

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
PROGRAMA DE PÓS GRADUÇÃO DA ZOOTECNIA

ITALO MATOS BIONDINI

PARÂMETROS DA DEGRADAÇÃO RUMINAL DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE
ADICIONADA DE COPRODUTOS FRUTÍCOLAS

DIAMANTINA – MG
2018

ITALO MATOS BIONDINI

PARÂMETROS DA DEGRADAÇÃO RUMINAL DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE
ADICIONADA DE COPRODUTOS FRUTÍCOLAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

Orientador: Prof. Gustavo Henrique de Frias Castro

DIAMANTINA – MG
2018

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B615p

Biondini, Italo Matos

Parâmetros da degradação ruminal da silagem de Capim-Elefante adicionada de coprodutos frutícolas / Italo Matos Biondini, 2018.

34 p. : il.

Orientador: Gustavo Henrique de Frias Castro

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia)

- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

1. Aditivos de gradabilidade *in situ*. 2. *Pennisetum purpureum Schum.*
3. Resíduos agroindustriais. I. Castro, Gustavo Henrique de Frias. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 636.2085

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Nádia Santos Barbosa – CRB6/3468.

ITALO MATOS BIONDINI

**PARÂMETROS DA DEGRADAÇÃO RUMINAL DA SILAGEM DE CAPIM-
ELEFANTE ADICIONADA DE COPRODUTOS FRUTÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM ZOOTECNIA, nível
de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MESTRE EM ZOOTECNIA

Orientador (a): Prof. Dr. Gustavo
Henrique De Frias Castro

Data da aprovação : 14/12/2018



Prof.Dr. GUSTAVO HENRIQUE DE FRIAS CASTRO - UFVJM



Prof.Dr. LUCAS LIMA VERARDO - UFVJM



Prof.Dr. SEVERINO DELMAR JUNQUEIRA VILLELA - UFVJM



Prof.Dr. MARIO HENRIQUE FRANÇA MOURTHÉ - UFMG

DIAMANTINA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dar forças e me guiar por este caminho tão difícil!

À minha mãe, que esteja onde estiver, essas vitórias sempre serão em sua homenagem!

Ao meu pai que sempre me apoiou, me deu forças e ensinamentos para conseguir chegar ao meu objetivo!

Ao meu guri “Kaicão”, que sempre me alegrou nas horas mais difíceis, me dando esperanças para seguir em frente!

A minha amada esposa que sempre ficou ao meu lado, sempre companheira me dando forças para chegar aos meus objetivos! Te amo!

Ao meu orientador Gustavo Henrique Frias Castro, pela confiança, ensinamentos e pela paciência de me orientar.

Aos membros da banca, pela disponibilidade em me ajudar e compreender esse fase tão corrida.

Aos meus amigos de UFVJM que sempre me ajudaram, apoiaram em todos os momentos! Em especial a Rafaela, Josiane e o Gabriel que estiveram trabalhando firmes nesse trabalho junto a mim!

A todos que de alguma forma me ajudaram nesses momentos.

À UFVJM, e a todos os professores, técnicos e colaboradores pelos ensinamentos, e por me formarem um profissional mais capacitado.

Agradeço a CAPES, FAPEMIG e ao CNPq, por me conceder apoio financeiro e a bolsa de estudos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a degradabilidade e cinética de fermentação ruminal das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*), adicionadas de diferentes níveis (0%, 12,5%, 25%, 37,5% e 50,0%) dos coprodutos da goiaba, abacaxi e morango. Utilizou-se nesse experimento um bovino macho fistulado no rúmen onde foram incubadas as amostras das silagens de capim-elefante com a inclusão dos coprodutos das frutas nos tempos 0, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Os resíduos da incubação ruminal, bem como o material original incubado foram submetidos a análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). Os dados oriundos do ensaio de digestibilidade foram utilizados para ajustar o modelo não linear e os parâmetros foram submetidos à análise de variância segundo um delineamento inteiramente casualizado. De acordo com o comportamento das equações de regressão para os itens avaliados observou-se aumento da fração não degradável da MS e FDN, com a inclusão do coproduto da goiaba. O coproduto do abacaxi aumentou a degradabilidade da fração MS e FDN. O morango não apresentou aumento na degradação da MS da silagem de capim-elefante. A inclusão do coproduto da goiaba na silagem de capim-elefante ensilado com 150 dias apresenta um decréscimo da degradação ruminal da silagem de capim-elefante, já o coproduto do abacaxi apresenta melhora na fração degradável da silagem e o coproduto do morango não altera o aproveitamento da silagem de capim-elefante pelo ruminante.

Palavras-chave: Aditivos de gradabilidade *in situ*, *Pennisetum purpureum Schum*, Resíduos agroindustriais

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the degradability and kinetics of ruminal fermentation of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum) silages, added at different levels (0%, 12.5%, 25%, 37.5% and 50.0%) of co-products of guava, pineapple and strawberry. Bovine, male, rumen fistulated was used in the experiment where samples of elephantgrass silage with inclusion of fruit co-products were incubated on rumen at times 0, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. Ruminal incubation residues as well as the original incubated material were submitted to analysis of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent insoluble fiber (NDF), acid detergent insoluble fiber (FDA). Data from the digestibility assay were used to adjust the non-linear model and the parameters were submitted to analysis of variance according to a completely randomized design. According to the behavior of the regression equations for the items evaluated, an increase in the non-degradable fraction of DM and NDF was observed, with inclusion of the guava co-product. The pineapple co-product increased the degradability of the MS and NDF fraction. The strawberry did not show an increase in DM degradation of elephantgrass silage. The inclusion of the guava co-product in the silage of elephantgrass ensiled with 150 days shows a decrease in ruminal degradation of elephantgrass silage, since the co-product of the pineapple presents improvement in the degradable fraction of the silage and the strawberry co-product does not alter the utilization of elephant grass silage by the ruminant.

Keywords: In situ degradability additives, *Pennisetum purpureum* Schum, Agroindustrial wastes

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1. SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE	8
2.2. COPRODUTOS FRUTICOLAS	10
2.3. DEGRADABILIDADE <i>IN SITU</i>	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5. CONCLUSÃO	28
6. REFÊRENCIAS BIBLIOGRAFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

As pastagens constituem a principal fonte alimentar para ruminantes sendo que, na maioria das vezes, representam o único alimento da dieta em muitos sistemas de produção. Quando bem manejadas, podem apresentar alto potencial para a produção animal e para o retorno econômico dos sistemas produtivos, já que apresentam menor custo que os alimentos concentrados. . Dentre as alternativas no manejo de pastagens, a ensilagem pode ser uma boa opção.

A utilização de silagens de gramíneas tem se tornado muito frequente na alimentação de animais ruminantes no Brasil. Esta tem como estratégia a utilização do excedente da produção forrageira do período chuvoso do ano para suprir a necessidade alimentar dos animais evitando a escassez do período seco. Entre as gramíneas cultivadas o capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) é, muito utilizado para formação de capineiras, e vem se destacando como forrageira para ensilagem.

O uso do capim-elefante é indicado, principalmente, devido sua produção de matéria. No entanto, quando o capim-elefante atinge o ápice do seu valor nutritivo, também apresenta alto teor de umidade, baixo teor de carboidratos solúveis e alto poder tampão, fatores que influenciam negativamente o processo fermentativo da silagem, pois impede o rápido decréscimo do pH, favorecendo a ocorrência de fermentações indesejáveis e, conseqüentemente, prejudicando a qualidade do produto preservado.

Para tentar minimizar esses fatores negativos, o capim-elefante pode ser associado a coprodutos agroindustriais, entre eles o da cadeia da fruticultura, na tentativa de favorecer o processo fermentativo. A utilização dos coprodutos da fruticultura também está ligada aos princípios da conservação do meio ambiente, visto que as agroindústrias têm grandes dificuldades em escoar estes coprodutos, o que os torna responsáveis, em parte, pela poluição ambiental.

Contudo, numa avaliação do valor nutritivo dos alimentos para ruminantes, somente a determinação da composição química não é suficiente. Esta deve ser associada também com a degradabilidade ruminal.

A avaliação da degradação pela microbiota ruminal, consiste na melhor forma de determinar o potencial da utilização de um alimento com base na interação da sua composição bromatológica com a fisiologia digestiva do animal. A determinação da degradabilidade

ruminal pode ser realizada pela técnica *in situ*. Esta técnica permite uma avaliação rápida e simples da degradação do material contido nos sacos incubados no rúmen em função do tempo. A técnica *in situ* possui um alto coeficiente de correlação com a técnica *in vivo*, com execução mais rápida e menos trabalhosa que a *in vivo*.

Objetivou-se com este trabalho avaliar a degradabilidade e cinética de fermentação ruminal das silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*), adicionadas de diferentes níveis de coprodutos de abacaxi, goiaba e morango oriundos da indústria de extração de polpa de frutas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE

Segundo Rodrigues *et al.* (2001), o capim-elefante é originário do continente Africano, mais especificamente da África tropical. Foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba (LIMA *et al.*, 2010). Esta é umas das gramíneas mais importantes no Brasil, com boa versatilidade nas formas de sua utilização para alimentação de ruminantes e podendo alcançar ótimos resultados quando bem manejadas (ANDRADE *et al.* 2000).

O capim-elefante é uma planta com elevada exigência nutricional, devendo-se fazer a análise de solo e as devidas correções, de maneira que pode chegar a produzir 80 toneladas de matéria natural por hectares no primeiro corte que deve ser realizado entre os 60 e 90 dias de idade (EVANGELISTA; LIMA, 2002).

O capim-elefante se destaca entre as espécies tropicais de capim mais utilizadas para a produção de silagem, devido à sua elevada produtividade por área e composição bromatológica (FERREIRA *et al.* 2010).

O aproveitamento do capim-elefante na produção de silagem é estratégico, devido à sua produção sazonal nas regiões tropicais. Faria *et al.*, (1996) relataram que cerca de 80% do total de forragem produzida ocorre no período das chuvas e, conseqüentemente acarreta na escassez deste alimento no período da seca.

A ensilagem é uma técnica de conservação de forragem bem difundida, que permite conservar o excesso de sua produção no período das águas, desde que feita de maneira correta, com uma adequada compactação e vedação do silo. Desta forma, expulsa os gases presentes no silo ocorrendo a produção de ácido láctico suficiente para inibir o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela deterioração da silagem (FILHO *et al.* 2011).

A atividade dentro do silo, obrigatoriamente deve ser favorável à conservação da forragem e, para isso, a fermentação deve ser capaz de proporcionar rápida diminuição do pH do material ensilado (McDONALD *et al.* 1991).

Após o corte da forragem ocorrerá perda de carboidratos solúveis e oxidação de açúcares, devido à respiração celular, atividade de enzimas oxidativas e microrganismos aeróbicos (RUGGIERI *et al.* 2008). Quando ocorre a perda de carboidratos, a relação entre carboidratos solúveis e poder tampão tende a diminuir e para que não favoreça fermentações

indesejáveis, a planta deverá conter maior teor de matéria seca, o que pode ser uma limitação do capim-elefante na época ideal de corte (50 a 60 dias) (PAZIANI *et al.* 2004).

A análise bromatológica do capim elefante indica a existência de algumas limitações quanto a sua utilização para a produção de silagem. De modo geral, o capim-elefante está entre as gramíneas que apresentam maior teor de carboidratos solúveis, variando de 9 a 16% na matéria seca (MS), podendo ser suficiente para garantir razoável fermentação láctica. Entretanto, quando a forragem possui potencial para ser ensilada, com relação ao nível de carboidratos solúveis, o teor de umidade é elevado, o que favorece a fermentação butirica e a produção de efluentes (FILHO *et al.* 2011).

Monteiro *et al.* (2011); Andrade *et al.* (2012); Cysne *et al.* (2004); Valadares Filho *et al.* (2006) avaliaram o capim-elefante na confecção de silagem cortado entre 31 a 80 dias e observaram valores de matéria seca variando de 15 a 22,27 %, valores de MS fora do ideal (28 a 34%) para confecção de silagem (MCCULLOUGH *et al.* 1997).

O teor de MS um dos fatores primordiais limitantes na conservação da silagem de capim-elefante, pois na idade ideal de corte (60 dias), apresenta altos teores de água (75 a 80 % ou mais), o que irá contribuir para o aumento dos níveis de ácido butírico, bases voláteis e amônia, diminuindo o consumo voluntário da silagem (SILVEIRA *et al.*, 1980).

Contudo a medida que aumenta os dias da idade de corte do capim-elefante, o mesmo aumenta seu teor de MS podendo atingir próximo do ideal (30%) para confecção de silagem. Teixeira *et al.* (2013) ao avaliarem o capim- elefante com idades de corte de 56, 84 e 112 dias, encontraram valores de MS 17,08, 22,44 e 25,20%, respectivamente. Já Silva *et al.* (2007), encontraram teores de MS de 9,20; 9,71; 13,46; 15,51 e 17,51% para o capim-elefante cultivar Cameron com 33, 48, 63, 78 e 93 dias de crescimento, respectivamente.

Ao contrário da MS, os carboidratos solúveis tendem a diminuir à medida que a idade de corte fica maior (Rosa *et al.*, 1997). Faria (1971), avaliando o capim-elefante com cortes realizados aos 51, 86 e 121 dias de crescimento, encontrou valores de carboidratos solúveis 14,13; 12,05 e 8,97%, respectivamente.

Guim *et al.* (2002) encontraram valores para o teor de MS e carboidratos solúveis de 26 e 5,53 %, respectivamente, para o capim-elefante cortado aos 96 dias de crescimento. Tosi *et al.* (1995) avaliaram o capim-elefante cortado aos 72 dias de crescimento e obtiveram teores de MS e carboidratos solúveis de 14,1 e 7,1% respectivamente.

Devido às características do capim-elefante relatadas na literatura, quando este atinge o teor de matéria seca acima de 35%, há necessidade da inclusão de aditivos, para que se obtenha uma boa fermentação do material ensilado. Tais aditivos necessitam apresentar bons teores de carboidratos solúveis e baixo poder tampão, tais como coprodutos frutícolas.

2.2. COPRODUTOS FRUTICOLAS

A utilização de coprodutos provenientes da agroindústria frutícola é uma alternativa de aditivos para melhorar a qualidade nutricional das silagens de capim-elefante, tendo como vantagem o baixo custo de aquisição deste material (VALENÇA, 2016).

Segundo o IBGE (2018), a estimativa de produção frutícola nacional é de 44 milhões de toneladas ao longo do ano. Schneider *et al.* (2012), observaram que a geração de resíduo agroindustrial, proveniente das principais culturas frutícolas brasileiras, é de mais de 29 milhões de toneladas, sendo que esses resíduos muitas vezes não são aproveitados e podem representar perda de biomassa e de nutrientes.

Segundo Ferreira *et al.* (2004), cerca de 77,5% da produção do abacaxi constitui-se das cascas, folhas, caules, coroas e dos frutos descartados. De acordo com Arraes (2000), a goiaba apresenta rendimento de coprodutos de 25%.

As possibilidades da utilização dos coprodutos frutícolas tendem a melhorar devido a diminuição da sazonalidade, consequência do crescimento da fruticultura irrigada, no qual fornecerá maior quantidade de produtos (frutas) para as agroindústrias, e, conseqüentemente, maior produção de coprodutos (ROGÉRIO *et al.* 2003).

Os coprodutos frutícolas podem ser importantes na alimentação de animais ruminantes, principalmente em situações de baixa disponibilidade de forragem. Segundo Silva (2013), os coprodutos frutícolas vêm se destacando como alternativa na alimentação animal devido a sua alta disponibilidade e por suas características químico-bromatológicas.

No entanto, apesar de alguns coprodutos apresentarem potencial para utilização na alimentação animal, deve-se considerar que o valor nutritivo destes coprodutos é dependente dos processos de beneficiamento das indústrias, qualidade dos frutos, diferenças na constituição dos coprodutos (AZEVEDO, 2011). Ferreira *et al.* (2007) observaram que a adição do coproduto do abacaxi desidratado (0; 3,5; 7; 10,5; e 14%) na confecção de silos de capim-elefante com 70 dias de idade, melhorou o processo fermentativo da silagem de capim-elefante, além de reduzir os componentes da parede celular e elevar os teores de MS e proteína bruta (PB) das silagens.

Estudando a composição químico-bromatológica da silagem de capim elefante adicionado com casca desidratada de maracujá nas proporções 10, 20 e 30 % com base na matéria natural do capim elefante, Cruz (2009) concluiu que a inclusão deste coproduto melhorou o valor nutritivo, aumentou os teores de MS e PB e proporcionaram melhor fermentação, coeficiente de digestibilidade da PB, ganho de peso médio, consumo de nutrientes, bem como a conversão alimentar.

Pompeu *et al.* (2006) analisaram a silagem de capim-elefante com inclusão de coprodutos de abacaxi nos níveis de adição (0; 5; 10; 15 e 20%) e verificaram que a adição de 20 % do coproduto do abacaxi, na matéria natural do capim-elefante, proporcionou aumento na MS das silagens, reduziu os teores de FDN e FDA das silagens e melhorou assim a qualidade das silagens no aspecto nutricional.

Ferreira *et al.* (2009) avaliaram a adição do coproduto do abacaxi desidratado em diferentes níveis de inclusão (0; 3,5; 7; 10,5; e 14%) na confecção de silos de capim-elefante com 70 dias de idade. Os autores concluíram que a adição dos coprodutos de abacaxi até 14 % da matéria natural da forragem melhorou o valor nutritivo da silagem de capim-elefante, pois reduziu os teores de FDN e FDA, o que pode ser importante para elevar a digestibilidade dos nutrientes nas silagens.

Lousada *et al.* (2005) ao analisarem a utilização do coproduto da extração de suco e polpa da goiaba composto por sementes e polpa macerada, com teor de umidade de 13 a 16% na alimentação de ruminantes, observaram baixa digestibilidade dos nutrientes, podendo ser explicado devido seu alto teor de tanino presente nas sementes.

A escassez de dados, direcionado a utilização de coprodutos da indústria frutícola na alimentação de ruminantes, têm representados perdas econômicas no que diz respeito a perda de material de reconhecido valor nutritivo (ROGÉRIO, 2004).

Desta forma, a utilização de técnicas de avaliação de degradabilidade (*in situ*, *in vivo* e *in vitro*) podem ser eficazes na produção de resultados que irão ajudar na identificação de potenciais coprodutos para a utilização na nutrição de ruminantes.

2.3. DEGRADABILIDADE *IN SITU*

Desta forma tem-se aumentado a busca de metodologias para avaliações específicas da utilização dos nutrientes da dieta pelos animais, como, também a disponibilidade dos nutrientes para os microrganismos ruminais e a sua eficiência de utilização na fermentação, de maneira a

explicar o desempenho animal (GORDIN, 2011). Segundo Moraes *et al.* (2015) por meio da técnica *in situ* é possível aferir parâmetros incluídos na cinética da degradação ruminal de um alimento e de suas frações nutricionais.

A técnica de degradabilidade *in situ* tem sido utilizada para avaliar a qualidade dos alimentos, através de variações da metodologia de Mehrez; Orskov (1977). Este método oferece condições ótimas de temperatura, pH, tamponamento, substratos e enzimas para a melhor degradação dos alimentos e conseqüentemente maior confiabilidade nos resultados obtidos (ASSIS *et al.* 1999), além de ser preciso, simples e rápido (MORAES *et al.*, 2015). Seus benefícios devem-se ao contato do alimento avaliado com o ambiente ruminal, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem (NOCEK, 1988).

A degradabilidade ruminal *in situ* fundamenta-se na adição de uma pequena quantidade de amostra a ser estudada em saco poroso não degradado (nylon ou TNT), e sua subsequente incubação (ou inserção) no conteúdo ruminal dos animais fistulados no rúmen. Esse material fica armazenado no rúmen por um determinado período de tempo, o que proporciona o contato direto do alimento a ser analisado com o ambiente ruminal (GORDIN, 2011). Os sacos são removidos em tempos definidos para se observar o desaparecimento do seu conteúdo e para posterior análises químicas (MEHREZ; ORSKOV; 1977; GIVENS, 1995).

O tempo de incubação ruminal é uma das variáveis de maior importância sobre a representatividade dos resíduos indigestíveis em procedimentos de incubação *in situ*. Na literatura ainda não se consegue obter um consenso sobre o tempo fixo de incubação que permita representar melhor a fração indigestível das amostras. Encontra-se vários tempos como: 96 horas (Ruiz *et al.*, 2001), 144 horas (Freitas *et al.*, 2002), 192 (Zeoula *et al.* 2002), 240 horas (Clipes *et al.* 2006) e 288 horas (Huntanen *et al.* 1994).

Sampaio (1994) sugeriu, para o estudo da degradação das forrageiras, o intervalo de seis a 96 horas e que três ou quatro tempos de incubação estimariam a equação da degradabilidade com a mesma eficiência que sete ou mais tempos.

As curvas de desaparecimento de cada fração dos alimentos retratam a cinética de degradação ruminal. Dessa maneira, a descrição da taxa e da extensão da digestão é importante para explicar as relações existentes entre a ingestão, a digestão e o desempenho de ruminantes (ORSKOV, 1982).

Segundo Mertens (1993), essa metodologia fornece informações precisas sobre a extensão e a taxa de degradação dos nutrientes e permite o estudo da cinética da digestão, sendo esta utilizada pelo Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1992) e pelo National Research Council (NRC, 2001) como metodologia padrão para caracterização da degradabilidade ruminal da fração proteica.

A técnica de degradabilidade *in situ* visa quantificar três frações dos nutrientes quanto a sua disponibilidade ruminal: 1) solúvel, 2) degradável, 3) não degradável, e também determinar a taxa de degradação da fração degradável (VAN SOEST, 1994).

Segundo Mertens (1993), a mensuração quantitativa desses parâmetros depende do ajuste de alguns modelos para descrição de processos biológicos reais da digestão, como a adaptação de alguns métodos, delineamentos experimentais, acurácia para a coleta de dados e estimativa dos parâmetros resultantes da cinética ruminal.

Quando a técnica *in situ* passou a ser utilizada para estimar a degradação de volumosos, observou-se a necessidade de reavaliar o modelo, através da introdução de uma fase 'lag', durante a qual não ocorre nenhum desaparecimento líquido da amostra (ORSKOV 2000). Segundo Senger (2005), o 'lag' é o tempo que os microrganismos necessitam para aderir ao substrato, sendo variável de acordo com as características bromatológicas do alimento.

O modelo amplamente utilizado para estimar a cinética de degradação dos alimentos é o descrito por Orskov e McDonald (1979). Para Van Mligen *et al.* (1991) a expressão matemática citada Orskov e McDonald (1979) não apresenta processos que podem ocorrer no período de hidratação (*lag time*). Período este que pode ocorrer processos que afetam a degradação dos alimentos, como hidratação da partícula, colonização da mesma, podendo resultar em uma lenta degradação do alimento. Dhanoa (1988) modificou o modelo proposto por Orskov e McDonald (1979) incluindo o tempo de colonização dos alimentos, melhorando a acurácia da estimativa da taxa de degradação para volumosos. Stensig, Weisbjerg e Hvelplund (1994) alertaram que, se o tempo de colonização não for considerado no modelo, a assíntota tende a ser superestimada e a taxa de degradação, subestimada.

Segundo Simone (2013) na estimativa da degradabilidade, além das duas frações (solúvel e insolúvel), torna-se necessário levar em conta também o percurso do alimento pelo trato gastrintestinal (taxa de passagem), com isso determina-se a degradabilidade efetiva (DE) do alimento. A mensuração da degradabilidade no rúmen, sem considerar a taxa de passagem, pode superestimar a extensão da degradação, já que as partículas dos alimentos estão sujeitas à

passagem para o compartimento seguinte, antes de serem completamente degradadas (CARVALHO *et al.* 2006).

O conhecimento de como ocorre a degradação dos alimentos no ambiente ruminal é de extrema importância em estudos de avaliação de alimentos para ruminantes, (MERMA, 2016). Então a utilização da técnica de degradabilidade *in situ* juntamente com os dados de composição bromatológica da forrageira fornece resultados no qual poderemos utiliza-los para orientar a utilização dos alimentos de forma mais eficiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), situada no município de Diamantina, Minas Gerais, sendo o ensaio com animais executado na Fazenda Experimental do Moura pertencente a UFVJM situada no município de Curvelo, Minas Gerais. O presente trabalho foi protocolado e autorizado pela CEUA UFVJM, (029/2015).

Os silos experimentais foram confeccionados com capim-elefante, proveniente de uma capineira pré-estabelecida, na Fazenda Experimental do Moura, pertencente a UFVJM, localizada em Curvelo Minas Gerais.. O capim foi colhido manualmente, aos 150 dias de crescimento e no momento da ensilagem foram adicionados os coprodutos da goiaba, do

morango e do abacaxi nas proporções de 0, 12,5, 25,0, 37,5 e 50,0% da matéria natural (Bonfá, 2014). A composição química do capim-elefante e coprodutos utilizados, bem como das silagens estão demonstradas, respectivamente, nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do morango, da massa do abacaxi, da goiaba e do capim-elefante

	MS	PB	FDN	NIDN	FDA	NIDA	CEL
Capim-elefante	45,03	3,27	71,25	0,08	39,82	0,05	34,27
Goiaba	42,03	8,92	73,11	0,14	50,59	0,12	16,87
Massa de Abacaxi	21,86	5,74	35,87	0,09	14,55	0,05	3,60
Morango	22,26	15,46	49,49	0,30	35,54	0,17	14,69

MS= Matéria Seca (g/kg); PB= Proteína Bruta (g/kg); FDN= Fibra Insolúvel em detergente Neutro (g/kg); FDA= Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (g/kg); NIDN= Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (g/kg); NIDA= Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (g/kg); CEL= Celulose. Bonfá (2014).

Tabela 2. Composição bromatológica das silagens de capim-elefante com níveis de inserção dos coprodutos

Amostra	Nível de inclusão (%)	Itens						
		MS	PB	FDN	NIDN	FDA	NIDA	CEL
Goiaba	0	34,83	3,82	71,60	0,09	39,31	0,05	30,64
	12,5	31,44	4,19	72,34	0,15	42,24	0,09	27,92
	25	33,75	4,77	73,95	0,20	44,80	0,11	28,22
	37,5	34,56	5,76	72,31	0,21	43,68	0,10	27,73
	50	23,89	6,83	65,87	0,21	39,97	0,08	30,23
Massa de Abacaxi	0	34,45	3,89	71,27	0,09	39,91	0,05	30,84
	12,5	28,86	3,44	67,96	0,10	38,55	0,04	27,19
	25	28,30	4,11	72,43	0,11	40,64	0,06	30,81
	37,5	24,28	4,09	69,13	0,11	38,48	0,05	30,12
	50	21,63	4,85	68,86	0,12	38,42	0,05	30,39
Morango	0	35,02	4,19	71,58	0,09	40,04	0,05	30,73
	12,5	29,50	4,08	67,40	0,11	37,31	0,03	26,53
	25	26,77	4,57	70,03	0,13	40,56	0,03	33,19
	37,5	24,70	5,72	67,31	0,17	39,19	0,06	29,23
	50	23,89	6,83	65,87	0,21	39,97	0,08	30,23

MS= Matéria Seca (g/kg); PB= Proteína Bruta (g/kg); FDN= Fibra Insolúvel em detergente Neutro (g/kg); FDA= Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (g/kg); NIDN= Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (g/kg); NIDA= Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (g/kg); CEL= Celulose. Bonfá (2014).

Para a avaliação da degradabilidade *in situ* foi utilizado um bovino macho, adulto, castrado, fistulado no rúmen, com peso médio de 500 kg, pertencente a Fazenda Experimental do Moura (UFVJM), Curvelo - Minas Gerais. Este animal foi previamente vermifugado e submetido à avaliação clínica, sendo alojado em piquete individual, com livre acesso ao

comedouro, água e suplemento mineral. A dieta foi composta por silagem de milho e concentrado comercial com 21% de proteína bruta, dividido em duas refeições diárias, a primeira às 6:00 e a segunda às 18:00hrs.

A cânula ruminal foi inspecionada, diariamente, e quando necessário, os resíduos foram removidos com água para a prevenção da ocorrência de miíases. Os sacos utilizados no estudo foram confeccionados em náilon com poros de 50 micras (μm). Estes foram previamente lavados com água e seco a 65 C° por 24 horas, tendo os seus pesos registrados. Posteriormente foi adicionado a cada saco 5g de amostra previamente moída a 5mm.

Os sacos com as amostras foram lacrados com braçadeiras de plástico a um aro metálico, respeitando-se a relação de 18 mg por cm^2 . No momento da incubação no rúmen cada aro referente a um saco de náilon foi atado à uma presilha de contenção, sendo esta atada a uma corda de náilon, que era exteriorizada na cânula.

Os sacos de nylon foram incubados no rúmen 30 minutos antes da alimentação do bovino. A incubação foi realizada gradativamente de acordo com o tempo de incubação (0, 12, 24, 48, 72 e 96 horas) e retirados simultaneamente no final das 96 horas de incubação.

Após os sacos serem retirados do rúmen, estes eram imediatamente imersos em água fria por mais ou menos 10 minutos e, posteriormente, lavados, manualmente, em água corrente a temperatura ambiente até que a água residual que escorria do saco ficasse límpida. Após a lavagem, os sacos foram colocados em bandejas e levados ao freezer para serem congelados e transportados para o Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFVJM, Diamantina, Minas Gerais.

Após a chegada ao laboratório, os sacos foram descongelados e submetidos a secagem em estufa de 55 °C com ventilação forçada por 72 horas, transferidos para um dessecador durante 30 minutos e posteriormente pesados. O material restante nos sacos, de um mesmo nível de inclusão e período de incubação, foram moídos em moinho estacionário com peneira de 1 mm sendo transformados em uma amostra composta por tempo de incubação. Estes foram armazenados em recipientes plásticos e vedados para posteriores análises laboratoriais.

Nos resíduos de incubação ruminal, bem como no material original incubado de cada tratamento foram submetidas à análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), (Official..., 1980), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA (VAN SOEST *et al.* 1991).

O programa R (R Core Team, 2018) foi utilizado na modelagem e análise estatística dos dados adotando 5% como o nível de significância.

Os dados oriundos do ensaio de degradabilidade foram utilizados para ajustar o modelo não linear proposto por (DHANOA, 1988):

$$Y = a + b \left(1 - e^{-c(t-t_0)}\right),$$

onde Y é o desaparecimento do nutriente, a é a fração rapidamente degradável, b é a fração lentamente degradável, c é a taxa de degradação da fração lentamente degradável, t é o tempo e t_0 é o tempo de hidratação (*lag time*).

O método de máxima verossimilhança foi utilizado para estimar os parâmetros a, b, c e t_0 utilizando a função *mle2* do pacote *bbmle* (BOLKER; R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017). Para tal, foi especificado o otimizador *nlm* e o método de *box constraints* proposto por Byrd *et al.* (1995) com as restrições de 0 a 100, 0 a 100, 0,01 a 0,06 e 0 a 24 respectivamente para os parâmetros a, b, c e t_0 .

O potencial máximo de degradação foi estimado pelo somatório da fração rapidamente degradável e da fração lentamente degradável, c é a taxa de degradação da fração lentamente degradável. Em seguida, a fração não degradável foi estimada como sendo a diferença entre 100% e o potencial máximo de degradação.

A degradabilidade efetiva (DE) de cada componente nutricional foi calculado a partir do modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979):

$$P = a + \frac{b \times c}{c + k},$$

onde k é a taxa fracional de passagem, sendo consideradas para esse experimento as taxas de 0,02, 0,03 e 0,04.h⁻¹, correspondente respectivamente aos tempos de permanência no rúmen de 50, 33 e 25 horas.

Os parâmetros estimados foram submetidos a análise de variância por meio do teste F (ANOVA) segundo um delineamento inteiramente casualizado adotando o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij},$$

onde Y_{ij} é o valor observado para a variável resposta (a, b, c, t_0 , fração indigestível e degradabilidade efetiva) no i-ésimo tratamento e na j-ésima repetição, μ é a média geral, T_i é o

efeito do i -ésimo tratamento (inclusão dos coprodutos da goiaba, abacaxi e morango) na observação Y_{ij} e ϵ_{ij} é o erro residual associado à observação Y_{ij} .

As pressuposições de normalidade dos resíduos e a homogeneidade de variância entre os tratamentos foram avaliadas de forma gráfica e pelo uso de testes específicos. O teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965), por meio da função *shapiro.test* do pacote *stats*, foi utilizado para avaliar a normalidade do resíduo. A homoscedasticidade foi avaliada através do teste de Bartlett (BARTLETT, 1937) pela função *bartlett.test* do pacote *stats*.

A análise de regressão linear foi conduzida para variáveis onde o teste F foi significativo e as pressuposições foram atendidas. Os parâmetros foram estimados pelo método dos mínimos quadrados utilizando a função *lm* do pacote *stats*. Foram avaliados modelos lineares de primeiro e segundo grau, sendo escolhido o modelo mais parcimonioso com base na sua significância, maior coeficiente de determinação e menor erro padrão.

Em casos onde as pressuposições não foram atendidas, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (KRUSKAL; WALLIS, 1952) pela função *kruskal.test* do pacote *stats*. Constatado efeito significativo, esse foi seguido pela análise de regressão linear ponderada por meio da função *lm* do pacote *stats* empregando no argumento *weights* o inverso da variância como fator de ponderação. De forma similar, foram avaliados modelos lineares de primeiro e segundo grau, sendo escolhido o modelo mais parcimonioso com base na sua significância, maior coeficiente de determinação e menor erro padrão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão representados os resultados dos parâmetros a , b e c (%), lag time (h), fração indigestível (FI), (DE) ($K = 0,02; 0,03; 0,04$) das variáveis (MS) e (PB) das silagens adicionadas com coproduto da goiaba, morango e abacaxi com suas respectivas equações de regressão.

Verificou-se um comportamento linear ($P < 0,05$) dos parâmetros a , b (%), e DE ($K = 0,02; 0,03$ e $0,04$) para a degradabilidade da MS das silagens de capim-elefante com a inclusão do coproduto da goiaba. Os parâmetros c (%) e lag time não apresentaram comportamento significativo ($P > 0,05$).

As frações a e b para a degradabilidade da MS da silagem de capim elefante com inclusão do coproduto da goiaba diminuíram 0,14 e 0,24 pontos percentuais, respectivamente, a cada um 1 % de inclusão do coproduto da goiaba, e conseqüentemente ocorreu o aumento da FI de, 0,38 pontos percentuais a cada 1% de inclusão do coproduto da goiaba (Tabela 3). Já a

DE da MS da silagem de capim-elefante com coprodutos de goiaba observou-se que o aumento dos níveis de inclusão da goiaba na silagem de capim elefante influenciou negativamente nos valores da DE (Tabela 3).

Esse resultado pode ser atribuído à presença de sementes no coproduto da goiaba, as quais apresentam alta densidade específica, aumentando a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal e , reduzindo a degradabilidade dos nutrientes (AZEVEDO *et al.* 2011).

Segundo Tonani *et al.*, (2001), o desaparecimento da fração “a” caracteriza a solubilização dos açúcares e compostos nitrogenados solúveis, remanescentes da fermentação do silo. A diminuição da fração “a” da silagem de capim-elefante com o aumento da inclusão do coproduto da goiaba pode ser explicada pela menor proporção de carboidratos de rápida degradação presentes na goiaba em relação a silagem exclusiva de capim-elefante. Chizzotti *et al.* (2005), avaliando a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante verificaram valor de 29,3% da fração “a” sendo este superior ao presente trabalho, devido ao capim utilizado ser mais novo (70 dias) que o do presente trabalho.

Segundo Sampaio (1994), o parâmetro b indica quanto do potencial de degradação foi efetivamente devido à ação químico-biológica, ou seja é a porção do alimento que desaparece durante o tempo de exposição ruminal. O coproduto da goiaba reduziu os valores do item b, diminuindo a fração degradável da silagem de capim-elefante.

A análise de regressão demonstrou efeito significativo ($P < 0,05$) dos parâmetros b, c, lag time, FI, DE ($k = 0,02; 0,03; 0,04$) da variável MS da silagem de capim-elefante com inclusão do coproduto do abacaxi. A DE da MS da silagem de capim-elefante aumentou com a inclusão do coproduto do abacaxi ($P < 0,05$), no qual pode ser explicado pela menor concentração de fibras no abacaxi que, proporcionou efeito de diluição no teor da fibra da silagem (Tabela 3).

Ferreira *et al.* (2009) avaliaram a digestibilidade da MS da silagem de capim-elefante com adição de coprodutos do abacaxi nos níveis de 0; 3,5; 7; 10,5 e 14% da matéria natural, e encontraram os valores de 48,2; 53,2 52,9; 57,2 e 54,8% respectivamente, corroborá com as médias de DE da MS ($k = 0,02; 0,03; 0,04$) que variaram de 36,59 a 48,31%. A adição do coproduto do abacaxi na silagem de capim-elefante no item b proporcionou um comportamento quadrático ($P < 0,05$), onde obteve maior valor (57,82%) para a fração b no nível 25 % de inclusão, conseqüentemente no mesmo nível de inclusão deste coproduto encontramos o menor valor (15,15%) da fração indegradável da silagem de capim-elefante (Tabela 3).

O aumento na fração b das silagens com a adição do coproduto do abacaxi ocorre até a inclusão de 25%. Esta pode ter sido ocasionado pelo seu baixo valor de fibras e elevado teor de carboidratos não-fibrosos neste coproduto (ZANINE et al., 2010). Desta forma, a inclusão de até 25% deste coproduto na silagem de capim-elefante proporcionou maior disponibilidade de carboidratos não-fibrosos e fibrosos digestíveis, aumentando a fração b e diminuindo a fração indegradável.

A inclusão do coproduto do abacaxi proporcionou melhora na fração c da silagem de capim-elefante a partir do nível de inclusão do coproduto de 37,5 % (Tabela 3).

Segundo Rêgo *et al.* (2009), altos valores da fração “c” significam que o potencial máximo de degradação é alcançado em menor tempo. Conforme Sampaio (1994) os valores baixos da fração “c” encontrados no presente experimento indicam que os alimentos estudados são de baixa qualidade, no qual alimentos com taxas de degradação inferiores a 2% necessitam de longo tempo de permanência no rúmen para serem degradados.

1 Tabela 3. Parâmetros de degradabilidade e cinética ruminal da variável matéria seca e proteína bruta da silagem de capim elefante com inclusão dos coprodutos de goiaba,
 2 morango e abacaxi.
 3

Itens	MS										PB								
	Níveis de inclusão					Regressão	P-valor	R ²	Desvio Padrão	Níveis de inclusão					Regressão	P-valor	R ²	Desvio Padrão	
	0	12,5	25	37,5	50					0	12,5	25	37,5	50					
Goiaba	a	20,0	23,67	18,63	17,45	14,62	$\hat{Y} = 22,29 - 0,14 X$	0,01	0,28	3,75	26,4	29,72	22,68	35,07	23,47	$\hat{Y} = 27,55$	0,32	---	8,97
	b	39,37	35,11	33,57	29,00	27,43	$\hat{Y} = 38,89 - 0,24 X$	< 0,001	0,68	2,92	45,52	45,74	41,61	29,15	40,12	$\hat{Y} = 40,15$	0,18	---	10,66
	c	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	$\hat{Y} = 0,03$	0,42	---	0,013	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	$\hat{Y} = 0,02$	0,40	---	0,013
	Lag time	5,52	4,07	4,64	3,39	3,49	$\hat{Y} = 4,22$	0,56	---	1,95	2,02	0,89	0,42	3,38	3,13	$\hat{Y} = 1,96$	0,42	---	3,00
	FI	40,59	41,22	47,8	53,56	57,94	$\hat{Y} = 38,81 + 0,38 X$	< 0,001	0,7	4,01	28,11	24,54	35,71	35,77	36,46	$\hat{Y} = 32,30$	0,29	---	8,83
	DE (k = 0,02)	44,08	42,31	38,04	34,83	33,35	$\hat{Y} = 44,31 - 0,23 X$	< 0,001	0,74	2,49	47,77	44,97	40,77	48,05	43,5	$\hat{Y} = 45,02$	0,27	---	5,13
	DE (k = 0,03)	40,18	39,11	34,72	31,98	30,83	$\hat{Y} = 40,53 - 0,21 X$	< 0,001	0,7	2,42	43,18	41,15	36,93	45,52	39,78	$\hat{Y} = 41,41$	0,23	---	5,49
DE (k = 0,04)	37,36	36,92	32,38	29,94	28,92	$\hat{Y} = 37,88 - 0,19 X$	< 0,001	0,67	2,36	40,38	38,87	34,46	43,88	37,27	$\hat{Y} = 39,07$	0,22	---	5,82	
Massa de Abacaxi	a	26,2	25,88	27,02	23,32	23,47	$\hat{Y} = 25,12$	0,54	---	3,58	20,6	7,71	10,15	10,71	9,16	$\hat{Y} = 11,20$	0,58	---	10,74
	b	48,55	52,14	57,82	44,92	46,41	$\hat{Y} = 48,36 + 0,68 X - 0,02 X^2$	0,02	0,31	1,45	35,21	56,02	64,13	46,11	56,66	$\hat{Y} = 52,49$	0,38	---	16,6
	c	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	$\hat{Y} = 0,007 + 0,0004 X$	0,04	0,35	0,008	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	$\hat{Y} = 0,02$	0,06	---	0,01
	Lag time	9,62	11,56	14,91	6,3	7,24	$\hat{Y} = 15,34 - 0,17 X$	0,02	0,23	1,69	1,91	2,74	12,82	5,72	10,91	$\hat{Y} = 1,61 + 0,8 X$	< 0,001	0,45	1,03
	FI	25,29	21,97	15,15	31,76	30,12	$\hat{Y} = 28,01 - 0,98 X - 0,023 X^2$	0,03	0,3	1,25	44,18	36,26	25,72	43,18	34,17	$\hat{Y} = 36,31$	0,3	---	12,95
	DE (k = 0,02)	43,29	44,71	46,77	46,46	48,31	$\hat{Y} = 43,60 + 0,09 X$	< 0,001	0,56	1,41	34,26	26,39	35,64	34,61	38,86	$\hat{Y} = 34,15$	0,17	---	7,82
	DE (k = 0,03)	39,12	40,16	41,88	42,1	43,91	$\hat{Y} = 39,13 + 0,03 X$	< 0,001	0,63	1,23	31,09	21,72	29,96	30,2	34,49	$\hat{Y} = 29,41$	0,26	---	8,14
DE (k = 0,04)	36,59	37,38	38,93	39,15	40,89	$\hat{Y} = 36,50 + 0,08 X$	< 0,001	0,57	1,24	29,11	18,92	26,38	27,19	30,79	$\hat{Y} = 26,34$	0,35	---	8,38	

(Continuação...)

1 Tabela 3. Parâmetros de degradabilidade e cinética ruminal da variável matéria seca e proteína bruta da silagem de capim elefante com inclusão dos coprodutos de goiaba,
 2 morango e abacaxi.
 3

Itens	MS									PB								
	Níveis de inclusão					Regressão	P-valor	R ²	Desvio Padrão	Níveis de inclusão					Regressão	P-valor	R ²	Desvio Padrão
	0	12,5	25	37,5	50					0	12,5	25	37,5	50				
a	23,9	26,03	26,4	24,95	25,14	$\hat{Y} = 25,29$	0,63	---	2,3	4,8	4,9	2,34	12,69	2,65	$\hat{Y} = 5,09$	0,14	---	5,08
b	52,72	46,32	46,18	45,39	44,52	$\hat{Y} = 47,03$	0,3	---	6,49	42,89	46,56	44,6	18,08	36,07	$\hat{Y} = 38,67$	0,07	---	12,88
c	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	$\hat{Y} = 0,01$	0,56	---	0,004	0,06	0,06	0,06	0,03	0,01	$\hat{Y} = 0,06 - 0,01X$	< 0,001	0,64	0,013
<i>Lag time</i>)	11,93	7,99	7,84	8,09	8,22	$\hat{Y} = 8,82$	0,37	---	3,32	3,89	4,39	9,79	7,55	20,6	$\hat{Y} = 1,93 + 0,30 X$	0,001	0,44	6,08
FI	23,33	27,65	27,42	29,65	30,34	$\hat{Y} = 27,68$	0,79	---	7,87	52,32	48,54	53,06	69,23	61,28	$\hat{Y} = 56,23$	0,11	---	10,71
DE (k = 0,02)	44,19	42,87	42,95	42,2	43,51	$\hat{Y} = 43,15$	0,16	---	1,74	36,96	39,82	35,79	20,46	16,99	$\hat{Y} = 38,23 + 0,12 X - 0,011 X^2$	< 0,001	0,7	5,75
DE (k = 0,03)	39,6	38,85	38,97	38,14	39,39	$\hat{Y} = 38,99$	0,24	---	1,43	33,38	35,94	32,08	18,88	13,76	$\hat{Y} = 34,38 + 0,15 X - 0,012 X^2$	< 0,001	0,76	4,82
DE (k = 0,04)	36,74	36,39	36,53	35,63	36,79	$\hat{Y} = 36,42$	0,38	---	1,3	30,53	32,84	29,1	17,87	11,72	$\hat{Y} = 31,32 + 0,16 X - 0,012 X^2$	< 0,001	0,79	4,19

4 a – fração rapidamente degradável (g/kg); b – fração lentamente degradável (g/kg); c – taxa de degradação da fração lentamente degradável (g/kg% h⁻¹); lag time (h) – tempo de hidratação; FI –
 5 fração indigestível; DE – degradabilidade efetiva; k – taxa fracional de passagem (h⁻¹); R² - coeficiente de determinação da equação de regressão; P – valor – nível de significância do modelo de
 6 regressão.
 7

Não houve comportamento significativo ($P < 0,05$) para os parâmetros avaliados da degradabilidade da MS da silagem de capim-elefante com inclusão do coproduto do morango (Tabela 3). Com os resultados obtidos no presente trabalho pode-se afirmar que a adição do coproduto do morango nos níveis crescentes de 12,5 a 50% de inclusão não foram suficientes para melhorar a degradabilidade do capim-elefante ensilado aos 150 dias.

Os parâmetros referentes à degradabilidade da PB da silagem de capim-elefante com inclusão de coprodutos da goiaba não apresentaram comportamento significativo ($P > 0,05$), (Tabela 3). O baixo valor da DE da proteína bruta da silagem de capim-elefante com inclusão de coprodutos da goiaba que variou de 44,18 a 18,92% pode estar relacionado à presença de elevados teores de tanino no tegumento das sementes. Van Soest (1994) citou que coprodutos agroindustriais, como bagaço de tomate e coprodutos da uva, são alimentos ricos em tanino. De maneira semelhante, Dumont et al., (1985), Reyne e Garambois (1985) destacam a presença de tanino em coprodutos da industrialização da uva como fator responsável pela baixa digestibilidade da PB.

Segundo Battestin *et al.* (2004) os taninos são compostos fenólicos que possuem a habilidade de ligar-se a proteínas, combinar-se à celulose e pectina para formar complexos insolúveis tornando-os indisponíveis aos animais.

Para a variável PB da silagem de capim-elefante com inclusão do coproduto do abacaxi houve comportamento linear ($P < 0,05$) apenas no lag time. Os demais parâmetros não apresentaram comportamento significativo ($P > 0,05$) com a inclusão do abacaxi na silagem de capim-elefante (Tabela 3).

A variável PB da silagem de capim-elefante com inclusão do coproduto do morango teve comportamento quadrático ($P < 0,05$) para o parâmetro DE ($k = 0,02; 0,03; 0,04$). A adição do coproduto do morango aumentou a DE da PB da silagem de capim-elefante até o nível de 12,5% de inclusão, após este nível de inclusão a DE da silagem de capim-elefante com coproduto de morango decresce 0,011; 0,011; 0,012 pontos percentuais para cada 1% de inclusão do coproduto do morango.

O coproduto da goiaba proporcionou menor degradabilidade à silagem de capim-elefante aumentando a fração indegradável do mesmo. De acordo com os resultados obtidos no presente experimento, a inclusão do coproduto da goiaba e abacaxi não influenciaram benéficamente para a DE da PB da silagem de capim-elefante.

Na Tabela 4 estão apresentadas as estimativas dos parâmetros a, b e c (%), lag time (h), FI, DE (K = 0,02, 0,03 e 0,04) para a degradabilidade ruminal da FDN e FDA da silagem de capim-elefante com inclusão dos coprodutos da goiaba, abacaxi e do morango.

Foram observados comportamento linear ($P < 0,05$) no parâmetro FI, o qual aumentou 0,32 pontos percentuais para 1% de adição do coproduto da goiaba. A DE ($k = 0,02$) teve um decréscimo de 0,24 pontos percentuais para cada 1 % de inclusão da goiaba, (Tabela 4).

Após a análise de regressão verificou-se comportamento significativo ($P < 0,05$) nos parâmetro c ($\% h^{-1}$), DE ($k = 0,02$) e DE ($k = 0,03$) da degradabilidade ruminal FDN da silagem de capim-elefante com adição do coproduto do abacaxi. O parâmetro c ($\% h^{-1}$) apresentou comportamento quadrático, onde seu maior valor 0,04 ($\% h^{-1}$) foi obtido com 50% de inclusão do coproduto do abacaxi. O DE para a FDN apresentou maior valor quando a adição do coproduto do abacaxi na silagem de capim elefante foi de 50%.

O comportamento da fração indigestível do FDN da silagem de capim-elefante com inclusão de abacaxi, acompanhou o comportamento do *lag time*, com reduções nos dois primeiros níveis de inclusão do abacaxi e aumentos nos dois níveis seguintes. A associação deste comportamento torna-se complementar, uma vez que o aumento no tempo de colonização pode diminuir a extensão da degradação da fibra (LARDY *et al.* 2004) e por conseguinte diminuir a fração degradável. Estas melhorias encontradas na degradação da FDN da silagem de capim-elefante com inclusão do coproduto do abacaxi, se devem às características do abacaxi, que apresenta maior teor de carboidratos não fibrosos em detrimento a carboidratos fibrosos (Bonfá, 2014). Costa *et al.* (2011) ao avaliarem a degradabilidade ruminal do capim-elefante com idade de corte de 70 dias com ovinos, encontraram valores de DE para a FDN que variaram de 9,90 a 41,71 %, valores próximos do encontrado no presente trabalho que foi de 28,18 à 41,35%. Para a degradabilidade da FDA da silagem de capim-elefante com inclusão do coproduto da goiaba houve efeito significativo ($P < 0,05$) nos parâmetros a (%), que apresentou um comportamento quadrático em relação aos diferentes níveis de inclusão do coproduto da goiaba na silagem (Tabela 4). Ocorreu um decréscimo do parâmetro a (%), apresentando valores máximos e mínimos de 11,47% nas silagens exclusiva de capim elefante e 0,76% nas silagens com 50% de adição deste coproduto.

1 Tabela 4. Parâmetros de degradabilidade e cinética ruminal da variável fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido da silagem de capim elefante com inclusão dos
2 coprodutos de goiaba, morango e abacaxi

Itens	FDN					Regressão	P-valor	R ²	Desvio Padrão	FDA					Regressão	P-valor	R ²	Desvio Padrão	
	Níveis de inclusão									Níveis de inclusão									
	0	12,5	25	37,5	50					0	12,5	25	37,5	50					
Goiaba	a	21,7	22,38	18,23	17,83	16,42	$\hat{Y} = 19,32$	0,87	---	8,63	1,22	11,47	4,97	4,33	0,76	$\hat{Y} = 1,23 + 0,33 X - 0,007 X^2$	0,02	0,290	0,97
	b	33,25	31,09	28,25	25,93	23,36	$\hat{Y} = 28,37$	< 0,52	---	8,44	38,1	27,9	30,05	21,88	27,76		$\hat{Y} = 29,14$	0,25	---
	c	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	$\hat{Y} = 0,04$	0,7	---	0,016	0,04	0,01	0,03	0,02	0,03	$\hat{Y} = 0,03$	0,38	---	0,019
	Lag time (h)	11,49	5,44	5,86	4,3	9,58	$\hat{Y} = 7,38$	0,68	---	7,8	15,09	10,94	19,25	18,15	21,22	$\hat{Y} = 16,93$	0,29	---	7,15
	FI	44,98	46,53	53,52	56,25	60,23	$\hat{Y} = 44,26 + 0,32 X$	0,001	0,6	4,59	60,68	60,64	64,98	73,79	71,48	$\hat{Y} = 66,31$	0,14	---	9,47
	DE (k = 0,02)	43,24	39,45	37,48	32,42	31,31	$\hat{Y} = 43,12 - 0,24 X$	0,001	0,75	0,96	22,86	21,77	20	14,12	12,98	$\hat{Y} = 23,05 - 0,20 X$	0,001	0,58	0,93
	DE (k = 0,03)	40,08	36,77	34,88	29,93	30,15	$\hat{Y} = 34,36$	0,06	---	6,03	19,47	19,34	17,48	12,14	10,59	$\hat{Y} = 15,81$	0,07	---	6,82
	DE (k = 0,04)	37,75	34,89	32,91	28,18	28,51	$\hat{Y} = 32,45$	0,08	---	6,14	17,06	17,84	15,77	10,85	9,04	$\hat{Y} = 14,11$	0,13	---	6,84
Massa de Abacaxi	a	11,8	12,84	17,45	12,09	5,65	$\hat{Y} = 11,98$	0,15	---	6,56	4,65	0,85	4,12	2,45	3,71	$\hat{Y} = 3,08$	0,29	---	2,61
	b	51,08	53,32	60,32	48,82	55,95	$\hat{Y} = 54,05$	0,09	---	6,48	53,21	50,93	70,13	62,96	66,27	$\hat{Y} = 61,10$	0,09	---	12
	c	0,02	0,02	0,01	0,03	0,04	$\hat{Y} = 0,019 - 1,86 \times 10^{-4} X + 2,14 \times 10^{-5} X^2$	0,005	0,41	0,012	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	$\hat{Y} = 0,01$	0,09	---	0,01
	Lag time	0,71	3,02	4,22	2,83	2,67	$\hat{Y} = 2,79$	0,53	---	2,48	20,71	34,67	21,97	8,8	10,93	$\hat{Y} = 29,88 - 0,40 X$	0,01	0,27	10,64
	FI	37,09	33,83	22,22	39,09	38,4	$\hat{Y} = 33,97$	0,1	---	10,19	42,14	48,21	25,75	34,59	30,02	$\hat{Y} = 35,83$	0,08	---	12,92
	DE (k = 0,02)	35,39	35,45	40,97	40,15	41,35	$\hat{Y} = 35,65 + 0,12 X$	0,001	0,7	1,42	23,53	25,6	27,5	23,44	27,05	$\hat{Y} = 25,52$	0,29	---	3,26
	DE (k = 0,03)	30,57	30,5	35,64	35,68	36,27	$\hat{Y} = 30,38 + 0,13 X$	0,001	0,63	1,75	18,94	20,95	21,65	18,19	21,36	$\hat{Y} = 20,29$	0,34	---	2,8
	DE (k = 0,04)	27,4	27,33	32,3	32,34	32,53	$\hat{Y} = 30,54$	0,68	---	2,82	16,14	17,86	18,15	15,04	17,91	$\hat{Y} = 17,07$	0,41	---	2,62

(Continuação...)

1 Tabela 4. Parâmetros de degradabilidade e cinética ruminal da variável fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido da silagem de capim elefante com inclusão dos
 2 coprodutos de goiaba, morango e abacaxi.

Itens	FDN										FDA							
	Níveis de inclusão					Regressão	P-valor	R ²	Desvio Padrão	Níveis de inclusão					Regressão	P-valor	R ²	Desvio Padrão
	0	12,5	25	37,5	50					0	12,5	25	37,5	50				
a	13,5	17,42	19,23	17,51	21,49	$\hat{Y} = 17,83$	0,67	---	7,29	58,51	60,89	58,93	51,08	55,93	$\hat{Y} = 57,07$	0,58	---	8,52
b	59,14	46,09	49,09	49,55	42,66	$\hat{Y} = 49,30$	0,28	---	11,71	28,53	26,49	26,56	31,41	30,34	$\hat{Y} = 28,67$	0,5	---	6,05
c	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	$\hat{Y} = 0,02$	0,7	---	0,007	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	$\hat{Y} = 0,01$	0,46	---	0,011
Lag time	2,75	5,16	0,09	0,05	8,36	$\hat{Y} = 3,28$	0,06	---	6,3	12,76	2,61	10,31	11,7	6,09	$\hat{Y} = 8,69$	0,49	---	8,91
Morango FI	27,38	36,5	31,69	32,94	35,86	$\hat{Y} = 32,87$	0,81	---	10,88	12,96	12,62	14,51	17,51	13,73	$\hat{Y} = 14,27$	0,61	---	4,55
DE (k = 0,02)	38,25	36,25	38,59	36,29	40,13	$\hat{Y} = 37,90$	0,49	---	4,05	69,66	70,17	68,2	67,45	67,02	$\hat{Y} = 68,05$	0,7	---	3,01
DE (k = 0,03)	32,9	32,07	34,29	31,98	36,17	$\hat{Y} = 33,48$	0,56	---	4,43	67,16	67,9	65,93	64,75	64,36	$\hat{Y} = 66,02$	0,61	---	3,35
DE (k = 0,04)	29,48	29,42	31,59	29,29	33,61	$\hat{Y} = 30,68$	0,65	---	4,75	65,59	66,53	64,55	62,89	62,73	$\hat{Y} = 64,46$	0,64	---	3,69

3 a – fração rapidamente degradável (g/kg); b – fração lentamente degradável (g/kg); c – taxa de degradação da fração lentamente degradável (g/kg h⁻¹); lag time (h) – tempo de
 4 hidratação; FI – fração indigestível; DE – degradabilidade efetiva; k – taxa fracional de passagem (h⁻¹); R² - coeficiente de determinação da equação de regressão; P – valor –
 5 nível de significância do modelo de regressão.

A DE da FDA ($k = 0,02$) apresentou um decréscimo linear, decrescendo 0,20 pontos percentuais a cada 1% de inclusão do coproduto da goiaba. Os demais parâmetros não apresentaram comportamentos significativos ($P > 0,05$) para a silagem de capim-elefante com inclusão do coproduto da goiaba.

Para a variável FDA da silagem de capim-elefante com inclusão do coproduto do abacaxi houve efeito significativo ($P < 0,05$) somente na variável *lag time*, descrevendo o comportamento linear, onde houve o decréscimo de 0,4 minutos para cada 1 % de inclusão do coproduto do abacaxi.

Os parâmetros avaliados para a degradabilidade ruminal da FDN e FDA das silagens de capim-elefante com inclusão do coproduto do morango não apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$), (Tabela 4)

A inclusão do coproduto do morango na silagem de capim-elefante não influenciou na degradabilidade ruminal da FDN e FDA da silagem de capim-elefante. O coproduto do morango apresenta teores de FDA próximos aos do capim-elefante, (Tabela 1), conseqüentemente não melhorou os teores de FDA com a inclusão do coproduto do morango e não apresentou aumento na degradabilidade da silagem de capim-elefante.

5. CONCLUSÃO

A inclusão do coproduto da goiaba não proporcionou melhora na degradabilidade da do capim-elefante ensilado aos 150 dias de idade ao corte, visto que aumentou as frações não degradáveis da silagem, não sendo recomendado a sua inclusão na silagem de capim-elefante.

A inclusão de até 50% do coproduto do abacaxi proporcionou melhora na degradabilidade efetiva do capim-elefante ensilado aos 150 dias de idade ao corte, diminuindo sua fração indegradável, sendo uma alternativa para obtenção de uma silagem de melhor valor nutricional.

A inclusão do coproduto do morango nos níveis de 12,5 a 50% não foram suficientes para melhorar a degradabilidade do capim-elefante ensilado aos 150 dias de idade ao corte.

6. REFÊRENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.9, p. 1589-1595, 2000.
- ANDRADE, A. P.; QUADROS, D. G.; BEZERRA, A. R. G.; ALMEIDA, J. A. R.; SILVA, P. H. S.; ARAÚJO, J. A. M.; Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 33, n. 3, p. 1209-1218, maio/junho. 2012
- ARCCHIBALD, J.G. Sugar and acids in grass silage. *Journal of Dairy Science*, v.36, n.4, p.385-390, 1952.
- ARRAES, G.M. Production and processing of tropical fruit juices from Brazil. In: IFM SYMPOSIUM, 23., 2000 Havana. **Annals...** Havana, 2000. p.316-327. 2000.
- ASSIS, M. A.; SANTOS, G. T.; CECATO, U.; DAMASCENO, J. C.; PETIT, H. V.; BETT, V.; GOMES, L. H.; DANIEL, M. Degradabilidade *in situ* de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum**. v. 21, n. 3, p. 657-663, 1999.
- AZEVÊDO, J. A. G.; FILHO S. C. V.; PINA, D. S.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; PEREIRA, L. G. R.; SOUZA, N. K. P.; SILVA, L. F. C. Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos e frutas para ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v. 40, n. 5, p. 1052-1060, 2011.
- BARTLETT, M. S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Society of London Series A**, v. 160, n. 901, p. 268-282, 1937.
- BATTESTIN, V.; MATSUDA, L.K.; MACEDO, G.A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. *Alim. Nutr. Araraquara*, v.15, n.1, p.63-72, 2004.
- BOLKER, B.; R DEVELOPMENT CORE TEAM. **bbmle: Tools for General Maximum Likelihood Estimation**. <https://CRAN.R-project.org/package=bbmle>. R package Versão 1.0.20, 2017.
- BONFÁ, C. S. Silagem de Capim-elefante adicionada de coprodutos de frutas. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri. 56p. 2014.
- BYRD, R. H. *et al.* A Limited Memory Algorithm for Bound Constrained Optimization. **SIAM Journal on Scientific Computing**, v. 16, n. 5, p. 1190-1208, 1995.
- CASTRO, G. H. F. Silagens de Capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) em diferentes idades. Tese – Doutorado – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária. 125p. 2008.
- Catchpole, V.R e E.F. Henzel. Silage and silage making from tropical herbace species. *Herb. Abstr.* 41:213-21. 1971.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MAGALHÃES, K. A.; MARCONDES, M. I. Casca de algodão em

substituição parcial à silagem de capimelefante para novilhos. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.

COSTA, K.A.P.; GUIMARÃES, K.C.; SEVERIANO, E.C.; ASSIS NETO, J.M.; CRUNIVEL, W.S.; GRACIA, J.F.; SANTOS, N.F. Silage quality of *Brachiaria brizantha* cultivars ensiled with different levels of millet meal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, n.1, p.188-195, 2011.

CRUZ, B.C.C. **Silagem de capim elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá em dietas de cordeiros Santa Inês**. Itapetinga: UESB. 46p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Produção em Ruminantes). 2009

CYSNE, J.R.B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de adição do subproduto da graviola (*Anona muricata* L.). Monografia (Agronomia) – Fortaleza - CE, Universidade Federal do Ceará – UFC, 27p. 2004.

DHANOVA, M. S. On the analysis of dacron bag data for low degradability feeds. ***Grass and Forage Science***, v. 43, n. 4, p. 441-444, 1988.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. **Silagens: do cultivo ao silo**. 2.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 210p, 2002.

FARIA, E.F.S.; GONÇALVES, L.C.; ANDRADE, V.J. de. Comparação de seis tratamentos empregados para melhorar a qualidade da silagem da capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em três idades de rebrota I – 60 dias. *Arquivo da Escola de Medicina Veterinária da UFBA*, v.18, n.1, p.103- 125, 1995/96.

FERREIRA, A. C. H; NEIVA, J. N. M; RODRIGUEZ, N. M; LÔBO, R. N. B. VÂNIA, R. V. Valor Nutritivo das Silagens de Capim-Elefante com Diferentes Níveis de Subprodutos da Indústria do Suco de Caju, ***Revista Brasileira Zootecnia***, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004

FERREIRA, A. C. H; RODRIGUEZ, N. M; NEIVA, J. N. M; CAMPOS, W. E. BORGES, I. Características químico-bromatológicas e fermentativas do capim-elefante ensilado com níveis crescentes de subproduto da agroindústria do abacaxi. ***Revista Ceres***, 54(312): 98-106, 2007.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; et al. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.2, p.223-229, 2009.

FERREIRA, A. C. H; NEIVA, J. N. M; RODRIGUEZ, N. M; LOPE, F. C. F; LÔBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. ***Revista Ciência Agronômica***, v.41, n.4, p. 693-701, 2010.

GIVENS, D.I.; COTTYN, B.G.; DEWEY, P.J.S. et al. A comparison of the neutral detergent-cellulase method with other laboratory methods for predicting in vivo of maize silages from three European countries. *Animal Feed Science and Technology*, v.54, p. 55-64, 1995.

- GORDIN, C. L. Degradabilidade ruminal e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas de *Cynodon* spp em quatro idades de rebrota. Dissertação de Mestrado. Dourados, MS: UFGD, 2011.
- KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. **Journal of the American Statistical Association**, v. 47, n. 260, p. 583-621, 1952.
- LARDY, G. P.; ULMER, D. N.; ANDERSON, V. L.; CATON, J. S. Effects of increasing level of supplemental barley on forage intake, digestibility, and ruminal fermentation in steers fed medium-quality grass hay. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 82, n. 12, p. 3662-3668, 2004.
- LIMA, F. M. Desempenho agrônômico e valor nutritivo do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) submetido a diferentes doses de nitrogênio no solo. **Trabalho de conclusão de curso**, Rio Largo, Alagoas, 2010.
- LOUSADA JUNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; et al. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.2, p. 659-669, Viçosa, março/abril 2005.
- McCullough. Silage and silage fermentation. *Feedstuffs*. 3:40-52. 1977.
- MCDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, v. 96, n. 1, p. 251-252, 1981.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2^a ed. Marlow: Chalcombe Publications, 340p., 1991.
- MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determination the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 88, n. 1, p. 645, 1977.
- MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. Chap. II. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, p.13-51, 1993.
- Monteiro, I. J. G.; ABREU, J. G.; RIBEIRO, M. D.; REIS, R. H. P. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, v. 33, n. 4, p. 347-352, 2011.
- MORAIS, F. E. O.; EDVAN, R. L. Degradabilidade *in situ* de silagem de capim-elefante aditivada com casca de buriti.
- NOCEK, J. E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.
- ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal of Agricultural Science**, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

- ORSKOV, E.R. The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: GIVENS, D.I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E. et al. (Eds.) **Forage evaluation in ruminant nutrition**. London: CAB International, p.175-188, 2000.
- PAZIANI, S.F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim-Tanzânia**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004. 208p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
- POMPEU, R. C. F. F.; NEIVA, J. N. M.; CANDIDO, M. J. D.; et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.77-83, 2006.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Versão 3.5.1 "Feather Spray", 2018.
- RÊGO, A. C.; CÂNDIDO, M. J. D.; PEREIRA, E. S.; FEITOSA, J. V.; RÊGO, M. M. T. Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.482-489, 2010.
- RODRIGUES, L. R. A.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, T. J. D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. V.; et al. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001, p.203-224.
- ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e matéria orgânica de dietas contendo diferentes níveis de subprodutos do processamento de abacaxi (*Ananás comosus* L.) em ovinos. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.
- ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M.; et al. Valor nutritivo do subproduto da indústria processadora de abacaxi (*ananás comosus*) em dietas para ovinos 3. parâmetros ruminais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.
- RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A.; ROTH, A. P. T. P. Conservação da forragem de alfafa. UNESP, p. 40, 2008. Disponível em: <http://javali.fcav.unesp.br/sgcd/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/conservacao-de-alfafafinal.pdf>.
- SAMPAIO, I.B.M. Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants. 214f. Tese Doutorado. University of Reading, Reading/UK. 1988.
- SAMPAIO, I. B. M. Contribuições estatísticas e de técnicas experimental para ensaio de degradabilidade de forragens quando avaliadas *in situ*. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 7, Maringá, PR, P.81-85, 1994.

SCHIMIDT, P. Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar. Tese doutorado em Ciência Animal e Pastagens – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SCHNEIDER, V.E.; PERESIN, D.; TRENTIN, A.C.; BORTOLIN, T.A. E SAMBUICHI, R.H.R. Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Brasília. 134 pp, 2012.

SENGER, C.C.D. Comparação de técnicas na avaliação da qualidade de silagens de milho. 2005. 126f. Tese (doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965.

SILVA, R. H. P.; SOUSA, B. M.; NETA D. F. S.; MUNIZ, T. M. P. Utilização de subprodutos na alimentação de bovinos leiteiro em Minas Gerais. Revista Eletrônica Nutritime – ISSN 1983-9006. Artigo 224, v. 10, n. 6, p. 2962 – 2981, Novembro/Dezembro, 2013.

SILVEIRA, A.C.; LAVEZZO, W.; SILVEIRA FILHO, S. et al. Consumo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetidos a diferentes tratamentos. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.9, n.2, p.306-320, 1980.

SARTORIO, S, D. Modelos não lineares em estudos de degradabilidade ruminal *in situ*. Tese doutorado, Escola Superios de Agricultura “Luiz Queiroz”, Piracicaba. 2013.

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. *Journal Animal Science*. v.70, p.3562-3577, 1992.

STENSIG, T; WEISBJERG, M, R; HVELPLUND, T. Estimation of ruminal digestibility of NDF from *in sacco* degradation and rumen fractional outflow rate. **Acta Agriculture Scandinavica**, Stockholm, v. 44, n. 1, p. 96-100, 1994.

TONANI, F.L.; RUGGIERI, A.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro em silagens de híbridos de sorgo colhidos em diferentes épocas. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.53, p.100-104, 2001.

VALADARES FILHO, S. C. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA, V. R. J.; et al. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos, Viçosa, p.94- 94,190-191, 2006.

VALENÇA, R. L.; FERREIRA, A. C. D.; SANTOS, A. C. P.; SILVA, B. C. D.; OLIVEIRA V. S.; NETO, J. A. S.; LIMA, J. U. N.; OLIVEIRA, E. S. Silagem de bagaço de laranja pré-seco e a sua utilização na alimentação de ruminantes. Revisão. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v. 15, n.1, p.68-73, 2016.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Official for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.L. Nutritional ecology of the ruminant. 2 nd ed. New York: Cornell University Press, 476 p, 1994.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; DOREA, J.R.R.; DANTAS, P.A.de S.; SILVA, T.C da; PEREIRA, O.G. Evaluation of elephant grass with addition of cassava scrapings. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.