDO DE GLÚTEN DE
MILHO¹**

Resumo: O Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM) é um coproduto da moagem de milho para fabricação de xarope e amido deste grão. O FUGM pode ser ensilado com forragens padrão na tentativa de melhorar sua conservação deste cooproduto. Objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade física, química, teor de matéria seca (MS) e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) de silagens de dois diferentes volumosos, o capim-elefante e milho, com inclusão de quatro níveis (0, 30, 60 e 90%) de Farelo Úmido de Glúten de Milho avaliados no dia da

ensilagem e 50 dias após. O capim-elefante foi ensilado com a inclusão de quatro níveis de inclusão do FUGM , sendo eles 0%, 30%, 60% e 90% de inclusão de FUGM. Nas silagens foram realizadas aferições de pH, temperatura e teor de matéria seca (MS) das silagens, caracterização do aspecto físico e DIVMS. O delineamento foi em esquema de parcela subdividida. Não houve diferença ($p<0,05$) nas temperaturas das silagens de capim-elefante com 0, 30 e 60% de inclusão do FUGM no dia 0, apenas o maior nível de inclusão (90%) apresentou temperatura mais elevada, 41,46°C. No 50º dia não houve diferença ($p<0,05$) entre quaisquer níveis de inclusão de FUGM na silagem de capim-elefante. Nas silagens de capim elefante + FUGM, os valores de pH decresceram linearmente no dia 0 e aumentaram linearmente após 50 dias de fermentação. Em silagens de milho + FUGM houve aumento quadrático de pH no dia 0, e após 50 dias de fermentação não foram observadas diferenças significativas. Os teores de MS das silagens de capim-elefante no dia 0 elevaram-se quadraticamente à medida que aumentou a inclusão de FUGM, já no dia 50 após a ensilagem todos os tratamentos apresentaram maiores valores de MS quando comparado ao dia 0. Os teores de MS das silagens de capim-elefante no dia 0 elevaram-se quadraticamente à medida que aumentou a inclusão de FUGM, e o contrário aconteceu no dia 50. A DIVMS da silagem de capim-elefante foi superior nos níveis 0 e 30% de inclusão após 50 dias de fermentação, ao passo que não houve diferenças significativas ($p>0,05$) para silagens de milho com inclusão FUGM. As características físicas das silagens não sofreram grandes alterações com os níveis de inclusão. Os parâmetros avaliados em silagens de milho não apresentaram diferenças relevantes com diferentes níveis de inclusão de FUGM. Entretanto em silagens de capim elefante o nível de inclusão indicado provavelmente depende da DIVMS que foi superior nos níveis 0 e 30 % de inclusão.

Palavras-chave: coproducto, cor, digestibilidade, matéria seca, pH.

CHARACTERIZATION OF SILAGES CORN AND ELEPHANT GRASS WITH DIFFERENT LEVELS OF INCLUSION OF WET CORN GLUTEN FEED

Abstract: The bran of Wet Corn Gluten Feed (WCGF) is a byproduct of corn milling for making this syrup and starch grain. This byproduct can be ensiled with standard fodder in an attempt to improve their conservation. This study aimed to evaluate the physical, chemical, dry matter (DM) dry matter *in vitro* digestibility (DMIVD) of silages from two different forages, elephant grass and corn, with inclusion of four levels (0, 30, 60 and 90%) Wet Corn Gluten Feed (WCGF) assessed on the day of and 50 days after ensiling. We carried out measurements of pH, temperature and dry matter content (DM) of silages, characterization of the physical and DMIVD. The design was a split plot. No significant differences ($p <0.05$) for the temperatures of elephant grass silages with 0, 30 and 60% inclusion of WCGF on day 0, only the highest level of inclusion (90%) showed higher temperature, 41. 46 ° C. On day 50 there was no difference ($p <0.05$) between any of WCGF inclusion levels in the elephant grass silage. In elephant grass silages WCGF +, pH values decreased linearly at day 0 and increased linearly after 50 days of fermentation. In corn silage + WCGF quadratic increased pH on day 0, and after 50 days of fermentation no significant differences were observed. The DM content of silages of elephant grass at day 0 rose quadratically increased as the inclusion of WCGF, now day 50 post-fermentation all treatments showed higher MS compared to day 0. The DM content of silages of elephant grass at day 0 rose quadratically increased as the inclusion of WCGF, and the opposite happened on day 50. The DMIVD of elephant grass silage was higher in levels 0 and 30% inclusion after 50 days of fermentation, whereas no significant differences ($p > 0.05$) for corn silage with inclusion WCGF. As physical characteristics of silages No major changes to the levels of inclusion. Parameters evaluated in corn silages showed no relevant differences with different levels of inclusion WCGF. However in the elephant grass silages level probably depends on the inclusion indicated that DMIVD was higher levels 0 and 30% inclusion, at the time of opening of the silage.

Keyword: coproduct, digestibility, dry matter, pH.

ENSILAJES CARACTERIZACIÓN DE MAÍZ Y LA HIERBA DEL ELEFANTE CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE BRAN WET GLUTEN DE MAÍZ

Resumen: El salvado de gluten de maíz mojado (FUGM) es un subproducto de la molienda de maíz para la fabricación de este jarabe y el grano de almidón. Este subproducto puede ser ensilados con pienso estándar en un intento de mejorar su conservación. El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios físicos , químicos , materia seca (MS) y " in vitro " digestibilidad de la materia seca (DIVMS) de dos silos forrajeros diferentes , pasto elefante y maíz, con inclusión cuatro niveles (0 , 30 , 60 y 90 %) de salvado húmedo de gluten de maíz evaluados al día y 50 días después del ensilado . Hemos llevado a cabo las mediciones de pH , temperatura y contenido de materia seca (MS) de ensilajes , la caracterización de las propiedades físicas y DIVMS . El diseño experimental fue de parcelas divididas. No hay diferencias significativas ($p < 0,05$) para temperaturas de ensilajes de pasto elefante con 0,30 y 60 % de inclusión de FUGM en el día 0 , sólo el más alto nivel de inclusión (90 %) mostraron una temperatura más alta , 41 , 46 ° C. El día 50 no hubo diferencias ($p < 0,05$) entre los niveles de cualquier inclusión FUGM de elefante ensilado de hierba . Ensilajes de pasto elefante FUGM + , valores de pH disminuyeron linealmente en el día 0 y aumentaron linealmente después de 50 días de fermentación . En ensilaje de maíz + FUGM aumentó pH cuadrática en el día 0 , y después de 50 días de fermentación no se encontraron diferencias significativas . El contenido de MS del ensilaje de elefante en el día 0 aumenta cuadráticamente como una mayor inclusión de FUGM desde el día 50 posterior a la fermentación de todos los tratamientos presentaron mayor MS en comparación con el día 0. El contenido de MS del ensilaje de elefante en el día 0 aumenta cuadráticamente como una mayor inclusión de FUGM Lo contrario ocurrió en 50 días. La DIVMS del pasto elefante ensilado fue mayor en las plantas 0 y 30 % de inclusión después de 50 días de fermentación , mientras que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) con la inclusión de maíz ensilado FUGM. As características físicas de ensilaje no cambió mucho con los niveles de inclusión . Los parámetros evaluados en los ensilajes de maíz no mostraron diferencias significativas con diferentes niveles de inclusión de FUGM . Sin embargo, en el nivel de inclusión de ensilaje de hierba de elefante depende probablemente indica que DIVMS fue mayor en los niveles 0 y 30 % de inclusión , en la apertura del ensilaje .

Palabras clave: co-producto , color, digestibilidad , materia seca , pH .

Introdução

O Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM) é um coproduto da moagem de milho para fabricação de xarope e amido deste grão. Este processo de moagem começa com a separação dos grãos de milho, seguido da remoção de qualquer material estranho que possa estar presente. Os grãos de milho são embebidos em água e dióxido de enxofre para que ocorra inchaço nos grãos. Na imersão, os nutrientes migram para solução aquosa, assim quando a maceração está completa, a solução é drenada concentrada tornando-se o FUGM. O FUGM é um alimento com potencial de utilização na alimentação animal, pois entre outras características apresenta níveis moderados de proteína (20-25%), baixo em amido (cerca de 20%) e óleo, e rico em fibra digestível. Apesar da sua porção elevada de fibra, ainda podem ser consideradas como uma fonte de energia (SCHROEDER, 2010).

Utilizou-se o FUGM em ensilagem com duas forrageiras amplamente utilizadas na alimentação animal, sendo o milho a forrageira padrão para ensilagem e o capim-elefante que possui características produtivas interessantes.

O milho e o capim-elefante são plantas amplamente utilizadas para produção silagens. O milho apresenta-se como uma das melhores plantas para ensilar visto que possui boa produção de MS por hectare e elevado valor nutritivo. No momento propício ao corte, possui

adequado teor de MS e carboidratos solúveis, o que lhe confere ótimas condições para sua conservação na forma de silagem (ALMEIDA, 2000), produzindo alimento de ótima qualidade e de boa aceitação pelos animais. O capim-elefante apresenta alta produtividade, elevado número de variedades, grande adaptabilidade, facilidade de cultivo, boa aceitabilidade pelos animais (EVANGELISTA & LIMA, 2002), além de se apresentar como alternativa mais econômica que outras culturas anuais para produção de silagem (TOSI, 1973).

Segundo Van Soest (1987), tanto a composição químico bromatológica quanto o valor nutritivo das silagens podem ser alterados por meio da adição de vários produtos no momento da ensilagem, influenciando o curso da fermentação e favorecendo a conservação das silagens.

Sendo assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes níveis de FUGM na ensilagem do capim-elefante e do milho sobre as características físicas, químicas e nutricionais da silagem.

Material e Métodos

Dois ensaios foram conduzidos na Fazenda Experimental Capim Branco, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), entre os meses de fevereiro a maio de 2012 para testar dois volumosos, silagem de capim-elefante (planta de aproximadamente 100 dias) e silagem de milho, com inclusão de quatro níveis de Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM) na matéria natural. Os níveis de adição do FUGM nas silagens de capim-elefante e de milho foram iguais, sendo eles 30, 60 e 90% de inclusão, mais o tratamento controle sem o uso do coproducto. Os silos foram feitos em tonéis de 200 litros, e foram realizadas três repetições para cada tratamento. Após 50 dias da fabricação das silagens, foram feitas caracterização do aspecto físico, químico e bromatológico. Para avaliação da matéria seca, pH e temperatura foram coletadas amostras no dia da fabricação (dia 0) e no dia de abertura dos silos (dia 50).

A caracterização do aspecto físico foi visual e olfativa. Para avaliação da coloração foram definidos os seguintes padrões: amarelo claro, amarelo escuro, esverdeada, marrom e preto. O odor foi classificado em seis padrões: fraco, acético, alcoólico, adocicado, rancificado e podre. Larvas e fungos também foram classificados, separadamente, em escala de 0 a 3 no momento de abertura e na parte superior dos silos (dia 50), sendo 0 ausência e 3 forte presença de larvas e fungos.

A caracterização físico química foi realizada por meio de pH e temperatura. As amostras foram coletadas manualmente na parte superior do silo, após a retirada de todo material deteriorado, e condicionadas em sacos plásticos identificados para medição do pH e quantificação da matéria seca (MS), de acordo com a metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002). A temperatura foi obtida no momento de abertura dos silos, no interior da massa ensilada, com termômetro de infravermelho marca Instrutemp, modelo ITDT 8530 com precisão de 0,1 °C.

Para realização do ensaio de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi utilizada uma vaca Holandesa como doadora de líquido ruminal, não lactante, não gestante e fistulada no rúmen. O ensaio de digestibilidade *in vitro* foi realizado conforme metodologia descrita por Tilley & Terry (1963), adaptada por Van Soest (1994).

O Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM) foi caracterizado quanto a sua bromatologia, e foram encontrados os seguintes resultados: Umidade 54%; Matéria Seca (MS) 46%; Proteína Bruta (PB) 24,04%; Extrato Étereo (EE) 3,15%; Fibra em Detergente Neutro (FDN) 43,67%; Fibra em Detergente Ácido (FDA) 25,18%; Matéria Mineral (MM) 4,87%; Cálcio (Ca) 0,18%; Fósforo (P) 0,49%; Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) 65,68%.

A ensilagem do FUGM associado às silagens de milho e capim-elefante objetivou encontrar uma forma de conservação deste coproducto por maior tempo, já que *in natura* sua

duração é de aproximadamente uma semana.

O pH, a temperatura e a matéria seca dos dois ensaios, silagem de milho e capim-elefante, foram avaliados no delineamento em parcela subdividida, em que o efeito dos diferentes níveis de inclusão ficaram na parcela e os dois dias de coleta na subparcela. E as respostas foram estudadas por análise de regressão pelo PROC REG (SAS, 1998), considerando como significativas equações com coeficiente de determinação acima de 50% foi feito análise de variância pelo PROC GLM (SAS, 1998) e teste Tukey para comparação das médias, em variáveis com coeficiente de determinação abaixo de 50%. O delineamento para medir escores de larvas e fungos e peso de perdas foi inteiramente casualizado que considerou o efeito do tratamento no momento da abertura dos silos e as médias dos escores foram comparadas pelo teste de Van der Waerden a 5% de probabilidade.

As variáveis qualitativas do aspecto visual e olfativo foram analisadas de forma descritiva (SAMPAIO, 2002).

Resultados e Discussão

As temperaturas das silagens de capim-elefante com 0, 30 e 60% de inclusão do FUGM no dia 0 e no dia 50 foram iguais ($p>0,05$), apenas com adição de 90%, apresentou temperatura mais elevada no dia zero (Tabela 1).

As temperaturas das silagens de milho entre os dias zero e 50 nos diferentes níveis de inclusão não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) (Tabela 1). O tratamento com 90% de inclusão do FUGM foi igual aos demais tratamentos do dia 0, no dia 50 (Tabela 1).

Tabela 1- Temperatura (°C) para os diferentes níveis de inclusão de FUGM ensilados com capim-elefante e milho nos dias 0 e 50.

Tratamento	Temperatura Capim-elefante (°C)		Temperatura Silagem de Milho (°C)	
	Dia 0	Dia 50	Dia 0	Dia 50
T0	33,13 ^b	26,86 ^c	29,76 ^a	24,33 ^b
T30	34,86 ^b	25,26 ^c	31,66 ^a	23,73 ^b
T60	31,40 ^b	25,56 ^c	29,36 ^a	24,13 ^b
T90	41,46 ^a	26,50 ^c	27,76 ^{ab}	25,03 ^b
CV (%)	5,12	5,12	5,87	5,87

a médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

A temperatura na silagem de milho e capim-elefante acrescidas de FUGM apresentou valores médios menores do que Jaster et al (1984) quando ensilaram FUGM puro e a temperatura caiu de 59 para 40,7 °C, em dez dias. Os valores ficaram próximos aos encontrados por Santos (2012), também com FUGM puro em silos trincheira, superfície e amontoado, que foram respectivamente 29,81; 31,05 e 31,74 °C.

Temperaturas mais elevadas, acima da temperatura ambiente, na massa favorecem a proliferação de microrganismos indesejáveis, devido a condições físicas e químicas favoráveis ao desenvolvimento dos mesmos. A redução da temperatura no processo fermentativo sugere boa qualidade do material ensilado, visto que altas temperaturas na massa normalmente resultam em prejuízos na qualidade nutricional e sanitária da silagem e maiores perdas (BERNARDES, 2008).

Entre os efeitos de níveis de FUGM na silagem de capim-elefante, observou-se que os valores de pH decresceram linearmente no dia 0 e após 50 dias de ensilagem os valores de pH aumentaram linearmente. Os resultados encontrados no dia 50, provavelmente justificam-se

devido aos altos valores de PB do FUGM, pois, durante a decomposição proteica da massa ensilada, podem ser produzidos compostos nitrogenados que neutralizam o ácido lático, aumentando o pH (BREIREM & ULVESLI, 1960). Segundo Woodford (1972), valores de pH ideais para conservação devem estar entre 3,8 a 4,2, resultados que podem ser encontrados nestas silagens (Figura 1).

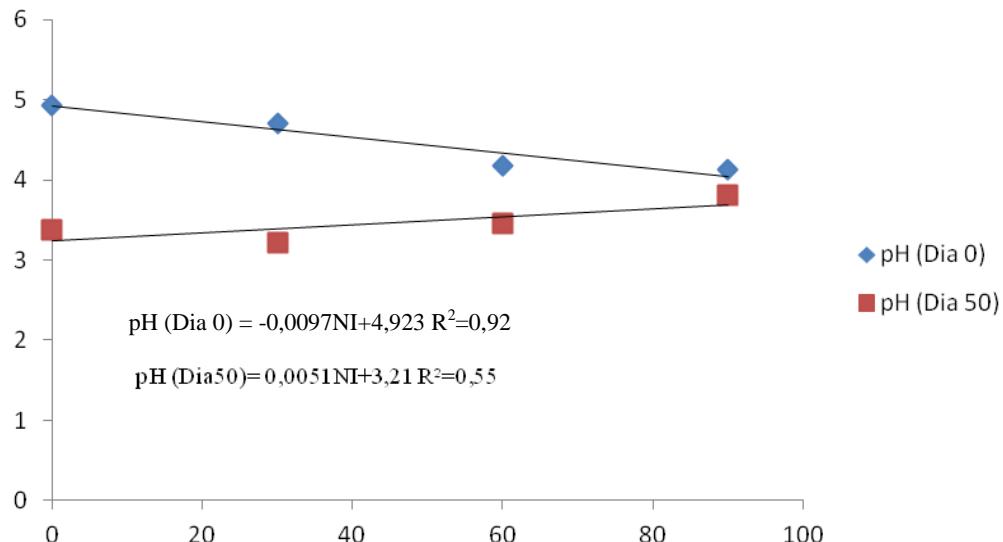


Figura 1- pH da silagem de capim-elefante com níveis de inclusão de FUGM no dia 0 e dia 50 pós-ensilagem.

Os teores de MS das silagens de capim-elefante no dia 0 elevaram-se quadraticamente à medida que aumentou a inclusão de FUGM. Após 50 dias de ensilagem a quantidade de MS nas silagens de capim-elefante + FUGM aumentou linearmente (Figura 2). No dia 50 pós-fermentação todos os tratamentos apresentaram maiores valores de MS quando comparado ao dia 0. Este resultado encontrado pode ser explicado pelo local em que as silagens foram armazenadas, tonéis posicionados de forma vertical, assim parte da água da silagem com o passar dos dias alojou-se no fundo do tonel de armazenamento. Como as amostras, após 50 dias de fabricação, para obtenção dos teores de MS foram retiradas da parte intermediária do silo ocorreu aumento da MS quando comparada ao dia 0. Todos os tratamentos utilizados com silagem de capim-elefante atingiram teor mínimo de 30% de MS, no dia da ensilagem, tido como ideal para a ocorrência de um bom processo fermentativo, citado por McDonald (1981).

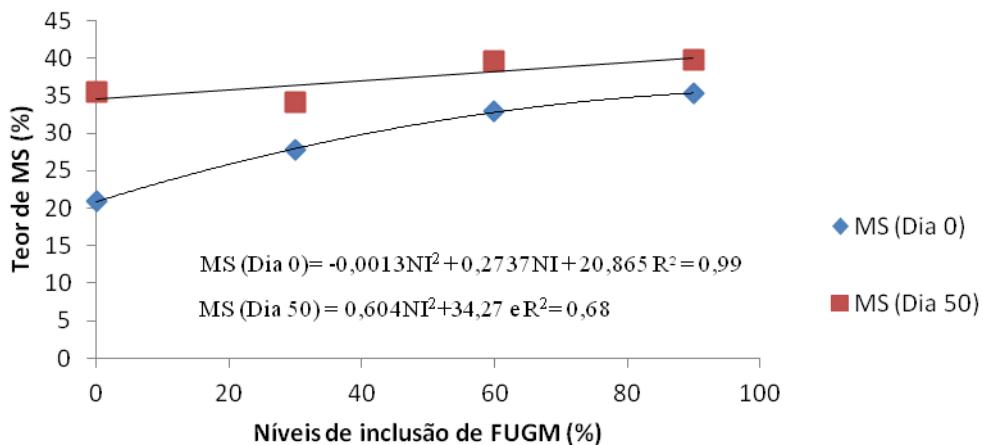


Figura 2- Teores de matéria-seca da silagem de capim-elefante com níveis de FUGM nos dias 0 e 50 pós- ensilagem.

Houve efeito da inclusão do FUGM em silagens de milho no dia da ensilagem (D0), de forma que aumento do pH ocorreu quadraticamente com a inclusão do coproduto (Figura 3).

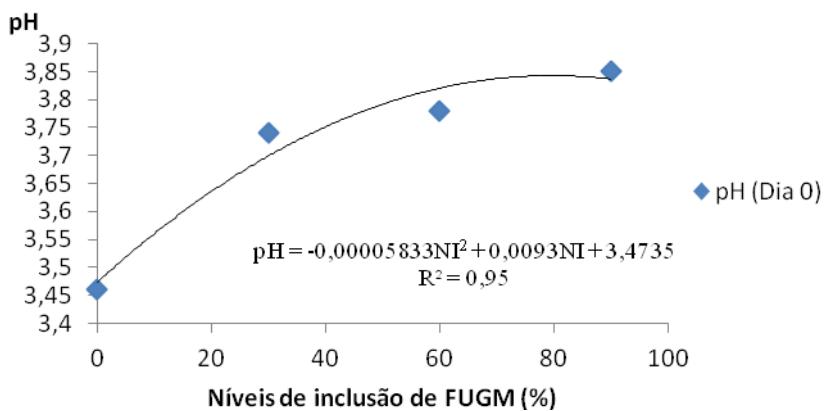


Figura 3- Valores de pH da silagem de milho com níveis de FUGM no dia 0.

Após 50 dias de fermentação, não foram encontrados efeitos significativas entre os valores de pH para os tratamentos. Os valores obtidos foram 4,1; 3,96; 4 e 3,98 para os níveis de inclusão 0, 30, 60 e 90% de FUGM. Tais valores foram satisfatórios para uma silagem de boa qualidade que segundo Cherney et al. (2004), deve ser inferior a 4,2. Sunada et al. (2008) trabalhando com silagem de milho ensilada em minisilos, obtiveram valores de pH final (56º dia) de 3,73, valor próximos aos observados neste estudo. Comparando o resultado destes autores, que trabalharam somente com silagem de milho, não há efeito a adição do FUGM no pH das silagens aos 50 dias de fermentação.

O conteúdo de MS aumentou linearmente com a adição de FUGM na silagem de milho nos dias 0 e 50. O tratamento com 90% de inclusão de FUGM na silagem de milho apresentou pouca variação entre o teor de MS no dia 0 e dia 50 (Figura 4). O conteúdo de MS contribui para a conservação da massa ensilada inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, sendo necessário para aumentar a concentração de nutrientes e o consumo pelos animais (VAN SOEST, 1994).

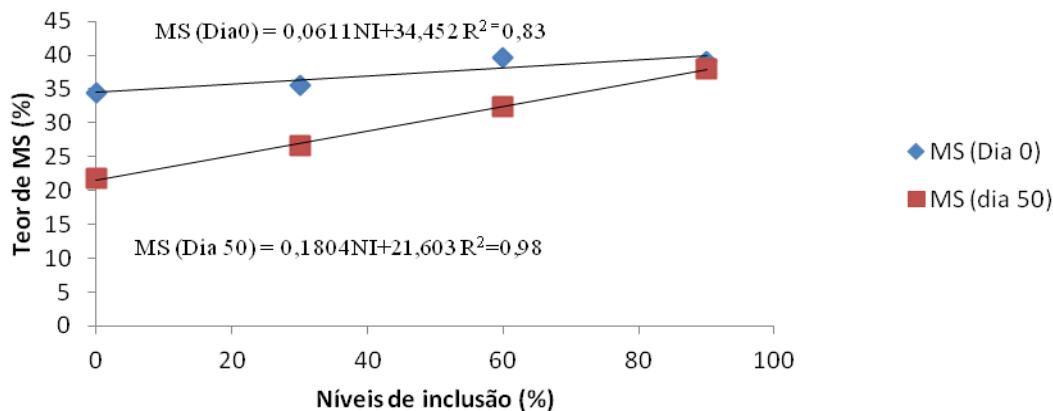


Figura 4- Valores de matéria-seca da silagem de milho com níveis de FUGM nos dias 0 e 50 pós- ensilagem.

Na DIVMS das silagens de capim-elefante com os diferentes níveis de FUGM, houve efeito da inclusão do coproducto quanto ao dia de fermentação e tratamentos. No dia 0 houve aumento linear na DIVMS, e no dia 50 houve decréscimo, também linear, da DIVMS. A DIVMS após 50 dias de ensilagem foi maior nos níveis de inclusão 0 e 30% , entretanto nos demais tratamentos esta característica apresentou-se menor aos 50 dias quando comparado ao dia 0 (Figura 5). Os valores de DIVMS da silagem de capim-elefante deste estudos estão abaixo dos encontrados por Rezende et al., (2008) que encontraram em silagem de capim-elefante valores entre 50 e 60 %, fato que pode ser explicado pela idade da planta ensilada neste estudo. A digestibilidade dos alimentos para ruminantes está relacionada à cinética da digestão e sua passagem pelo rúmen, tendo estreita relação com a digestibilidade da fibra, principalmente que esta limita a taxa de desaparecimento no trato digestivo (BERCHIELLI; PIRES, OLIVEIRA, 2011). Carvalho et al. (2007) em estudos com silagem de capim-elefante com diferentes níveis de inclusão de casca de café encontrou que a adição deste coproducto na ensilagem afetou significativamente a DIVMS, verificando-se redução linear neste parâmetro, e sugere que o resultado obtido pode ser explicado pelo elevado teor de lignina na casca de café, 187,5% superior ao do capim-elefante. Neste sentido é necessário estudos sobre a qualidade da fibra do FUGM.

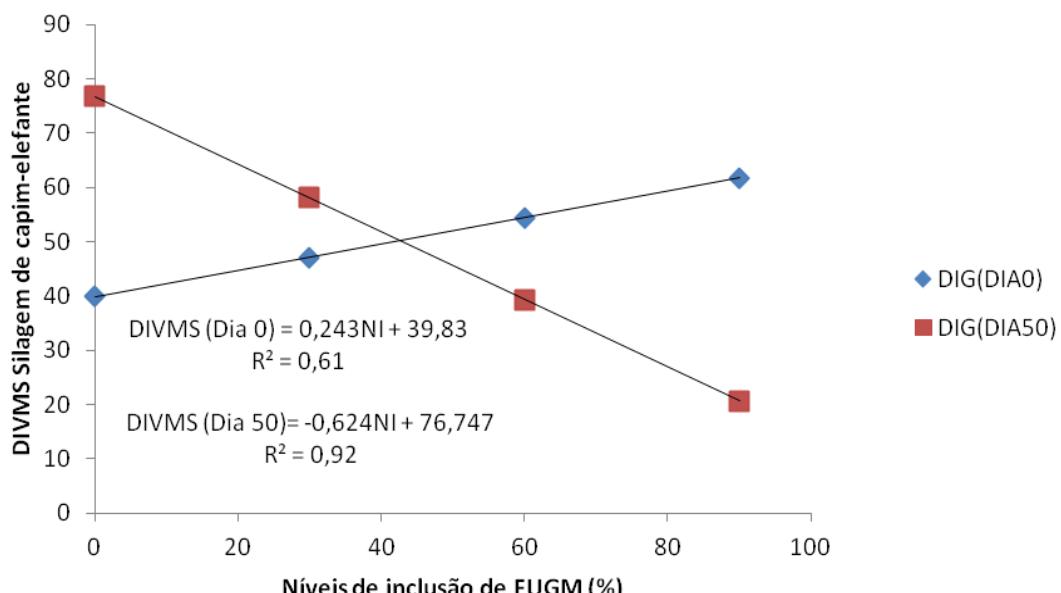


Figura 5- Valores de DIVMS da silagem de capim-elefante com níveis de FUGM nos dias 0 e 50 pós- ensilagem.

Os valores da DIVMS na silagem de capim-elefante com 60% e 90% de inclusão de FUGM após 50 dias de ensilagem não eram esperados, já que, segundo Van Soest (1994) o processo de ensilagem visa manter a qualidade do material original. Tal constatação pode ser explicada por serem os níveis com maior inclusão do coproducto úmido utilizado, o que pode ter prejudicado sua conservação e a partir daí ter alterado sua digestibilidade.

Nas silagens de milho não houve efeito do nível de inclusão de FUGM na DIVMS. Os valores médios encontrados nos níveis 0, 30, 60 e 90% no dia 0 foram 53,80; 50,23; 58,33; 53,33, respectivamente. Após 50 dias de fermentação os valores médios obtidos foram: 43,73; 52,80; 58,85; 55,67. Senger et al. (2005) estudando DIVMS em silagens de milho encontraram coeficientes de 55,6, valores semelhantes aos obtidos neste trabalho, apontando que a inclusão de FUGM em silagens de milho mantém a DIVMS próximo a valores esperados.

Diferenças significativas foram verificadas entre os tratamentos quanto ao escore de larvas ($P=0,02$) e fungos ($P=0,024$) no momento de abertura dos silos de FUGM + Capim-Elefante (Tabela 4). A presença destes é indesejável, pois as larvas e fungos alimentam-se da matéria orgânica e degradam grande quantidade de nutrientes (ROTZ & MUCK, 1994).

Os níveis de inclusão de 30 e 90 apresentaram maior quantidade de larvas e fungos (Tabela 2), o que pode ser explicado pela quantidade de água presente nestas silagens. Além disso, o tempo de exposição ao ar do FUGM, por exemplo, no transporte e no momento de chegada à fazenda até a confecção dos silos, pode explicar tal ocorrência. Segundo Schroeder (2010) caso o FUGM não for consumido ou protegido rapidamente durante períodos quentes, a deterioração é muito rápida.

Tabela 2- Escore de larvas e fungos das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de inclusão de FUGM no momento de abertura (50º dia).

Tratamento	Escore de larvas	Escore de fungos
0	0,33c	0,33c
30	3 ^a	3 ^a
60	1,67b	1,67b
90	2,33 ^a	2,33 ^a
Valor de p	P=0,02	P=0,024

^aMédias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Van der Waerden ($p<0,05$)

Nas silagens de milho com inclusão de FUGM, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos em relação ao escore de larvas ($p=0,29$) e fungos ($p=0,85$) (Tabela 3).

Tabela 3- Escore de larvas e fungos dos silos de milho com diferentes níveis de inclusão de FUGM no momento de abertura (50º dia).

Tratamento	Escore de larvas	Escore de fungos
0	0,33 ^a	1 ^a
30	1 ^a	1 ^a
60	1,33 ^a	0,67 ^a
90	1,33 ^a	1 ^a
Valor de p	p=0,29	p= 0,85

^aMédias seguidas letras minúsculas iguais na coluna não diferem pelo teste de Van der Waerden ($p>0,05$)

A cor predominante dos diferentes níveis de inclusão no dia da ensilagem do capim-elefante foi amarelo claro, tendo uma variação no nível de inclusão 0% de FUGM, o qual teve coloração esverdeada, devido ao fato de conter somente capim-elefante. No dia de abertura dos silos as silagens de 0% e 30% de FUGM apresentaram coloração marrom e verde escura, respectivamente e as demais (60% e 90%) apresentaram coloração amarelo claro, provavelmente devido a maior concentração de FUGM. Segundo Schroeder (2010) o FUGM pode variar na cor de amarelo-luz castanho a castanho escuro, dependendo da quantidade de água de maceração, a temperatura de secagem e o tempo de secagem, explicando a coloração das silagens que continham qualquer nível de inclusão deste produto.

Segundo Oliveira (2008), a cor da silagem de milho deve estar verde clara ou amarelada, como observada neste estudo. De acordo com este mesmo autor a ocorrência de manchas escuras pode ser indício de alterações na fermentação decorrente da contaminação por ar, água ou má compactação. As silagens de milho com os diferentes níveis de inclusão de FUGM não apresentaram diferenças nas cores entre o dia de fabricação e o dia de abertura das silagens. No entanto, foi verificada coloração marrom, para o tratamento com 0% de inclusão, e marrom escura para o tratamento com 90% de inclusão de FUGM, na porção perdida das silagens.

Para avaliar as características de ensilagem e armazenamento do FUGM associado a outros alimentos, Schroeder (2010) combinou, este coproducto com silagem de milho na proporção de 80:20. Este autor observou fermentação mínima e pouca mudança na cor ou odor, entretanto avaliando o FUGM ensilado com o coproducto da beterraba, na proporção de 95:5, não apresentou nenhum indício de fermentação, mudança de cor ou odor, porém notou-se a presença de crostas, cor e cheiro alterados, além da presença de moscas.

À medida que aumentou o FUGM melhorou o aspecto de cor e odor para as silagens de capim-elefante quando comparado com o milho. De modo geral a inclusão de FUMG não altera parâmetros de cor e odor. O peso das perdas não diferiram estatisticamente ($P=0,29$) na silagem de milho, sendo 3,7; 4,5; 7,5 e 5,2 Kg para os tratamentos 0,30,60 e 90 % de inclusão do FUGM. Na silagem de capim-elefante também não foi observada diferença estatística ($p=0,08$) para o peso das perdas, sendo eles de 3,1; 3,5; 3,3 e 5,8 Kg na matéria natural, para os níveis de inclusão 0,30,60 e 90, respectivamente.

Conclusão

A ensilagem de milho pode ser utilizada em níveis de inclusão de 1 a 90% de FUGM sem alterações nos parâmetros avaliados Na ensilagem de capim elefante a inclusão de FUGM pode ser de 30% por ter apresentado DIVMS superior.

Comitê de ética

Este trabalho foi aprovado pelo comitê de ética na utilização de animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em 24 de outubro de 2012, pelo protocolo de registro CEUA/UFU 076/12.

Referências Bibliográficas

1. Schroeder, JW. Corn gluten feed: composition, storage, handling, feeding and value, North Dakota State University. 2012; 1-4. Available from: <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/anisci/dairy/as1127.pdf>
2. Almeida EX, Maraschin GE, Harthmann, OEL, Ribeiro Filho HMN, Setelich EA. Oferta de forragem de capim elefante anão 'Mott' e a dinâmica da pastagem. Rev Bras de Zootec.. 2000; 29: 1281-1287.
3. Evangelista AR, Lima JA. Silagens: do cultivo ao silo. Lavras: Editora UFLA; 2002.
4. Tosi H. Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos [tese]. Botucatu: Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista; 1973.
5. Van Soest PJ. Interactions of feeding behavior and forage composition. In: International conference on goats; 1987, Brasília. Brasília: Proceedings...; 1987. p. 971-87.
6. Silva DJ, Queiroz AC. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: Editora UFV; 2002.
7. Tilley JM, Terry RA. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society. 1963; 18:104-111.
8. Statistical Analysis System - SAS. SAS user's guide: statistics. 7.ed. Cary: 1998.
9. Sampaio IBM. Estatística Aplicada à Experimentação Animal. Belo Horizonte: FEPMVZ; 2002.
10. Jaster EH, Staples CR, Mccoy GC, Davis CL. Evaluation of wet corn gluten feed, otlage, sorghum-soybean silage, and alfalfa haylage for dairy heifers. J Dairy Sci. 1984; 67:1976-1982.
11. Santos SF. Diferentes tipos e tempos de armazenamento do farelo úmido de glúten de milho [dissertação]. Uberlândia: Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia; 2012.
12. Bernardes TF, Reis RA, Amaral RC. Perfil fermentativo, estabilidade aerobia e valor nutritivo de silagens de capim-Marandu ensilado com aditivos. R Bras Zootec. 2008; 37:1728-1736.
13. Breirem K, Ulvesli O. Ensiling methods. Herb Abstr. 1960; 30:1-8

14. Woodford MK. Some aspects of the microbiology and biochemistry of silage making. *Herb Abstr.* 1972; 42:105-111.
15. McDonald P. The biochemistry of silage. Chichester: John Wiley & Sons;1981.
16. Cherney DJR, Cherney JH, Cox WJ. Fermentation Characteristics of Corn Forage Ensiled in Mini-Silos. *J Dairy Sci.* 2004; 87: 4238-4246.
17. Sunada NS, Bungenstab DJ, Faquin A, Diniz MS, Schonfeldt C, Silva ARB. Avaliação de ph de silagem de milho (*zea mays l.*) ensilado em minisilos com e sem uso de inoculantes. In: Anais Congresso Brasileiro de Zootecnia; 2008, João Pessoa. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2008. p. 1-4.
18. Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University;1994.
19. Rezende AV, Rodrigues R, Barcelos AF, Asali AO, Valeriano AR, Medeiros LT. Qualidade bromatológica das silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata. *Ciência e agrotecnologia.* 2008; 32: 604-610.
20. Berchielli TT, Pires AV, Oliveira, S. G. Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep; 2011.
21. Carvalho GGP, Garcia R, Pires AJV, Azevedo AG, Fernandes FEP, Pereira OG. Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de casca de café. *R Bras Zootec.* 2007; 36: 1875-1881.
22. Senger CCD, Mühlbach PRF, Bonnecarrère Sánchez LM, Peres Netto D, Lima LD. Composição e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. *Cienc Rural.* 2005;35: 1393-1399.
23. Rotz CA, Muck RE. Changes in forage quality during harvest and storage. In: National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization Held at The University of Nebraska; 1994, Lincoln. Lincoln: University of Nebraska; 1994. p. 828-868.
24. Oliveira JS. Manejar corretamente o silo reduz as perdas e preserva o valor nutritivo da silagem. Juiz de Fora; [cited 2008 mai 29] 2008. Available from: <www.cnpgl.embrapa.br/nova/sala/destaques/destaque.php?id=17>.

CAPITULO 3

**FARELO ÚMIDO DE GLÚTEN DE MILHO ENSILADO COM CAPIM ELEFANTE:
COMPORTAMENTO INGESTIVO EM OVELHAS, PERFIL DE PARTÍCULAS E
FIBRA FISICAMENTE EFETIVA**

**MAYARA FABIANE GONÇALVES²; SILVIA FERREIRA DOS SANTOS²; JHONE
TALISSON LIRA DE SOUZA³; MARINA ELIZABETH BARBOSA⁴; MAIANA
VISONÁ DE OLIVEIRA²; GILBERTO DE LIMA MACEDO JUNIOR⁵; ISABEL
CRISTINA FERREIRA⁵**

¹Parte da dissertação do primeiro autor, financiado pela FAPEMIG.

²Estudantes do programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Uberlândia- MG. E-mail: mayzoo1@hotmail.com isabelcfe@famev.ufu.br

³Estudante de graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Araguaína-TO.

⁴Estudante de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU),Uberlândia-MG.

⁵Professores Adjuntos da Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV) da Universidade Federal de Uberlândia

Resumo

Background: O farelo úmido de glúten de milho (FUGM) é obtido no processamento do milho para obtenção do xarope e amido e possui grande potencial de utilização na alimentação de ruminantes. Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim elefante acrescidas de diferentes níveis de FUGM, 0%, 30%, 60%, 90% e capim-elefante *in natura* (CEIN), bem como

determinar seus teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e suas eficiências de ruminação, ingestão e tempo de mastigação total. Além disso, objetivou-se mensurar o perfil das partículas das dietas, a fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) e valores de pH ruminal, para avaliar a saúde do rúmen.

Materials, Methods & Results: Cinco ovelhas foram observadas em intervalos de cinco minutos, em períodos totais de 24 horas para avaliação dos tempos de ingestão de alimentos (TI), de ruminação (TR) e de ócio (TO). Foram verificadas eficiências de ingestão e ruminação de MS (EIMS, g MS/h) (ERMS, g MS/h) e FDN (EIFDN, g FDN/h) (ERFDN, g FDN/h); o tempo de mastigação total (TMT) foi dado pela soma entre tempo de ingestão e ruminação. O perfil das partículas dos tratamentos foi determinado por meio de peneiras que separavam partículas em quatro diferentes tamanhos. A fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) e pH ruminal também foram quantificados. A inclusão de 60% e 90% de FUGM aumentou a MS das silagens. Houve queda linear para FDN ($Y=80,53 - 0,32X$) ocorreu quanto maior foi a inclusão do coproduto FUGM. O TR foi menor para o nível de inclusão de 90% de FUGM quando comparado ao CEIN. As melhores ERMS foram encontradas nos tratamentos com 60 e 90% de inclusão do FUGM. O tamanho de partícula aumentou linearmente nos tamanhos entre 19mm e 8mm ($Y=21,16+0,28X$) quanto maior a inclusão do coproduto FUGM. Já as partículas de alimento com tamanho entre 8mm e 1,18mm foram encontradas em maior quantidade nos tratamentos com 30% e 60% de inclusão de FUGM, apresentando regressão quadrática ascendente. A FDNfe regrediu linearmente ($Y=33,91-0,16X$) com a inclusão do coproduto FUGM. O pH ruminal dos animais que receberam as dietas variaram entre 6,44 e 6,90. Os tratamentos com maiores níveis de inclusão do FUGM, T60 e T90, apresentaram valores de pH mais baixos.

Discussion: O aumento no teor de MS e a queda no teor de FDN das silagens associado com a inclusão do coproduto FUGM podem ser considerados como ganhos em qualidade da silagem de capim elefante. Isso porque é na MS que estão concentrados os nutrientes

requeridos pelos animais e a FDNi é impactante no enchimento ruminal. O estudo da FDNfe quando coprodutos são adicionados à dieta é importante, já que esta característica está intimamente relacionada com a capacidade de promover ruminação que por sua vez é fundamental para saúde do rúmen. Outro ponto importante na utilização de coprodutos é o teor de fibra que apresentam. Quando dietas com baixo teor de fibras são fornecidas, o decréscimo na degradação da fibra seria consequência da menor colonização das partículas pelas bactérias celulolíticas em pH reduzido. Apesar de apresentarem menores valores de pH, as dietas T60 e T90 não prejudicam a atuação das bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos, que são muito sensíveis a valores de pH inferiores a 6. O FUGM pode ser adicionado a dieta em substituição da silagem de capim elefante em quaisquer níveis testados neste experimento.

Descritores: consumo de matéria seca, coprodutos, FDNfe, tamanho de partícula.

Introdução

No Brasil, farelo úmido de glúten de milho (FUGM) é obtido no processamento do milho para obtenção do xarope e amido (TRENKLE et al., 1989). Para tanto, o milho é acondicionado em tanques de ácido inoxidável, com uma solução aquosa ácida contendo lactobacilos e dióxido de enxofre, em média de 40 horas, à temperaturas de 50°C. O grão de milho inteiro amolece, liberando nutrientes para a solução que então é drenada e concentrada. Após a separação do gérmen, proteínas e amido, através de peneiras e centrifugação, a solução concentrada e a fibra remanescente são secas a quente, com temperatura de aproximadamente 90°C e moídas, sendo denominado FUGM (FUNDAÇÃO CARGILL, 1980).

O FUGM apresenta grande potencial na alimentação animal, sendo importante investigar o comportamento ingestivo de animais que, de acordo com Silva et al. (2004), é influenciado pelo animal, ambiente e alimento. Além disso, de acordo com Grant (1995),

quando fontes de fibra não forragem substituem parcialmente uma forragem, é indispensável que o tamanho de partícula seja suficiente para estimular a ruminação e evitar a redução do pH ruminal.

A ensilagem do FUGM associado ao capim-elefante pode proporcionar ganhos em relação ao tempo de aproveitamento do coproducto, já que o tempo para uso do FUGM é de aproximadamente sete dias. Além disso, o FUGM pode se tornar um aditivo absorvente quando associado à silagem de capim-elefante, promovendo melhoria na qualidade destas silagens.

Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do FUGM na ensilagem do capim-elefante sobre o comportamento ingestivo de ovinos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensino de Ovinos e Caprinos da Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no período de junho a setembro de 2012.

Cinco ovelhas sem padrão racial definido, canuladas no rúmen, com média de 46,84 kg de peso vivo e aproximadamente 40 meses de idade foram alojadas em gaiolas de metabolismo recebendo as diferentes dietas. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos sendo eles: capim-elefante *in natura* (CEIN) em rebrota e capim-elefante ensilado contendo 0% (T0), 30% (T30), 60% (T60) ou 90% (T90) de inclusão de FUGM.

Cada período experimental teve duração de 15 dias, sendo 10 para adaptação e cinco para coleta de dados. O alimento foi fornecido duas vezes ao dia (8 e 16h), com a quantidade ajustada diariamente de forma a permitir sobras de no mínimo de 10% do ofertado. O alimento fornecido e as sobras foram quantificados e amostrados diariamente pela manhã.

Os tempos despendidos com ingestão de alimentos (TI), ruminação (TR) e ócio (TO) foram determinados no último dia de adaptação de cada período experimental com registro de

observações a cada 5 minutos por um período de 24 horas, conforme descrito por Johnson & Combs (1991). Nos três dias antecedentes à avaliação do comportamento ingestivo, as luzes do galpão foram mantidas acesas para adaptação dos animais.

As silagens oferecidas aos animais foram confeccionadas em tóneis de 200 litros, com 12 unidades experimentais, de forma que, cada tratamento obteve três repetições. Após 50 dias, todos os silos foram abertos e tiveram amostras coletadas para análises de matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) (Tabela 1), de acordo com Silva & Queiroz (2002).

O consumo de nutrientes foi calculado pela diferença entre a quantidade dos mesmos no alimento oferecido e nas sobras. Amostras do alimento ofertado e sobras foram coletadas e armazenadas até o momento das análises.

As eficiências de ingestão de MS (EIMS, g MS/h) e de FDN (EIFDN, g FDN/h) foram calculadas pela divisão do consumo de MS e FDN e tempo de ingestão (CMS/TI e FDN/TI); a eficiência de ruminação em função do consumo de MS e FDN (ERMS, g MS/h e ERFDN, g FDN/h) foram calculadas pela relação entre o consumo de MS e FDN em função do tempo de ruminação (h/dia); o tempo de mastigação total (TMT), foi dado pela soma entre tempo de ingestão e ruminação.

Na avaliação do tamanho de partícula dos tratamentos utilizou-se o separador de partícula modelo *Penn State Particle Size*, que continham quatro peneiras, em que eram separados quatro diferentes tamanhos de partículas, sendo eles: >19mm, entre 19mm e 8mm, entre 8mm e 1,18mm e partículas <1,18mm. Também foi calculada a fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe), de acordo com a metodologia descrita por Mertens, 1997. Amostras de líquido ruminal foram coletadas 0, 2, 4, 6 e 12 horas após a alimentação dos animais para mensuração do pH ruminal.

O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino 5x5 de fluxo continuado, sendo quatro níveis de inclusão (0, 30, 60 e 90%) de FUGM e capim elefante “*in natura*” (CEIN), cinco animais e cinco repetições. Os dados foram analisados pelos procedimentos UNIVARIATE, GLM e REG do SAS (1999). As equações de regressão com quatro níveis de inclusão de FUGM foram consideradas somente com coeficientes de determinação acima de 50%. As médias foram comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) à 5% de significância.

Resultados

Os consumos de matéria natural (CMN), matéria seca (CMS) e de fibra em detergente neutro (CFDN) não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre tratamentos. No tratamento sem a inclusão de FUGM (T0) e o capim elefante *in natura* (CEIN) foram observados os menores teores de MS ($P<0,05$), sendo notado que a inclusão de FUGM na silagem de capim-elefante proporciona aumento no teor de MS da silagem (Tabela 2). Queda linear para FDN ($Y=80,53-0,32X$) ocorreu quanto maior era a inclusão do coproduto FUGM, entretanto o consumo de FDN (CFDN) não diferiu entre os tratamentos, tabela 2.

A fibra em detergente neutro fecal (FDNf), ou seja, a porção de fibra eliminada nas fezes foi menor nos tratamentos com 60% e 90% de inclusão do coproduto FUGM (Tabela 2), em consequência do menor consumo de FDN. Em contrapartida, os tratamentos que não continham a inclusão do FUGM, sendo eles CEIN e TO, foram os que apresentaram maior eliminação de FDN nas fezes.

O tempo de ruminação apresentou diferenças somente entre os tratamentos CEIN e T90. Os animais, ao consumirem dietas com capim elefante *in natura* (CEIN), empregaram maior tempo na atividade de ruminação (TR) (Tabela 2). O tratamento com o maior nível de inclusão do coproduto FUGM (T90), entretanto, se mostrou como o alimento com menor

tempo gasto com ruminação. Os demais tratamentos não diferiram entre si e foram semelhantes a estes dois últimos.

O tempo em ócio (TO), considerado o momento em que não há ingestão e ruminação, foi menor para o CEIN e maior pra o tratamento com 90% de inclusão do FUGM (T90). Já o tempo de mastigação total (TMT), considerado o tempo total gasto em ingestão e ruminação, foi maior para CEIN e menor para T90 (Tabela 2).

A dieta com inclusão de 90% do FUGM (T90) proporcionou maior eficiência de ruminação da FDN (ERFDN), enquanto o capim elefante *in natura* (CEIN) foi menos eficiente (Tabela 2).

Correlações fortemente positivas foram encontradas entre CMN e CMS, CFDN e CMN, FDNf e FDN, TR e FDNf, TMT e TI, TMT e TR (Tabela 3). As eficiências de ruminação de FDN (ERFDN), ruminação de MS (ERMS), ingestão de FDN (EIFDN) e de ingestão de MS (EIMS) também estão fortemente correlacionadas positivamente (Tabela 4).

O percentual de partícula de tamanho entre 19mm e 8mm aumentou de forma linear crescente ($Y=21,16+0,28X$) quanto maior a inclusão do coproducto FUGM. Já as partículas de alimento com tamanho entre 8mm e 1,18mm foram encontradas em maior quantidade nos tratamentos com 30% e 60% de inclusão de FUGM , apresentando regressão quadrática ascendente (Tabela 5). As partículas de tamanho inferior a 1,18mm regrediram linearmente com o aumento da inclusão do FUGM ($Y=11,51-0,06X$). Apesar de haver diferenças no perfil de partículas do alimento ofertado aos animais, as sobras de alimento se mostraram homogêneas, não havendo diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$) (Tabela 5).

A fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe) regrediu linearmente ($Y=33,91-0,16X$) com a inclusão do coproducto FUGM (Tabela 6). O pH ruminal dos animais que receberam as dietas variaram entre 6,44 e 6,90. Os tratamentos com maiores níveis de inclusão do FUGM, T60 e T90, apresentaram valores de pH mais baixos. Já os animais que

receberam silagem sem a adição do coproducto apresentaram o maior valor de pH ruminal (Tabela 6).

Discussão

Os resultados obtidos em relação à matéria seca (MS) mostraram que a inclusão do coproducto FUGM é capaz de proporcionar aumento no teor de matéria seca (MS) das silagens. A matéria seca é a porção do alimento livre de umidade presente neste, em que estarão concentrados os nutrientes, capazes de atender as exigências do animal. Pires et al., (2009) comparando a silagem de capim elefante sem aditivo e com a inclusão de casca de café, farelo de cacau, farelo de mandioca, em 15% de inclusão, observaram valores de matéria seca de 31,4; 34,7; 35,1; 35,4%, respectivamente. Apesar de se tratar de nível de inclusão menor que os do presente trabalho, nota-se que Pires et al., (2009) trabalharam com coprodutos secos, enquanto o FUGM é um coproducto úmido e ainda assim promoveu melhoria no teor de matéria seca da silagem de capim elefante.

A queda no teor de FDN das silagens associado com a inclusão do FUGM, também pode ser considerada como ganho em qualidade da silagem de capim elefante, já que segundo Van Soest (1994), o FDN é considerado fator dietético importante no volume ocupado pelo alimento no rúmen, sendo impactante no enchimento ruminal. Segundo este mesmo autor a fração FDN é negativamente correlacionada com a densidade do ingrediente, representando a fração de digestão lenta e, portanto, é bem correlacionada com o enchimento ruminal e o consumo de matéria seca.

Para FDN fecal (FDNf), os menores valores foram encontrados com níveis de inclusão de 60% e 90%, (Tabela 2)..

O capim elefante *in natura* (CEIN) apresentou maior tempo gasto em ruminação (TR) que pode ser explicado pela idade da planta fornecida aos animais, que já passava de 100 dias, estando assim mais significada. Carvalho et al. (2004) descreveram que a ruminação é um

recurso fisiológico acionado conforme a diminuição no tempo de alimentação para o melhor aproveitamento do alimento. Os efeitos negativos da presença de barreiras físicas nos alimentos para ruminantes podem ser, muitas vezes, minimizado pelo ato de ruminar (DESCHAMPS,1999). A ruminação proporciona redução do tamanho das partículas de alimento, assim ocorre aumento considerável da superfície exposta para a ação de microrganismos ruminais. Ao contrário, o T90 apresentou menor tempo gasto em ruminação, fato que pode ser explicado provavelmente pela melhor qualidade da fibra. Carvalho et al., (2006) avaliando o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais (torta de dendê e farelo de cacau), encontrou tempo de ruminação de 589,17 minutos para silagem de capim elefante sem adição de coproduto. Estes valores estão superiores ao encontrado no presente trabalho em tratamento semelhante (T0) e próximos ao capim elefante *in natura* (CEIN).

Ao contrário do TR, como se é esperado, o tempo em ócio (TO) foi menor para CEIN fato que pode ser explicado pelo menor teor de MS, logo o animal precisa de maior tempo ingerindo alimento e também pelo tempo de ruminação (TR) que foi maior para este alimento. Já no T90, que apresentou maior teor de MS juntamente com o T60, e também menor TR, o tempo em ócio (TO) foi maior comparado ao CEIN.

O fato do CEIN apresentar maior TMT, resultado do tempo gasto em ingestão e ruminação, pode ser explicado pelos níveis de FDN. Segundo Van Soest (1994), o tempo gasto em ruminação é proporcional ao teor de parede celular dos alimentos, assim, ao elevar-se o nível de FDN das dietas haverá um aumento no tempo despendido com ruminação. Da mesma forma, Church (1988) cita que forragens com alto conteúdo de FDN necessitam de maior tempo para ruminação, devido à maior necessidade de processar a fibra da dieta. No presente trabalho ocorreu queda de FDN das dietas ($\hat{Y} = 80,53 - 0,32X$; $R^2=0,94$) à medida que se aumentou a inclusão de FUGM, logo justifica-se também o fato do T90 apresentar menor TMT.

Vários estudos têm comprovado correlação negativa entre o consumo de MS e o teor de FDN associando à menor taxa de passagem da FDN em relação aos outros constituintes dietéticos, que, por sua vez, promove o enchimento do rúmen-retículo elevando a permanência da digesta nos compartimentos (MENEZES et al., 2004; MERTENS, 1992).

As correlações fortemente positivas foram encontradas entre CMN e CMS, é explicada pelo fato das exigências dos animais serem baseadas na MS, logo se o animal consome uma dieta com maior teor de MS ele precisará ingerir menor quantidade de MN para suprir suas exigências (Tabela 3).

Segundo Dado & Allen (1995), o número de períodos em que se observa ruminação eleva com o aumento do conteúdo de fibra, refletindo a necessidade de processar a digesta ruminal, maximizando a eficiência digestiva. Tal afirmação está de acordo com o notado neste trabalho, em que há correlação positiva entre o teor de FDN e o TR.

A demanda energética do animal define o consumo de dietas de alta densidade calórica ao passo que a capacidade física do trato gastrintestinal determina o consumo físico de dietas de baixo valor nutritivo e de baixa densidade energética (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011). Dessa forma a correlação positiva entre EIMS foi positivamente correlacionada com a ERFDN quando a energia limitou a ingestão, em dietas de alta densidade energética (T60 e T90), mas negativamente correlacionada com a concentração de FDN, quando o enchimento limitou a ingestão EIFDN p(-0,79) ETMT, observado em dietas CEIN, T0 e T30.

Sabe-se que quando a fibra efetiva é reduzida na dieta, ocorre uma cascata de eventos típicos. Menos fibra efetiva resulta em menos mastigação pelo animal e a diminuição da salivação, combinada com maior produção de AGV, resulta no decréscimo ruminal de pH e possíveis alterações metabólicas. Daí o fato da ERMS e ERFDN estarem fortemente correlacionadas, é importante à sincronia do suprimento energético assim como, de uma

quantidade de FDN, para manutenção de um ambiente ruminal equilibrado (LIRA et al., 2000).

O tamanho da partícula, fator intimamente relacionado à parte física da fibra foi avaliado neste estudo. Pode-se afirmar que houve seleção no tamanho de partículas pelos animais, já que nota-se diferença entre tamanhos no material ofertado e na sobra não foi verificado tal diferença (Tabela 5 e Tabela 7).

A FDN fisicamente efetiva (FDNfe), regrediu linearmente com a inclusão do coproducto FUGM. É importante o estudo da FDNfe quando coprodutos são adicionados à dieta, já que esta característica está intimamente relacionada com a capacidade de promover ruminação que por sua vez é fundamental para saúde do rúmen. Segundo Pedroso (2006) concentração de FDNfe equivalente a 10% da MS total da dieta foi adequada para manter o teor de gordura do leite em torno de 3,5%, no presente trabalho o percentual de FDNfe em relação a MS total foi de 9,49; 11,06; 10,46; 6,01 e 7,46, para os tratamentos T0, T30, T60, T90 e CEIN.

Um dos fatores na avaliação da saúde ruminal e avaliação da dieta é o pH, que neste estudo sofreu variações entre os tratamentos. O pH mais baixo foi observado nos tratamentos com maiores inclusões de FUGM (T60 e T90), lembrando que estas também foram as dietas com menores valores de FDN. Segundo Mould & Orskov (1984), quando dietas com baixo teor de fibras são fornecidas, o decréscimo na degradação da fibra seria consequência da menor colonização das partículas pelas bactérias celulolíticas em pH mais reduzido. Apesar de apresentarem menores valores de pH, as dietas T60 e T90 não prejudicam a atuação das bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos, que segundo Berchielli; Pires; Oliveira (2011), são muito sensíveis a valores de pH inferiores a 6.

Conclusão

A inclusão do FUGM aumenta o tamanho de partículas e reduz a FDN das dietas prevaleceu sobre as avaliações do comportamento ingestivo dos animais. As dietas com inclusão de 60% e 90% de FUGM apresentaram maior digestibilidade.

Funding

À [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior](#) (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos do primeiro autor.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto.

À Cargill S/A pela doação do coproducto Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM).

Referências Bibliográficas

- 1 Berchielli, T.T., Pires, A.V. & Oliveira, S.G. 2011.** Nutrição de Ruminantes. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 616 p.
- 2 Carvalho, G. G. P., Pires, A. J. V., Silva; R. R., Veloso, C. M. & Silva, H. G. O. 2006.** Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 35(4):1805-1812.
- 3 Carvalho, G.G.P., Pires, A.J.V., Silva, F.F., Veloso, C.M., Silva, R.R., Silva, H.G.O., Bonomo, P. & Mendonça, S.S. 2004.** Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39 (9):919-925.
- 4 Church, D.C. 1988.** The ruminant animal - Digestive physiology and nutrition. New Jersey: Reston.564p.

5 Dado, R.G. & Allen, M.S. 1995. Intake limitation, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. *Journal of Dairy Science*. 78(1):118-133.

6 Deschamps, F.C. 1999. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 28(6):1178-1189.

7 Fundação Cargill. 1980. Produtos de milho processados por via úmida para uso em rações. 1.ed. Campinas: Fundação Cargill. 20p.

8 Grant, R.J. & Albright, J.L. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 73(9):2791-2803.

9 Johnson, T.R. & Combs, D.K. 1991. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dryn matter intake of lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*. 74(3): 933-944.

10 Lira, V.M.C. 2000. Utilização de diferentes modelos matemáticos e marcadores para simulação de cinética digestiva e de trânsito do capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.). 91f. Viçosa-MG. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.

11 Menezes, M.P.C., Ribeiro, M.N., Costa, R.G. & Medeiros, A.N. 2004. Substituição do milho pela casca de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações completas para caprinos:

consumo, digestibilidade de nutrientes e ganho de peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33(3):729-737.

12 Mertens, D. R. 1992. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: *Simpósio internacional de ruminantes* (Lavras, Brasil). p.188.

13 Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80:1463-1481.

14 Mould, R. L. & Orskov, E. R. 1984. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulose in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. *Animal Feed Science Technology*. 10:1-14.

15 Pedroso, A. M. 2006. Fibra fisicamente efetiva para vacas leiteiras: revendo conceitos. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/nutricao/fibra-fisicamente-efetiva-para-vacas-leiteiras-revendo-conceitos-29574n.aspx>. Acessado em 11/2013.

16 Pires, A. J. V., Carvalho, G. G. P., Garcia, R., Carvalho Junior, J. N., Ribeiro, S. O. & Chagas, D. M. T. 2009. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com silagens de capim elefante contendo casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38(8):1620-1626.

17 Silva, D.J. & Queiroz, A.C. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Editora UFV. 235p.

18 Silva, R. R., Magalhães, A. F., Carvalho, G. G. P., Silva, F. F., Franco, I. L., Nascimento, P. V. & Bonomo, P. 2004. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de Holandês suplementadas em pastejo de *Brachiaria decumbens*. Aspectos metodológicos. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 5(10):1-7.

19 SAS. Statistical Analysis System. 1999. User's guide: statistic. 6.ed. Cary: SAS. 956p.

20 Trenkle, A. H., Berger, L. L., Perry, T.W., Brandt, R. J., Rust, S. R., Larson, B., Williams, J. E., Stock, R. A., Weiss, W. P., Loerch, S. C., Pritchard, R. H., Schaefer, D. M., Eisemann, J. H., Richards, C. R. & TopeL, D.G. 1989. Corn gluten feed in beef cattle diets. *Circular* n. 129. 

21 Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.

Tabela 1. Valores médios da matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) do capim elefante ensilado com 0, 30, 60 e 90% de FUGM e capim elefante *in natura* (CEIN).

	T0	T30	T60	T90	CEIN
MS (%)	32,76	32,48	35,54	36,74	24,07
FDA (%)	58,00	41,98	29,05	20,86	50,47
FDN (%)	81,85	71,04	65,53	55,05	70,85
EE (%)	1,35	1,80	2,09	2,20	1,04
PB (%)	6,84	11,80	16,68	20,30	10,04
MM (%)	5,66	5,99	5,50	5,20	8,01

Tabela 2. Valores médios de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), consumo de matéria natural (CMN), consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente neutro fecal (FDNf), tempo de ingestão (TI), tempo em ócio (TO), tempo de mastigação total (TMT), eficiência ruminal da matéria seca (ERMS), eficiência de ingestão da matéria seca (EIMS), eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro (ERFDN), eficiência de ingestão da fibra em detergente neutro (EIFDN), eficiência de tempo de mastigação total (ETMT) do capim elefante com diferentes níveis de inclusão de farelo úmido de glúten de milho e capim *in natura*.

Variável	Tratamento					CV%	Regressão	
	0	30	60	90	Capim <i>in natura</i>		L	Q
MS(%) ¹	31,27±5,73 ^{bc}	34,42±1,11 ^{ab}	37,88±1,19 ^a	38,80±0,93 ^a	27,88±4,70 ^c	9,40	BA	NS
FDN(%) ²	81,01±1,63	71,17±2,10	61,05±4,32	52,90±1,52	70,60±2,58	4,48	*	NS
CMN(Kg) ³	1,17±0,49 ^a	1,76±0,85 ^a	1,88±0,73 ^a	1,61±0,54 ^a	2,16±0,45 ^a	35,89	NS	NS
CMS(Kg) ⁴	0,47±0,07 ^a	0,60±0,29 ^a	0,71±0,27 ^a	0,62±0,20 ^a	0,61±0,18 ^a	32,12	NS	NS
CFDN(Kg) ⁵	0,38±0,068 ^a	0,43±0,20 ^a	0,44±0,18 ^a	0,33±0,11 ^a	0,42±0,12 ^a	32,19	NS	NS
FDNf(%) ⁶	72,78±6,10 ^a	68,72±5,78 ^b	65,65±2,06 ^{bc}	62,62±5,98 ^c	73,84±3,64 ^a	39,68	BA	NS
TI(min) ⁷	268±51,91 ^a	285±114,50 ^a	209±97,87 ^a	209±152,78 ^a	304±66,83 ^a	39,68	NS	NS
TR(min) ⁸	451±147,96 ^{ab}	440±195,54 ^{ab}	417±199,07 ^{ab}	223±76,69 ^b	581±168,20 ^a	37,35	BA	NS
TO(min) ⁹	721±170,08 ^{ab}	715±248,69 ^{ab}	814±282,14 ^{ab}	1008±146,52 ^a	584±164,67 ^b	26,28	BA	NS
TMT(min) ¹⁰	719±170,08 ^{ab}	725±248,69 ^{ab}	626±282,14 ^{ab}	432±146,52 ^b	1050±395,74 ^a	44,18	BA	NS
ERMS (g/h) ¹¹	68,72±25,15 ^b	80,71±22,96 ^b	116,62±63,8 ^{ab}	181,68±83,79 ^a	67,57±24,39 ^b	41,08	BA	NS
EIMS(g/h) ¹²	108,30±19,88 ^a	133,44±77,16 ^a	217,01±63,06 ^a	289,97±207,01 ^a	120,73±31,48 ^a	51,70	BA	NS
ERFDN(g/h)	55,39±19,03 ^{ab}	57,14±17,21 ^{ab}	71,18±37,94 ^{ab}	96,08±43,56 ^a	47,41±16,49 ^b	34,96	BA	NS
EIFDN(g/h)	87,66±15,66 ^a	95,08±56,27 ^a	132,55±38,25 ^a	152,94±109,15 ^a	85,44±23,75 ^a	45,15	NS	NS
ETMT(g/h)	12,00±2,85 ^a ^b	12,12±4,13 ^{ab}	10,46±4,68 ^{ab}	7,22±2,46 ^b	17,50±6,58 ^a	44,04	BA	NS

** p <0,01 *p<0,05; BA=baixo ajuste NS=não significativo * significativo a 5% ² Y= 80,53-0,32X R²=0,94

Tabela 3. Correlação entre matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), consumo de matéria natural (CMN), consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente neutro fecal (FDNF), tempo de ingestão (TI), tempo de ruminação (TR), tempo em ócio (TO), tempo de mastigação total (TMT).

	MS(%)	FDN(%)	CMN(g)	CMS(g)	CFDN(g)	FDNF(%)	TI(min)	TR(min)	TO(min)	TMT(min)
MS(%)	1	-0,64**	NS	NS	NS	0,50**	NS	-0,49**	0,49**	-0,57**
FDN(%)		1	NS	NS	NS	0,61**	NS	0,46**	-0,48**	NS
CMN(g)			1	0,88**	0,92**	NS	0,49**	0,49**	-0,58**	0,55**
CMS(g)				1	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CFDN(g)					1	NS	0,45*	0,49**	-0,58**	0,45*
FDNF(%)						1	NS	0,65*	-0,60**	0,47*
TI(min)							1	0,31*	-0,64**	0,66**
TR(min)								1	-0,92**	0,73**
TO(min)									1	-0,79**
TMT(min)										1

Tabela 4. Correlação entre eficiência ruminal da matéria seca (ERMS), eficiência ingestão da matéria seca (EIMS), eficiência ruminal da fibra em detergente neutro (ERFDN), e eficiência ingestão da fibra em detergente neutro (EIFDN) e eficiência no tempo de mastigação total (ETMT).

	ERMS(g/h)	EIMS(g/h)	ERFDN(g/h)	EIFDN(g/h)	ETMT(g/h)
ERMS(g/h)	1	NS	0,97**	NS	NS
EIMS(g/h)		1	NS	0,97**	-0,44*
ERFDN(g/h)			1	NS	NS
EIFDN(g/h)				1	-0,79**
ETMT(h)					1

** p <0,01

Tabela 5. Perfil de distribuição das partículas (%) do ofertado e sobra na matéria seca (MS) em função dos tratamentos.

Tamanho de partícula	Tratamentos					CV	Regressão (%)	
	T0	T30	T60	T90	CEIN		L	Q
% Ofertado								
>19mm	26,75 ±6,56 ^a	16,33±4,26 ^a	12,53±5,21 ^a	14,65±1,33 ^a	14,96±16,74 ^a	51,84	NS	NS
8 – 19mm ¹	24,37±4,15	27,16±3,31	34,31±5,04	51,96±4,38	39,62±18,67	27,14	*	NS
1,18-8 mm ²	38,08±6,41	45,16±1,10	45,24±4,95	29,31±2,66	37,95±23,04	28,64	NS	*
< 1,18mm	10,78±2,51 ^a	11,33±1,63 ^a	7,92±1,60 ^a	4,07±0,77 ^b	7,46±2,12 ^a	22,01	NS	NS
% Sobras								
>19mm	17,63±11,90 ^a	26,78±2,24 ^a	12,32±8,66 ^a	7,42±2,89 ^a	20,04±25,95 ^a	87,90	NS	NS
8 – 19mm	21,25±3,30 ^a	42,66±7,48 ^a	28,36±6,01 ^a	28,44±19,97 ^a	38,31±29,39 ^a	52,33	NS	NS
1,18-8 mm	49,44±11,67 ^a	9,44±3,57 ^a	48,14±7,72 ^a	49,29±9,10 ^a	34,95±28,82 ^a	31,76	NS	NS
< 1,18mm	11,66±1,44 ^a	21,10±12,24 ^a	11,18±1,51 ^a	14,84±10,77 ^a	6,70±2,89 ^a	46,55	NS	NS

* p <0,05 NS=não significativo ¹Y= 21,16+0,28X R²=0,73; ²Y=40,47X²+0,38X-0,005 R²=0,81 Y=11,51-0,06X R²=0,56

Tabela 6. Valores da fibra em detergente neutro fisicamente efetiva (FDNfe), pH e temperatura ruminal nos diferentes tratamentos.

	Tratamentos					Regressão		
	T0	T30	T60	T90	CEIN	CV %	L	Q
FDNfe ¹	30,35±5,18	32,14±0,78	27,62±3,02	15,50±1,41	26,79±16,27	29,64	**	NS
pH	6,90±0,09 ^a	6,62±0,10 ^c	6,53±0,18 ^{cd}	6,44±0,23 ^d	6,76±0,15 ^b		NS	NS
Temperatura	36,47±0,96 ^{ab}	36,86±0,97 ^{ab}	36,86±1,10 ^{ab}	36,94±0,76 ^a	36,16±1,32 ^b		NS	NS

** p <0,01 NS=não significativo ¹Y= 33,90- 0,15X R²=0,58

Tabela 7. Índice de seleção da silagem de capim-elefante com inclusão de Farelo úmido de glúten de milho (FUGM) em ovinos.

	T0	T30	T60	T90	CEIN
P1 ¹	0,71±0,31	0,25±0,10	0,57±0,01	0,50±0,17	0,23±0,13
P2 ²	0,53±0,41	0,26±0,12	0,25±0,12	0,46±0,34	0,35±0,35
P3 ³	0,50±0,71	0,16±0,15	0,05±0,14	.	0,0±0,0
P4 ⁴	0,50±0,71	0,32±0,17	.	.	0,16±0,16

¹ Partícula maior que 19mm; ² partículas entre 19mm e 8mm; ³ partículas entre 8mm e 1,3mm; ⁴ partículas menores que 1,3mm

CAPITULO 4

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DO CAPIM-ELEFANTE ENSILADO COM O FARELO ÚMIDO DE GLÚTEN DE MILHO EM OVINOS

Resumo: O farelo úmido de glúten de milho (FUGM) é obtido no processamento do milho para obtenção do xarope e amido e possui grande potencial de utilização na alimentação de ruminantes. Objetivou-se com este estudo avaliar o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens de capim-elefante com inclusão de diferentes níveis do coproducto farelo úmido de glúten de milho (FUGM). Foram utilizadas 5 ovelhas, SRD, alojadas em gaiolas de metabolismo, que permitiam coleta de sobras, fezes e urina separadamente. O delineamento utilizado foi quadrado latino 5x5. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) no consumo de matéria seca (CMS) em g/dia, em relação do peso vivo (CMSPV) e em relação ao peso metabólico (CMSPV^{0,75}). O consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) não diferiram significativamente ($p>0,05$) entre os tratamentos. O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) foi maior quando há inclusão em algum nível do FUGM em relação a silagem de capim-elefante sem a inclusão deste coproduto. A inclusão do Farelo Úmido de Glúten de Milho em silagem de capim-elefante nos níveis estudados neste trabalho não altera o consumo de matéria seca (CMS) e melhora o coeficiente de digestibilidade aparente (CAMS) das silagens com inclusão do FUGM em relação à silagem de capim-elefante.

Palavras-chave: coproducto, FDN, FDA, matéria seca.

APPARENT DIGESTIBILITY COEFFICIENT OF ELEPHANT GRASS SILAGE BRAN WITH WET CORN GLUTEN FEED IN SHEEP

Abstract: The wet corn gluten feed (WCGF) is obtained in the processing of corn syrup and for obtaining starch and has great potential for use in ruminant feed . Aim of this study was to evaluate the intake and apparent digestibility of silage of elephant with different inclusion levels of wet co-product of wet corn gluten feed (WCGF). 5 sheep , SRD , housed in metabolism cages , which allowed collection of scraps , feces and urine were separately used . The design was 5x5 Latin square design . There was no significant difference ($p > 0.05$) for dry matter intake (DMI) in g / day compared to bodyweight (DMILW) and in relation to metabolic weight (CMSPV0 , 75) . The use of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (CFDA) did not differ statistically ($p > 0.05$) between treatments . The apparent digestibility of dry matter (CDMS) was higher when there is some level of inclusion in FUGM regarding elephant grass silage without including this coproduct .

Inclusion of Wet Gluten Meal Corn silage of elephant grass in the levels studied in this work does not alter the dry matter intake (DMI) and improves the apparent digestibility coefficient (CAMS) of silages with inclusion of WCGF in relation to silage elephant grass.

Keywords: digestibility, dry matter intake, coproduct, NDF, ADF.

Introdução

A rentabilidade de sistemas intensivos de produção animal está relacionada ao custo e à qualidade dos ingredientes utilizados na formulação das dietas. O aproveitamento de coprodutos na alimentação animal tem por objetivo reduzir o custo de produção e também escoar resíduos da produção e evitar danos ao meio ambiente (RODRIGUES et al., 2011). A utilização do Farelo Úmido de Glúten de Milho (FUGM) é um exemplo de fontes alimentares alternativas que podem viabilizar sistemas produção.

O FUGM, no Brasil, é um coproduto obtido no processamento do milho para obtenção do xarope e amido deste grão (TRENKLE et al., 1989). Segundo Blasi et al., (2001) o FUGM apresenta 42% a 44% de matéria seca (MS), 90% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 14% a 22% de proteína bruta (PB), 26% a 54% de fibra em detergente neutro (FDN), 3% a 5% de extrato etéreo (EE), 26% de amido total e 7% a 9% de matéria mineral (MM). Este coproduto apesar da sua porção elevada de fibra o FUGM ainda pode ser considerado como uma fonte de energia (SCHROEDER, 2010).

Após o conhecimento da composição química, a estimativa dos valores de digestibilidade é reconhecidamente essencial para determinar o valor nutritivo dos alimentos (VALADARES FILHO et al., 2000). A digestibilidade do alimento é definida, de forma geral, por sua capacidade de permitir que o animal utilize, em maior ou menor proporção, seus nutrientes.

Objetivou-se com este estudo avaliar o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes das silagens de capim-elefante com inclusão de diferentes níveis do coproduto farelo úmido de glúten de milho (FUGM).

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensino de Ovinos e Caprinos da Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no período de junho a setembro de 2012.

Cinco ovelhas sem padrão racial definido, canuladas no rúmen, com média de 46,84 kg de peso vivo e aproximadamente 40 meses de idade foram alojadas em gaiolas de metabolismo, próprias para o ensaio de digestibilidade *in vivo*, providas de comedouro e bebedouro. As gaiolas de metabolismo possuíam, acoplado ao

assoalho, sistema de captação total de fezes e urina. As fezes ficavam acondicionadas em bandejas plásticas e a urina ficava em baldes plásticos, adaptados com uma tela separadora, de forma que as fezes e a urina não se misturavam. Cada balde receptor de urina recebeu 50 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 2N a fim de evitar fermentação microbiana e perdas de nitrogênio.

Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos sendo eles: capim-elefante *in natura* (CEIN) e capim-elefante ensilado contendo 0% (T0), 30% (T30), 60% (T60) ou 90% (T90) de inclusão de FUGM, respectivamente.

As silagens foram confeccionadas em tóneis de 200 litros, com 12 unidades experimentais, de forma que, cada tratamento obteve três repetições. Após 50 dias, os silos foram abertos e tiveram amostras coletadas para análises de matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) (Tabela 1), de acordo com Silva & Queiroz (2002). A composição químico-bromatológica estão na tabela 1:

Tabela 1- Valores médios da matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) do capim elefante ensilado com 0, 30, 60 e 90% de FUGM e capim elefante *in natura* (CEIN).

	T0	T30	T60	T90	CEIN
MS (%)	32,76	32,48	35,54	36,74	24,07
FDA (%)	58,00	41,98	29,05	20,86	50,47
FDN (%)	81,85	71,04	65,53	55,05	70,85
EE (%)	1,35	1,80	2,09	2,20	1,04
PB (%)	6,84	11,80	16,68	20,30	10,04
MM (%)	5,66	5,99	5,50	5,20	8,01

Cada período experimental teve duração de 15 dias, sendo 10 para adaptação e cinco para coleta de dados. O alimento foi fornecido duas vezes ao dia (8 e 16h), com a quantidade ajustada diariamente de forma a permitir sobras de no mínimo de 10% do ofertado.

Os alimentos fornecidos, sobras, fezes e urina foram amostrados diariamente pela manhã, durante os 5 dias de coleta. As fezes coletadas foram pesadas e após homogeneização foi retirada amostra de aproximadamente 15% do total de cada tratamento. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, fechados, identificados e mantidos em *freezer*.

As sobras foram coletadas individualmente, sendo pesada e amostrada diariamente pela manhã. A avaliação do consumo voluntário dos nutrientes foi determinada pela diferença entre a quantidade no material fornecido aos animais e a quantidade nas sobras nos comedouros. O alimento ofertado e as sobras foram avaliados quanto a: matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM). Nas amostras de fezes foram determinadas: matéria seca (MS); fibra em detergente neutro (FDN); proteína bruta (PB) e energia bruta (EB).

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Uberlândia. A determinação da MS, PB, EE e MM, foram seguidas as metodologias descritas pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação animal (2009), e para determinação de FDN e FDA as descritas por Silva e Queiroz (2002).

A porcentagem de hemicelulose foi obtida pela diferença entre FDN e FDA. Os valores dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos a partir da composição dos alimentos através das equações propostas por Kearn (1982). A porcentagem de carboidratos totais (CHOT) foi obtida pela equação de Sniffen et al. (1992): CHOT = 100 – (%PB + %EE + %MM) e a porcentagem dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtida por: CNF = CHOT – FDN.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (DA) da MS, PB, FDN, HEMI, CEL e EB foram obtidos pela fórmula, conforme metodologia utilizada por Maynard et al. (1984):

$$\text{DA} = \frac{(\text{kgcons} \times \% \text{cons}) - (\text{kgsb} \times \% \text{sb}) - (\text{kgfz} \times \% \text{fz})}{(\text{kgcons} \times \% \text{cons}) - (\text{kgsb} \times \% \text{sb})} \times 100$$

$$(\text{kgcons} \times \% \text{cons}) - (\text{kgsb} \times \% \text{sb})$$

Em que: kgcons = quantidade de alimento consumido; % cons = teor do nutriente no alimento fornecido; kgsb = quantidade de sobras retiradas; % sb = teor do nutriente nas sobras; kg fz = quantidade de fezes coletadas; % fz = teor do nutriente nas fezes.

Os dados foram analisados pelo PROC REG do SAS a 5% de significância. As regressões significativas que apresentaram coeficiente de determinação abaixo de 50% (baixo ajuste) não foram consideradas. Posteriormente, efetuou-se análise de variância pelo PROC GLM e aplicou-se teste de Tukey para comparações de médias a 5% de significância.

Resultados e discussão

Não houve efeito da inclusão de FUGM sobre o consumo de matéria seca em gramas por dia (MS), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (MS PV), consumo de matéria seca em relação ao peso metabólico (MS PV^{0,75}), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose ingerida (HEM) e carboidratos totais ingeridos (CHOTI).

Tabela 2- Consumo de matéria seca em gramas por dia (MS d/dia), em relação do peso vivo (CMS PV), em relação ao peso metabólico (CMS PV^{0,75}), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de extrato etéreo (CEE), consumo de hemicelulose (CHEM), consumo de carboidratos totais (CHOT), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) e consumo de matéria mineral (MM) por ovinos em função da inclusão do farelo úmido de glúten de milho (FUGM) nas silagens de capim-elefante.

	T0	T30	T60	T90	CEIN	CV(%)
CMS ¹	401,36±209,16 ^a	509,76±315,62 ^a	681,65±322,65 ^a	586,71±222,54 ^a	584,18±218,54 ^a	47,50
CMS(PV)	1,02±0,68 ^a	1,13±0,68 ^a	1,63±0,82 ^a	1,40±0,62 ^a	1,36±0,55 ^a	51,79
CMS (PV ^{0,75})	25,43±16,05 ^a	29,18±17,74 ^a	41,42±20,46 ^a	35,63±15,24 ^a	34,70±13,64 ^a	50,46
CFDN ¹	303,32±161,92 ^a	343,55±199,51 ^a	419,11±198,05 ^a	321,74±118,17 ^a	398,30±161,15 ^a	47,70
CFDA ¹	229,79±122,40 ^a	196,04±134,90 ^a	245,74±127,60 ^a	133,86±66,17 ^a	321,79±119,04 ^a	51,73
CPB ¹	31,00±14,88 ^b	62,06±42,35 ^{ab}	109,43±54,97 ^a	124,66±42,12 ^a	64,32±25,89 ^{ab}	49,41
CEE ¹	2,72±1,26 ^b	11,40±5,13 ^{ab}	10,08±7,08 ^{ab}	13,69±5,20 ^a	6,49±3,40 ^{ab}	54,43
CHEM ¹	73,53±45,69 ^a	147,51±66,25 ^a	173,36±104,33 ^a	187,88±71,13 ^a	76,52±120,44 ^a	65,22
CHOT ¹	347,44±184,21 ^a	404,49±252,09 ^a	523,25±247,19 ^a	418,04±168,18 ^a	465,62±190,02 ^a	48,86
CNF ¹	134,00±31,10 ^b	197,08±57,87 ^{ab}	271,07±70,36 ^a	264,36±45,41 ^a	183,62±43,86 ^{ab}	24,51
CMM ¹	20,19±10,62 ^b	29,81±18,42 ^{ab}	38,88±14,44 ^{ab}	30,31±11,62 ^{ab}	47,76±14,32 ^a	42,37

^aMédias seguidas com a mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey 5%. ¹ em gramas por dia (g/dia).

Em experimento realizado com ovinos por Ribeiro (2011) avaliando o consumo e a digestibilidade aparente em ovinos alimentados com silagens de capim elefante com três diferentes idades da planta, foi observado consumo de matéria seca (CMS) de 986,19 g/dia para ensilagem da planta com 112 dias, ou seja, idade próxima ao do presente estudo. Entretanto o CMS de todas as silagens e do CEIN não atenderam a recomendação preconizada pelo NRC(1985) que é de 1179 g/MS/dia para a espécie ovina em manutenção. Segundo Macedo Junior (2004), quando o teor de FDN encontra-se entre 50 a 60%, para animais adultos da espécie bovina, o consumo de alimento poderá ser limitado pela demanda energética dos animais, e não pelo efeito de enchimento do rúmen. No presente experimento os valores de FDN das silagens variam de 55,05% a 81,85%, indicando que, neste caso, o consumo de matéria seca provavelmente tenha sido limitado pelo efeito físico, ou seja, por enchimento ruminal.

Van Soest (1994) mencionou que a FDN é altamente correlacionada com a densidade volumétrica do alimento, representando a fração de digestão lenta sendo, portanto, altamente correlacionada com o enchimento ruminal e o consumo de matéria seca.

Os maiores consumos de carboidratos não fibrosos (CNF) foram observados nos tratamentos com alguma inclusão de FUGM (30%, 60% e 90%) e no capim-elefante fornecido *in natura*. Mertens (1992) mencionou que, em termos nutricionais, a classificação dos carboidratos em fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF) parece mais apropriada porque é baseada em características nutritivas, ao invés da função exercida na planta. Nesta classificação, os CNF representam as frações degradadas mais rapidamente e incluem amido, açúcares e pectina.

Os menores consumos de proteína bruta (PB) foram observados no capim-elefante *in natura*, na silagem sem inclusão do FUGM e no nível de inclusão de 30% de FUGM. Tal fato pode ser explicado por estes tratamentos apresentarem pouca inclusão do FUGM ou não apresentarem, visto que o FUGM é um coproducto que, apesar das variações, apresenta mais de 20% de PB na MS. Logo, se não houve diferenças significativas para CMS, era esperado que os maiores consumos de proteína bruta e fossem aqueles com os maiores níveis de inclusão do FUGM, como observado. Apenas o tratamento com 90% de inclusão do FUGM, que apresentou consumo de 124,66 g/PB/dia, atendeu a exigência para manutenção da espécie ovina recomendado pelo NRC (1985), que é de 111 g/PB/dia.

Na avaliação do coeficiente de digestibilidade aparente, não foram observadas diferenças significativas para fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) (tabela 3). Ferreira et al.,

(2012), avaliando a silagem de capim-elefante *in natura* com o corte da planta aos 65 dias, encontraram digestibilidade de 54,71% e 58,10% para CDFDN e CDFDA, respectivamente.

Os menores coeficientes de digestibilidade da MS (CDMS) foram observados nos tratamentos CEIN, silagem capim-elefante sem inclusão de FUGM (T0) e silagem de capim-elefante com 30% de inclusão do FUGM (tabela 3). Tal resultado aponta uma possível melhora na digestibilidade das silagens quando a inclusão do coproduto aumenta.

Tabela 3- Média e desvio-padrão do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da fibra em detergente ácido (CDFDA) e da proteína bruta (CDPB) em função da inclusão do farelo úmido de glúten de milho (FUGM) nas silagens de capim-elefante.

	T0	T30	T60	T90	CEIN	CV(%)
CDMS	67,88±9,77 ^b	75,78±12,94 ^{ab}	90,12±5,40 ^a	91,76±2,83 ^a	79,31±7,81 ^{ab}	10,53
CDFDN	44,97±11,71 ^a	54,02±26,53 ^a	65,55±8,67 ^a	74,33±1,56 ^a	54,56±13,14 ^a	26,89
CDFDA	38,80±20,68 ^a	14,83±28,15 ^a	44,82±33,10 ^a	42,46±23,54 ^a	43,51±16,85 ^a	69,59
CDPB	26,53±11,36 ^c	44,99±22,74 ^{bc}	79,31±10,83 ^a	82,17±10,94 ^a	57,51±12,16 ^{ab}	24,89

^aMédias seguidas com a mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) foram maiores nos tratamentos com 60% e 90% de inclusão do FUGM (T60 e T90) e no capim-elefante *in natura* (CEIN). O valor do CDPB da silagem de capim-elefante (T0) no presente estudo está abaixo ao citado por Ferreira et al., (2012), que encontraram, para silagem de capim elefante com 65 dias de idade da planta, digestibilidade de 63,33% em ovinos adultos, machos, castrados.

Conclusão

A inclusão do Farelo Úmido de Glúten de Milho em silagem de capim-elefante nos níveis estudados neste trabalho não altera o consumo de matéria seca (CMS) e melhora o coeficiente de digestibilidade aparente (CAMS) das silagens com inclusão do FUGM em relação à silagem de capim-elefante

Referências Bibliográficas

COMPÊNDIO Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: SINDIRACÕES rações, 2009.

FERREIRA D.J., Lana R.P., ZANINE A.M., SANTOS E.M., MANTOVANI H.C., SOUZA A.L. Intake and apparent digestibility in sheep fed elephant grass silage inoculated with *Streptococcus bovis*. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.** 2012;64:397–402

KEARL, L.C. Nutrients requirements of ruminants in developing country. International Feedstuffs Institute, **Utah Agricultural Experiment Station**, Utah State University, Logan. 271p. 1982.

MACEDO JUNIOR, G. L. Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo, digestibilidade aparente e no comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês. 2004. 142 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

MAYNARD, L.A.; LOOSLI, B.S.; HINTZ, H.F. et al. **Nutrição animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.

MIZUBUTI, I.Y., E.L.A. RIBEIRO, M.A. ROCHA, L.D.F. SILVA, A.P. PINTO, W.C. FERNANDES W. C., Rolim M.A. Consumo e digestibilidade aparentes das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e Girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 31: 267- 272. 2002.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; NUSSIO, L.G.; GENTIL, R.S.; FERREIRA, E.M.; BIEHL, M.V.; RIBEIRO, M.F. Desempenho, características da carcaça, digestibilidade aparente dos nutrientes, metabolismo de nitrogênio e parâmetros ruminais de cordeiros alimentados com rações contendo polpa cítrica úmida semidespectinada e/ou polpa cítrica desidratada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2252-2261, 2011.

RIBEIRO, M. Y. H. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da silagem de capim elefante (*pennisetum purpureum schum.*) em diferentes idades de corte, em ovinos. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2011.

SCHROEDER, J. W.; **Corn gluten feed: composition, storage, handling, feeding and value**, North Dakota State University, 2010. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1127.pdf>>. Acesso em: 23 agosto. 2012.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. Fundamentos de nutrição dos Ruminantes. Piracicaba: **Livroceres**, 1979.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C.J.; O CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v.70, p.3562-3577, 1992.

VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.106-114, 2000.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Constock, 1994. 476p.

TRENKLE, A. H., BERGER, L. L., PERRY, T.W., BRANDT, R. J., RUST, S. R., LARSON, B., WILLIAMS, J. E., STOCK, R. A., WEISS, W. P., LOERCH, S. C., PRITCHARD, R. H., SCHAEFER, D. M., EISEMANN, J. H., RICHARDS, C. R. & TOPEL, D.G. Corn gluten feed in beef cattle diets. **Circular** n. 129. 1989.

ANEXOS

Normas para publicação na Revista Veterinária e Zootecnia (UNESP). (Capítulo 1)

Diretrizes para Autores

- **Artigos Científicos**

Devem ser estruturados de acordo com os seguintes itens:

1. Página de rosto, com:

Título do trabalho em português, em inglês e em espanhol, fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento simples, em negrito e centralizado, em letra maiúscula. Quando necessário, indicar a entidade financiadora da pesquisa, como primeira chamada de rodapé;

Em caso de envolvimento de seres humanos ou animais de experimentação, encaminhar o parecer da Comissão de Ética ou equivalente, assinalando, no trabalho, antes das referências, a data de aprovação.

2. Página com resumo, abstract e resumen

Tanto o resumo, como o abstract e o resumen devem ser seguidos do título do trabalho, no respectivo idioma, e conter no máximo 400 palavras cada um, com informações referentes à introdução, metodologia, resultados e conclusões. O texto deve ser justificado e digitado em parágrafo único e espaço simples, começando por RESUMO. O abstract, e o resumen devem ser tradução fiel do resumo. Independente da língua em que o artigo for apresentado, deverá conter o resumo em português, inglês e espanhol.

Devem conter, no máximo, cinco palavras-chave, keywords, e palavras clave que identifiquem o conteúdo do texto.

3. A estrutura do artigo deverá conter:

Introdução: Deve ser clara, objetiva e relacionada ao problema investigado e à literatura pertinente, bem como aos objetivos da pesquisa. A introdução estabelece os objetivos do trabalho.

Material e Métodos: Deve oferecer informações de reproduzibilidade da pesquisa, de forma clara e concisa, como variáveis, população, amostra, equipamentos e métodos utilizados, inclusive os estatísticos.

Resultados: Apresentação dos resultados obtidos, que devem ser descritos sem interpretações e comparações. Poderá ser sob a **forma de tabelas**, no máximo de cinco, ordenadas em algarismos arábicos e encabeçadas pelo título, de acordo com as normas de apresentação tabular da ABNT/WBR 6023/2000 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, identificadas no texto como Tabela; sob a **forma de figuras**, nos casos de gráficos, fotografias, desenhos, mapas, etc., ordenadas em algarismos arábicos, até no máximo de seis, e citadas no texto como Figura.

Discussão: Deve ser entendida como a interpretação dos resultados, confrontando com a literatura pertinente, apresentada na introdução. Se julgar conveniente, os resultados e a

discussão poderão ser apresentados conjuntamente.

Conclusões: É a síntese final, fundamentada nos resultados e na discussão.

Referências: Devem ser apresentadas de acordo com as normas Vancouver (<http://www.icmje.org/>).

Deverão ser editorados em Microsoft Word for Windows, para edição de textos, Excel (qualquer versão) para gráficos, formato JPEG ou GIF (imagem) para fotografias, desenhos e mapas, formato A4 (21,0 x 29,7 cm), em espaço simples, mantendo margens de 2,5 cm, nas laterais, no topo e pé de cada página, fonte Times New Roman, tamanho 12 e numeração consecutiva das páginas em algarismos arábicos, a partir da folha de identificação. Deverão também apresentar numeração nas linhas, reiniciando a contagem a cada nova página. Ilustrações e legendas devem ser apresentadas no decorrer do texto. Não serão fornecidas separatas. Os artigos estarão disponíveis no formato PDF no endereço eletrônico da revista. Para as demais seções da revista são válidas as normas anteriores. Não devem exceder a 15 páginas. Abreviaturas não usuais devem ser empregadas após escritas por extenso na primeira utilização.

Referências e Citações

As referências devem ser numeradas consecutivamente e listadas na ordem em que são mencionadas no texto. As referências devem ser identificadas no texto, nas tabelas e legendas com números arábicos, entre parênteses, seguindo a mesma sequência. Os títulos das revistas devem ser abreviados de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus* disponível em: <http://www.nlm.nih.gov>.

Exemplos

Citações

O material deve ser mantido em compressas embebidas em solução fisiológica para evitar o ressecamento (5).

Aulisa(1) administrou heparina, por via intramuscular, em cobaias. Udupa & Prasad (9) utilizaram osteoclásia manual do úmero sem imobilização. Herbsman et al. (7) realizaram osteoclásia manual no fêmur e não imobilizaram. O rato apresenta níveis mais elevados de heparina que o homem (35,42,51). O mesmo autor obteve resultados semelhantes, mesmo com metodologias diferentes (22-26).

Referências

Indique somente até seis autores. Em caso de mais autores, usar et al. após o sexto autor.

1. Artigo de revista

Andrade SF, Sakate M. Intoxicação por amitraz: revisão. *Vet Not.* 2004;10:1-15.

Modolo JR, Stachissini AVM, Gennari SM, Dubey JP, Langoni H, Padovani CV, et al. Freqüência de anticorpos anti-Neospora caninum em soros de caprinos do estado de São Paulo e sua relação com o manejo dos animais. *Pesq Vet Bras.* 2008;28:597-9.

2. Organização como autor

Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis.* 12nd ed. Washington; 1975.

Universidade Federal de Viçosa. SAEG: sistema de análises estatísticas e genéticas: manual do usuário: versão 7.1. Viçosa; 1997.

3. Livro

Modolo JR, Stachissini AVM, Castro RS, Ravazzolo AP. *Planejamento de saúde para o controle da artrite-encefalite caprina.* São Paulo: Cultura Acadêmica; 2003.

4. Capítulo de livro

Corrêa MC, Corrêa CNM. Estafilococias em geral. In: Corrêa MC, Corrêa CNM. *Enfermidades infecciosas dos mamíferos domésticos.* 2^a ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1992. p.91-103.

Mendes AA, Saldanha ESPB. A cadeia produtiva da carne de aves no Brasil. In: Mendes AA, Naas IA, Macari M. *Produção de frangos de corte.* Campinas: FACTA, 2004. p.1-22

5. Artigos apresentados em congressos, reuniões, seminários etc

Malhado CHM, Piccinin A, Gimenez JN, Ramos AA, Gonçalves HC. Modelos polinomiais para descrever a curva de postura de codornas. In: *Anais do 3º Congresso Nordestino de Produção Animal;* 2004, Campina Grande. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba; 2004. p.1-3

6. Teses, dissertações e outros trabalhos acadêmicos

Mortari AC. Avaliação da técnica de transposição do músculo semitendinoso para reparo do diafragma pélvico: estudo experimental em cães [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista; 2004.

7. Publicações disponíveis na Internet

Vasconcelos JLM. Endometrite subclínica em vacas leiteiras. Campinas; 20

Normas para publicação na revista Tropical Animal Research and production (Capítulo 4)

Instructions for Authors

Close

Types of articles

Manuscripts should be presented preferably in Times New Roman font, double spaced, using A4 paper size. Line numbers will be inserted when the pdf is generated.

Regular Articles: Articles should be as concise as possible and should not normally exceed approximately 4000 words or about 8 pages of the Journal including illustrations and tables. Articles should be structured into the following sections;

- (a) Abstract of approximately 150-250 words giving a synopsis of the findings presented and the conclusions reached
- (b) Introduction stating purpose of the work
- (c) Materials and Methods
- (d) Results
- (e) Discussion
- (f) Acknowledgements
- (g) References

Short Communications: Short communications should not normally exceed approximately 2000 words or about 4 pages of the Journal, including illustrations, tables and references. An abstract of 150-250 words should be included and a minimum number of sub-headings may be included if it adds clarity to the article.

Reviews: Review articles will be welcomed. However, authors considering the submission of review articles are advised to consult the editor in advance.

Correspondence: Letters on topics relevant to the aims of the Journal will be considered for publication by the Editor who may modify them.

It is the authors responsibility to ensure that submitted manuscripts comply with journal format as indicated in the current instructions to authors and example articles.

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.