UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CAMPUS DE ITAPETINGA – BAHIA

ENSILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE EMURCHECIDO OU COM CASCA DE SOJA

DAIANE MARIA TRINDADE CHAGAS

ITAPETINGA - BAHIA

2012

DAIANE MARIA TRINDADE CHAGAS

ENSILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE EMURCHECIDO OU COM CASCA DE SOJA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB/ *Campus* de Itapetinga-Bahia, como parte das exigências do programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção de Ruminantes, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Profº. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires
Co-orientador: Profº. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

ITAPETINGA - BAHIA

2012

633.2 Chagas, Daiane Maria Trindade.
C424e Ensilagem de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja. / Daiane Maria Trindade Chagas. – Itapetinga-BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2012.

67 fl.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - C*ampus* de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires e co-orientador Prof.. D Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

1. Capim-elefante – Emurchecimento – Silagem. 2. Silagem – Produção – Capim-elefante – Casca de soja. 3. Capim-elefante – Silagem – Qualidade nutricional. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, C*ampus* de Itapetinga. II. Pires, Aureliano José Vieira. III. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. IV. Título

CDD(21): 633.2

Catalogação na Fonte:
Cláudia Aparecida de Souza– CRB 1014-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Capim-elefante : Emurchecimento
2. Capim-elefante : Silagem
3. Capim-elefante : Qualidade nutricional
4. Casca de soja : Produção : Silagem

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-*BA*

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Ensilagem de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja".

Autor (a): Daiane Maria Trindade Chagas
Orientador (a): Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

Co-orientador (a): Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires – UESB
Orientador

Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho – UFBA

Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro – UFBA

Data de realização: 09 de abril de 2012.

A DEUS, todo poderoso, com seu amor infinito acolheu e iluminou meus caminhos, permitindo realização de mais esta etapa;
À minha doce mãe, Izabel, pelo amor irrestrito e incondicional, por respeitar minhas decisões, por estender as mãos até onde pode alcançar para ver a realização de meus sonhos e objetivos, e pelo apoio sem limites em mais esta jornada;
Ao meu pai, Valdir, pelo amor e presença nestes anos;
Aos meus queridos avós maternos, Mãe Alzira e Pai Jeso, pelo amor e carinho. Sempre estiveram por perto ajudando minha mãe a educar seus filhos e guiá-los pelo caminho dos estudos, e por ensinar a mim e a meus irmãos todos os valores de educação e respeito que um ser humano precisa para viver bem e feliz;
Aos meus amados irmãos, meus "Zãos", Vívian e Válker, pelo carinho, companheirismo, apoio e por dar brilho aos meus dias com muito amor.

DEDICO

Aos professores, Aureliano José Vieira Pires e Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, pela orientação irrestrita, apoio incondicional e por grandes e valiosos ensinamentos prestados durante toda minha caminhada.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me abençoar sempre em cada jornada, dando-me forças para seguir o caminho com muito amor à profissão;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela oportunidade concedida para realização deste curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao professor Aureliano, sou muito grata por ter me acolhido em seu grupo de trabalho durante todos esses anos (Iniciação Científica e Mestrado), por estar sempre disponível, por oferecer conhecimentos que contribuíram muito para minha bagagem profissional... Grande exemplo de força, coragem e dedicação!

Ao professor Gleidson, serei eternamente grata por tudo... Por ter participado dos mais importantes momentos, sempre disponível com seus conhecimentos, sua força e seu carinho... Ajudando-me a amadurecer e crescer profissionalmente, e abrindo meus olhos para que eu enxergasse novos horizontes;

Ao colega de grupo da Forragem, Leandro Ribeiro, querido Leozinho, que sempre esteve disponível com sua grande ajuda;

À grande colega e amiga, Edileusa, que me acompanhou em toda graduação e mestrado. Sempre presente nas horas de estudos, sempre me oferecendo seu ombro amigo-irmão e sempre sorrindo comigo nas vitórias. Sou torcida fiel por sua felicidade!

Hellenn e Aline, que mesmo longe, sempre ajudaram quando precisei... O carinho e amizade de vocês me fazem muito bem!

Aos meus amores: Leile, Thayana e Haiana, cada uma, presente de sua maneira... Grata pela amizade, pelo amor e carinho... Com vocês o dia tem brilho, tem cor, tem som e tem muito sorriso;

À grande e maravilhosa amiga, Fernanda, que sempre acompanhou cada passo e, mesmo entendendo pouco da minha profissão, sempre viveu de tudo um pouco junto comigo, me estendendo as mãos, me acolhendo, me apoiando... E sempre torcendo por minha felicidade;

Ao amigo José Queiroz, pela amizade, ajuda nas análises laboratoriais e pelos momentos de resenhas;

À amiga Kathinha, obrigada pela amizade, torcida, pelo amor e carinho;

À Barbra, pela amizade, pelo carinho e por entender, muitas vezes, minha ausência devido aos estudos.

À minha sobrinha postiça, Júlia, minha Jujubinha, meu docinho... Pelo seu amor e sua pureza, que traz muita alegria ao meu coração e me fez descobrir um amor especial que eu desconhecia;

Aos colegas e amigos da graduação, que, mesmo longe, torcem pelo meu sucesso: Giselle, Ana Thagiane, Bruno Capenga, Rodrigo Digão e Tarcízio;

A todos os colegas que me acolheram em estágios nos seus respectivos experimentos: Jobel, Hellenn, Aline, Gleidson, Albertí, Leandro, Milena etc... Cada experimento me trouxe novas experiências, me ajudou a crescer como pessoa e contribuiu imensamente para meu amadurecimento e crescimento profissional. Além disso, criei grande vínculo de amizade com cada um deles, o que me faz bem e muito feliz;

Meus agradecimentos a Arthur, que me trouxe tantas alegrias... Obrigada pelo companheirismo, apoio, generosidade, carinho e amor;

À família Chagas, presente com sua alegria;

À família Trindade, presente com apoio, oferecendo suporte aos meus estudos; presente com confiança, acreditando em mim; e presente com muito amor, que é a força que me guia;

À minha mãe, que é um exemplo de força... E pelo amor incondicional...

BIOGRAFIA

DAIANE MARIA TRINDADE CHAGAS, filha de Valdir Chagas do Nascimento e Maria Izabel dos Santos Trindade, nasceu em 18 de novembro de 1985, na cidade de Itapetinga – BA.

Em 2000, ingressou no curso Técnico em Agropecuária, pela Escola Média Regional da CEPLAC – EMARC, Itapetinga- Bahia, concluindo em 2002.

Em março de 2005, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga – BA, onde obteve o Título de Zootecnista, colando grau em 16 de janeiro de 2010.

Em março de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), defendendo a dissertação em 09 de abril de 2012.

Em abril de 2012, ingressou no Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB).

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas	8
Lista de figuras	9
Resumo	10
Abstract	12
1. Introdução	14
1.1 Literatura citada	16
Capítulo I: Valor nutritivo e perdas fermentativas de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja	19
Resumo	19
Abstract	20
Introdução	21
Material e Métodos	22
Resultados e Discussão	26
Conclusões	34
Literatura citada	35
Capítulo II: Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja	38
Resumo	38
Abstract	39
Introdução	40
Material e Métodos	41
Resultados e Discussão	43
Conclusões	49
Literatura citada	50
Capítulo III: Degradação ruminal das silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja	52
Resumo	52
Abstract	53
Introdução	54
Material e Métodos	54
Resultados e Discussão	58
Conclusões	65
Literatura citada	66

LISTA DE TABELAS

Capítulo I: **Página**

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do capim-elefante emurchecido (EMUR), sem emurchecer e da casca de soja 22

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica, nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade *in situ* da matéria seca (DIVMS) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja 27

Tabela 3 - Equação de regressão e coeficiente de determinação obtidos para composição químico-bromatológica, nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade *in situ* da matéria seca (DIVMS) em função dos níveis de casca de soja na silagem de capim-elefante não emurchecido 28

Tabela 4 - Média de pH e teores de nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) do capim-elefante emurchecido (EMUR) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja 32

Tabela 5 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (r^2), ajustadas para pH e teores de nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$), em função dos níveis de casca de soja na silagem de capim-elefante não emurchecido 32

Tabela 6 - Perdas por gases, efluente e recuperação da matéria seca de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja 33

Tabela 7 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (r^2), ajustadas para perdas por gases, perdas por efluente e recuperação da matéria seca (MS), em função dos níveis de casca de soja na silagem de capim-elefante não emurchecido 34

Capítulo II: **Página**

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do capim-elefante emurchecido (EMUR), sem emurchecer e da casca de soja 42

Tabela 2 - Teores médios de carboidratos totais (CT), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes da parede celular disponíveis, que correspondem à fração potencialmente degradável (B2) e fração indisgestível da parede celular (FDNi), fração constituída de nitrogênio não proteico (A), fração de rápida e de intermediária degradação (B1+B2), fração de lenta degradação (B3) e fração não digestível (C), de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja 44

Tabela 3 - Equação de regressão, coeficiente de variação e coeficiente de determinação, obtidos para os teores de carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes da parede celular disponíveis, que correspondem à fração potencialmente degradável (B2) e fração indisgestível da parede celular (FDNi), em função dos níveis de casca de soja na silagem de capim-elefante não emurchecido 46

Capítulo III: **Página**

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do capim-elefante emurchecido (EMUR), sem emurchecer e da casca de soja 56

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN) e da proteína bruta (PB) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja, incubadas no rúmen.. 58

Tabela 3 - Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN) e da proteína bruta (PB) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja, calculadas para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h 60

LISTA DE FIGURAS

Capítulo III **Página**

Figura 1- Degradabilidade da matéria seca (MS) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $\hat{Y} = A + B \times (1 - e^{-ct})$ 61

Figura 2- Degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $\hat{Y} = Bp \times e^{-ct} + Ip$ 63

Figura 3- Degradabilidade da proteína bruta (PB) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $\hat{Y} = A + B \times (1 - e^{-ct})$ 64

Resumo

CHAGAS, Daiane Maria Trindade. **Ensilagem de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja**. Itapetinga – Bahia: 2012. 71p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Área de concentração em Produção de Ruminantes)*

O experimento foi conduzido para avaliar o capim-elefante submetido ao emurchecimento ou à adição de diferentes níveis de casca de soja na produção de silagem. O capim-elefante utilizado foi colhido aos 60 dias de rebrota após o corte de uniformização e submetido aos seguintes tratamentos: capim-elefante emurchecido ao sol por oito horas e capim-elefante sem emurchecimento com adição de quatro níveis (6, 12, 18 e 24%) de casca de soja na matéria natural. Em um delineamento inteiramente casualizado, foram utilizadas quatro repetições por tratamento, sendo o material acondicionado em silos de PVC, que foram abertos após 60 dias de armazenamento. No experimento I, avaliaram-se a composição químico-bromatológica, nutrientes digestíveis totais (NDT), digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS), pH, nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$), perdas por gases, perdas por efluente e recuperação da matéria seca. As silagens com casca de soja apresentaram maiores teores de MS, MO, PB, celulose, NIDN, NDT e DISMS. Por outro lado, reduções nos teores de FDN, hemicelulose, lignina, cinzas e NIDA foram observadas para as silagens contendo casca de soja. Verificou-se maiores valores de pH nas silagens com casca de soja (média de 4,0) em relação à silagem de capim-elefante emurchecido (3,7). As silagens produzidas com adição de casca de soja apresentaram menores valores de $N\text{-}NH_3$. A casca de soja reduziu tanto perdas por gases como as perdas por efluente. Os níveis de casca de soja na ensilagem do capim-elefante promoveram maiores valores de nutrientes digestíveis totais e na digestibilidade *in situ* da matéria seca. No experimento II, realizaram-se avaaliações químicas das frações que constituem os carboidratos totais (CT), ou seja, os teores médios de carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes da parede celular disponíveis, que constituem as frações potencialmente degradáveis (B2) e fração indigestível da parede celular (FDNi) e das frações que constituem a proteína bruta (PB), a fração constituída de nitrogênio não proteíco (A), fração nitrogenada de rápida e intermediária degradação (B1+B2), fração nitrogenada de lenta degradação (B3) e fração não digestível do nitrogênio (C). Os níveis de casca de soja na ensilagem provocaram redução linear no teor de carboidratos totais, estimando-se redução de 0,18 percentuais para cada unidade de casca de soja adicionada. A silagem produzida com 6% de inclusão de casca de soja apresentou teor de CT totais similar ao da silagem emurchecida, já as demais silagens com adição de casca de soja (12, 18 e 24%) apresentaram valores de CT totais inferiores ao à silagem de capim-elefante emurchecido. Observou-se incrementos para a fração (B2), nos tratamentos com adição de casca de soja, enquanto para estes mesmos tratamentos houve redução na fração FDNi. A adição de casca de soja possibilitou elevar os percentuais de proteína das silagens. Não foram observadas alterações nas frações B1+B2 e C da proteína, em função dos níveis de casca de soja. Observou-se redução na fração A e aumento na fração B3 da proteína. No experimento III, foram avaliados os parâmetros cinéticos de degradação ruminal da MS, FDN e PB. Os maiores valores de DP da MS foram observados nas silagens com adição de casca de soja com 74,8, 79,8, 90,8, 89,9, respectivamente, para 6, 12, 18 e 24% de adição de casca de soja. Já para a silagem de capim-elefante emurchecido, a DP da MS foi de 65,3%. A curva de desaparecimento da FDN indica que o comportamento das silagens foi semelhante até 36 horas. A partir de 48 horas, o

desaparecimento da FDN diferenciou-se entre as silagens e observou-se que quanto maior a adição de casca de soja, maior será a degradação da fibra em função dos tempos de incubação. Para a DE da PB, não observou grandes variações entre as silagens, mantendo valores entre 79 e 80%, para a taxa de passagem de 2%/hora, entre 75 e 76%, para a taxa de 5%/hora, e 73 a 75% para 8%/hora.

Palavras-chave: capim-elefante, fermentação, resíduo, silagem

---

*Orientador: Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.*, UESB e Co-orientador: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, *D.Sc.*, UFBA

Abstract

CHAGAS, Daiane Maria Trindade. **Elephant grass silage or soybean hulls.** Itapetinga – Bahia: 2012. 71p. (Thesis – Mastership in Zootechny – Yield of ruminants)*

The experiment was conducted to evaluate elephant grass subjected to wilt or the addition of different levels of soybean hulls in the production of silage. The elephant grass used was harvested at 60 days of regrowth after cutting of uniformity and subjected to the following treatments: elephant grass wilted in the sun for eight hours and no elephant grass wilted with four levels (6, 12, 18 and 24%) of soybean hulls in natural matter. In a completely randomized design, there were four replicates per treatment, the material was packed in PVC silos, which were opened after 60 days of storage. In the first experiment evaluated the chemical composition, total digestible nutrients (TDN), in situ digestibility of dry matter (ISDMD), pH, ammonia nitrogen (NH3-N) losses due to gases, effluent losses and recovery dry matter. Silage with soybean hulls had higher DM, OM, CP, cellulose, NDIN, NDT and ISDMD. Conversely, reductions in levels of NDF, hemicellulose, lignin, ash and NIDA were observed for silage containing soybean hulls. It was found higher values of pH in the silage with soybean hulls (mean 4.0) compared to the elephant grass silage wilted (3.7). The silages with added soybean hulls had lower levels of NH3-N. Soybean hulls reduced both gases losses as losses from effluent. The levels of soybean hulls in the elephant grass silage promoted the highest values of total digestible nutrients and in situ digestibility of dry matter. In experiment II, there were avaaliações chemical fractions that constitute the total carbohydrates (CT), ie, the average levels of non-fibrous carbohydrates (A + B1), cell wall components available that are potentially degradable fractions (B2) and indigestible cell wall fraction (iNDF) and the fractions constituting the crude protein (CP), the fraction consisting of non-protein nitrogen (A), nitrogen fraction of rapid degradation and intermediate (B1 + B2), nitrogen fraction of slow degradation (B3) and fraction of non-digestible nitrogen (C). The levels of soybean hulls in silage caused linear decrease in total carbohydrate, with an estimated reduction of 0.18 percentage points for each unit of added soybean hulls. Silage produced with 6% soybean hulls had similar total CT content of the wilted silage, since the other silages with added soybean hulls (12, 18 and 24%) had values less than the total CT silage elephant grass wilted. Increments observed for the fraction (B2), with addition of soybean hulls, while for these same treatments decreased the fraction iNDF. The addition of soybean hulls allowed to raise the percentage of protein of the silage. No changes were observed in fractions B1 + B2 and C protein, depending on the levels of soybean hulls. A decrease in the fraction and the increase in protein B3 fraction. In experiment III, we evaluated the kinetic parameters of ruminal degradation of DM, NDF and CP. The highest values of SD were observed in DM silage with added soybean hulls with 74.8, 79.8, 90.8, 89.9, respectively, for 6, 12, 18 and 24% addition of shell soybean. As for the elephant grass silage wilted, the DP of MS was 65.3%. The disappearance of the NDF curve indicates that the behavior of the silage was similar to 36 hours. After 48 hours, disappearance of NDF differed between the silage and it was observed that the higher the addition of soybean hulls, the greater the degradation of the fiber as a function of incubation time. For the ED of CP did not observe large variations between silages, maintaining values between 79 and 80% for the passage rate of 2% / hour, between 75 and 76% to a rate of 5% / hour, and 73 75% to 8% / hour.

Key words: elephant-grass, fermentation, waste, silage

---

*Adviser: Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.*, UESB e Coadvise: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, *D.Sc.*, UFBA

1. INTRODUÇÃO

As condições climáticas de grande parte do Brasil são caracterizadas por dois períodos distintos, período das águas e período seco, que determinam a disponibilidade e qualidade de forragem. Isso porque o clima no período das águas é marcado pela alta umidade e calor, o que favorece abundante produção de forragens com alto valor nutritivo, fato que ocorre inversamente no período seco.

Para diminuir os efeitos causados pela sazonalidade, o excedente da produção de forragens no período das águas pode ser utilizado na alimentação animal no período seco, através do emprego de técnicas de conservação como a ensilagem.

A ensilagem tem como principal objetivo maximizar a preservação original dos nutrientes encontrados na forragem fresca, durante o armazenamento, com o mínimo de perdas de matéria seca e energia. É necessário, portanto, que a respiração da planta e sua atividade proteolítica, bem como a atividade clostrídica e o crescimento de microrganismos aeróbios, sejam limitadas (Pereira et al., 2007). Assim, o processo de ensilagem deve envolver a conversão de carboidratos solúveis em ácido lático, que provocam queda no pH da massa ensilada a níveis que inibem a atividade microbiana, preservando suas características (Ferrari Júnior et al., 2009).

Os capins do gênero *Pennisetum* apresentam elevada produção de massa verde por hectare durante o período das chuvas, o que leva a despertar grande interesse para ensilagem. Entretanto, o momento ideal para ensilagem, quando o capim apresenta elevado valor nutritivo, ocorre por volta dos 50 a 70 dias de crescimento após o corte de uniformização, em que normalmente o teor de umidade é elevado.

O baixo teor de MS das forrageiras é um dos principais fatores responsáveis pela produção de silagem de baixo valor nutritivo. Como o capim-elefante no momento ideal de corte apresenta teor de MS de 15 a 20%, estudos envolvendo a adição de co-produtos ou resíduos com elevado teor de MS na ensilagem têm sido conduzidos (Ferrari Jr. & Lavezzo, 2001; Souza et al., 2003; Ferreira et al.; 2004; Carvalho, 2006; Neiva et al., 2006; Carvalho et al., 2007a; Carvalho et al., 2007b; Zanine et al., 2007; Cruz, 2009; Ferreira et al., 2009; Pires et al., 2009a; Pires et al., 2009b).

Segundo Igarasi (2002), para utilizar aditivos absorventes, preconiza-se que estes apresentem alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água e boa aceitabilidade, além de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição. Considerando os requisitos citados anteriormente, a casca de soja apresenta-se com características que podem beneficiar a qualidade final da silagem, com elevado teor de

matéria seca (acima de 85%), o que poderia contribuir para a elevação da matéria seca da silagem e, como consequência, reduzir as prováveis perdas de valor nutritivo, além de ser uma fonte altamente energética, possuindo carboidratos de rápida fermentação ruminal.

A casca do grão de soja é obtida no processamento da extração do óleo do grão desta oleaginosa. A cada tonelada de soja processada, é gerado cerca de 2% de resíduo. No entanto, esta porcentagem pode variar de 0% a 3%, de acordo com a proteína da soja que foi esmagada. Quando o teor de proteína da soja é elevado, não há necessidade de retirar a casca de soja do farelo. Entretanto, se o teor de proteína do grão de soja for baixo, esta necessidade se caracteriza para elevar o teor de proteína bruta deste (Zambom et al., 2001).

Além de possíveis incrementos na matéria seca da silagem, a inclusão de casca de soja na ensilagem de capim-elefante poderia melhorar o valor nutritivo devido a sua composição. A casca de soja apresenta matéria seca em torno de 85%, proteína bruta de 12 a 15%, com baixos percentuais de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (6,9%), média de fibra em detergente neutro de 66,5%, com baixos percentuais de lignina (média de 5,1%), extrato etéreo em torno de 2,1% e digestibilidade *in vitro* da matéria seca em torno de 65% (Alcalde et al., 2009; Costa, 2009; Souza, 2008; Macedo, 2008; Paiva et al., 2006; Restle et al., 2004; Oliveira, 2005).

A casca do grão de soja é um subproduto da agroindústria, classificado pelo NRC (2001) como um alimento volumoso seco, e uma de suas características é a presença de pectina na parede celular.

Devido ao padrão de fermentação ruminal, a casca de soja pode ser classificada como fibra rapidamente fermentável, podendo ser utilizada tanto como fonte de energia, quanto para manter ideal o teor de fibra da dieta, sem diminuir a concentração do acetato ruminal e da gordura do leite. Como fonte de fibra de rações altamente energéticas, ela não deve exceder 28% da MS da dieta, já que níveis mais altos podem diminuir a digestibilidade da ração (Zambom et al., 2001).

O experimento foi conduzido para avaliar o valor nutritivo, as perdas após processo fermentativo, as frações que compõem os carboidratos e proteínas e a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de casca de soja.

1.1 Literatura citada

ALCALDE, C.R.; ZAMBOM, M.A.; PASSIANOTO, G. de O.; LIMA, L.S. de; ZEOULA, L.M. e HASHIMOTO, J.H. Valor nutritivo de rações contendo casca do grão de soja em substituição ao milho moído para cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, n.11, p.2198-2203, 2009.

CARVALHO, G.G.P. **Capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CARVALHO, G.G.P. de; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; AZEVÊDO, J.A.G.; FERNANDES, F.É. e PEREIRA, O.G. Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1875-1881, 2007b.

CARVALHO, G.G.P. de; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; AZEVÊDO, J.A.G.; CARVALHO, B.M.A. de e CAVALI, J. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1495-1501, 2007a (suplemento1).

COSTA, S.B. de M. **Feno de capim tifton, casca de soja e caroço de algodão como fonte de fibra em dietas à base de palma forrageira para ovinos.** Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009. 44f. Tese (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

CRUZ, B.C.C. da. **Silagem de capim elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá.** Itapetinga, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2009. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2009.

FERRARI JÚNIOR E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum,* Schum) emurchecido ou acrescido e de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V.T.; POSSENTI, R.A. e LUCENAS, T.L. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. paraíso). **Archivos de Zootecnia***,* v.58, n.222, p.185-194. 2009.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E. e BORGES, I. 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; LÔBO, R.N.B. e VASCONCELOS, V.R. de. Valor Nutritivo das silagens de capim-Elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de cajú. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” / Universidade de São Paulo, 2002. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” / Universidade de São Paulo, 2002.

MACEDO, L.M.A.; PRADO, I.M. do; PRADO, J.M.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; SOUZA, N.E. e PRADO, I.N. do. Composição química e perfil de ácidos graxos de cinco diferentes cortes de novilhas mestiças (Nelore *vs* Charolês). **Ciências Agrárias**, v.29, n.3, p.597-608, 2008.

NEIVA, J.N.M.; NUNES, F.C.S.; CÂNDIDO, M.J.D.; RODRIGUEZ, N.M. e LÔBO, R.N.B. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1845-1851, 2006 (suplemento 1).

OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

PAIVA, L.M.; FERNANDES, H.J.; ORLANDI, C.C.B.; TREVISAN, P.S.F.; BELINO, R.A.; OLIVEIRA, F.P. de e KADRI, M.C.; OLIVEIRA, D.P. de. Alimentos energéticos alternativos para bovinos em Aquidauana. In ZOOTEC, 2006, Pernambuco. **Anais....** (2006).

PEREIRA, O.G.; ROCHA, K.D. e FERREIRA, C.L.L.F. Composição química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.36, n.6, p.1742-1750, 2007.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. DE; GARCIA, R.; CARVALHO JÚNIOR, J.N. DE.; RIBEIRO, L.S.O. e CHAGAS, D.M.T. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.34-39, 2009a.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. DE; GARCIA, R.; CARVALHO JÚNIOR, J.N. DE.; RIBEIRO, L.S.O. e CHAGAS, D.M.T. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.422-427, 2009b.

RESTLE, J.; FATURI, C.; FILHO ALVES, D.C.; BRONDANI, I.L.; SILVA, J.H.S.; KUSS, F.; SANTOS, C.V.M. e FERREIRA, J.J. Substituição do Grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.

RESTLE, J.; FATURI, C.; FILHO, D.C.A. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.

SOUZA, A.L. de.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; ROCHA, F.C. e PIRES, A.J.V. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*pennisetum purpureum* schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.828-833, 2003.

SOUZA, E.J.O. de. **Substituição de casca de soja por feno de tifton (*Cynodon dactylon*) em dietas a base de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica,* Mill) para caprinos.** Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 67f. Tese (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T. dos; MODESTO, E.C.; ALCALDE, C.R.; GONÇALVES, G.D.; SILVA, D.C. da; SILVA, K.T. da e FAUSTINO, J.O. Valor

nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja e milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.

ZANINE, A. DE M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D. DE J.; PINTO, L.F.B.; e PEREIRA, O. G. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com ou sem *lactobacillus plantarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. **Ciência Animal Brasileira,** v.8, n.4, p.621-628. 2007.

CAPÍTULO I

Valor nutritivo e perdas fermentativas de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja

RESUMO: O experimento foi conduzido para avaliar o valor nutritivo e as características fermentativas da silagem de capim-elefante submetido ao emurchecimento ou à adição de diferentes níveis de casca de soja. O capim-elefante foi submetido à corte de uniformização e, após 60 dias de rebrota, foi submetido à ensilagem, tendo os seguintes tratamentos: capim-elefante emurchecido ao sol por 8 horas, e capim-elefante sem emurchecimento com níveis de 6, 12, 18 e 24% de casca de soja, com base na matéria natural (peso/peso). O material foi acondicionado em silos experimentais de PVC, com dimensões de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, que foram abertos após 60 dias de fermentação. As silagens com casca de soja apresentaram maiores teores de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, celulose, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, nutrientes digestíveis totais e digestibilidade *in situ* da matéria seca. Por outro lado, reduções nos teores de fibra em detergente neutro, hemicelulose, lignina e cinzas foram observados para os tratamentos contendo casca de soja. Para todas as silagens produzidas com adição de casca de soja (6, 12, 18 e 24%), observou-se valores de pH superior à silagem com capim-elefante emurchecido (3,7). Quanto aos teores de nitrogênio amoniacal, as silagens produzidas com adição de casca de soja (12, 18 e 24%) apresentaram valores inferiores ao obtido para a silagem de capim-elefante emurchecido (9,9%), respectivamente, 5,9, 4,6 e 4,3% do nitrogênio total. A casca de soja reduziu tanto perdas por gases bem como as perdas por efluente. Os níveis de casca de soja na ensilagem do capim-elefante promoveram aumentos na digestibilidade *in situ* da matéria seca.

Palavras-chave: conservação, co-produto, efluente, fermentação, forrageira, *Pennisetum purpureum*

Nutritive value and fermentation losses of silage of elephantgrass wilted or with soybean hulls

ABSTRACT: The experiment was conducted to evaluate the nutritive value and fermentation characteristics of elephant grass silage wilted or subjected to the addition of different levels of soybean hulls. The elephant grass was submitted to the court of standardization and, after 60 days of age, was submitted for silage, with the following treatments: elephant grass wilted in the sun for eight hours, and elephant grass without wilting levels of 6, 12 18 and 24% of soybean hulls, based on the matter (weight / weight). The material was packed in silos of PVC, with dimensions 50 cm high and 10 cm in diameter, which were opened after 60 days of fermentation. Silage with soybean hulls had higher dry matter, organic matter, crude protein, cellulose, neutral detergent insoluble nitrogen, total digestible nutrients and in situ digestibility of dry matter. Conversely, reductions in levels of neutral detergent fiber, hemicellulose, lignin and ash were observed for treatments containing soybean hulls. Produced for all silage with added soybean hulls (6, 12, 18 and 24%) was observed at pH values higher than silage wilted elephant grass (3.7). As the concentration of ammonia nitrogen, the silages with added soybean hulls (12, 18 and 24%) showed lower values obtained for the elephant grass silage wilted (9.9%), respectively, 5.9, 4.6 and 4.3% of total nitrogen. Soybean hulls reduced both gases losses and losses by effluent. The levels of soybean hulls in the elephant grass silage promoted increases in the *in situ* digestibility of dry matter.

Keywords: conservation, co-product, effluent, fermentation, forage grass, *Pennisetum purpureum*

Introdução

A sazonalidade afeta diretamente a disponibilidade e o valor nutritivo das forragens, ocasionando baixos índices produtivos em ruminantes nos trópicos. A técnica de ensilagem surge como alternativa para redução de perdas na pecuária, permitindo utilização do excedente de forragem produzido no período das águas para alimentação animal no período seco.

Entre as gramíneas utilizadas na produção de silagem, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) destaca-se por ser uma forrageira com excelente potencial de produção de matéria seca (MS), com quantidade razoável de carboidratos solúveis (9,8 a 15% na MS) (Andrade et al., 2004).

Embora o capim-elefante seja apresente potencial para ensilagem, deve-se considerar a presença do alto teor de umidade desta gramínea, que se dá no momento ideal para o corte, por volta dos 60-70 dias de rebrota, após corte de uniformização, inibindo o adequado processo fermentativo e dificultando a produção de silagens de boa qualidade. Na tentativa de aumentar o teor de matéria seca e promover incrementos no valor nutritivo da silagem de capim-elefante, o emurchecimento e uso de aditivos são técnicas que tem sido bastante estudadas (Carvalho et al., 2007; Oliveira, 2008; Silva et al., 2007; Pires et al., 2009).

Segundo Igarasi (2002), para utilizar aditivos absorventes, preconiza-se que estes apresentem alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água e boa aceitabilidade, além de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição. Assim, a casca de soja enquadra neste perfil de aditivo para ensilagem do capim-elefante, tendo todas estas características, acima citadas, e, ainda, pode adicionar valor nutritivo ao capim-elefante.

O valor nutricional da casca de soja pode variar conforme o processo de industrialização dos grãos de soja para a produção de óleo. A casca de soja, de acordo com Zambom et al. (2001), constitui 2% do total do grão, no entanto, esse percentual pode variar de 0 a 3%.

Objetivou-se avaliar o valor nutritivo e as perdas fermentativas da silagem de capim-elefante submetido ao emurchecimento ou à adição de diferentes níveis de casca de soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no Campus Juvino Oliveira, localizado na cidade de Itapetinga – BA.

Foi utilizado o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), proveniente de uma capineira já estabelecida pertencente à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira, Itapetinga-Bahia, cortado aos 60 dias de desenvolvimento.

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sendo capim-elefante emurchecido e sem emurchecimento e com quatro níveis de casca de soja (6, 12, 18 e 24%, com base na matéria natural), e com quatro repetições.

O capim foi submetido a um corte de uniformização, a uma altura média de 10 cm do solo e, após um período de rebrota de 60 dias, foi colhido manualmente, picado em ensiladeira estacionária, adotando tamanho de fragmentos de 2 cm aproximadamente.

Nos tratamentos sem emurchecimento, logo após o corte, foi imediatamente incorporada a casca de soja, sendo a proporção adicionada com base na matéria verde da gramínea. No processo de emurchecimento, o capim foi colhido e espalhado no campo e, após 8 horas de exposição ao sol, foi ensilado.

Tabela 1 **-** Composição químico-bromatológica do capim-elefante emurchecido, sem emurchecer e da casca de soja

	Capim-elefante		
	Não emurchecido	Emurchecido	Casca de soja
Matéria seca	17,6	31,7	93,1
Matéria orgânica[1]	92,5	93,2	95,8
Proteína bruta[1]	7,5	7,4	12,8
Extrato etéreo[1]	2,2	2,9	0,7
FDN[1]	65,2	71,9	78,9
FDNcp[1]	63,0	70,4	77,7
FDA[1]	45,8	44,7	56,0
Cinza[1]	7,5	6,8	4,2
Lignina[1]	6,7	6,7	2,6
Celulose[1]	36,7	36,1	53,0
Hemicelulose[1]	26,5	25,4	23,0
NIDN[1]	0,39	0,24	0,86
NIDA[1]	0,27	0,18	0,33

NIDN[2]	33,4	20,2	42,2
NIDA[2]	14,9	22,6	15,9
CT[1]	82,8	82,9	82,3
CNF[1]	19,8	12,5	4,6

[1]% da Matéria seca; [2]% do Nitrogênio Total

Após obter um material homogêneo, constituído de capim e casca de soja (com quantidade referente a cada nível de inclusão com base em peso/peso), este material foi acondicionado em silos experimentais de PVC, cilíndricos, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, providos de válvula de Bunsen, para saída de gases oriundos da fermentação. Foi também utilizado 1 kg de areia no fundo de cada silo, para captar o efluente gerado durante o processo. A compactação foi realizada de modo a obter densidade de 600 kg/m^3, e os silos foram vedados e pesados, sendo armazenados em galpão coberto durante 60 dias.

Após este período, os silos foram pesados e abertos, procedendo-se então a coleta de amostras, os quais foram congeladas para posteriores análises. Essas amostras foram devidamente acondicionadas e transportadas para o Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira, onde foram processadas e analisadas.

Parte das amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, acondicionada em saco de papel e levada à estufa de pré-secagem, por 72 horas, à temperatura de 60ºC. Em seguida, foram moídas em moinho tipo Wiley, em peneira com malha de 1 mm, e submetidas às análises de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cinzas, lignina, celulose, hemicelulose, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002), e nutrientes digestíveis totais (NDT), segundo a metodologia proposta por Weiss et al. (1992), com as modificações sugeridas pelo NRC (2001), representadas pelas equações que se seguem:

$$NDT = CNFD + PBD + (AGD \times 2{,}25) + FDND - 7$$

Sendo:

CNFD = 0,98 {100 – [(FDN – PBFDN)* + PB + EE + Cinzas]} x FAP

PBD = PB [-1,2 x (PBFDA / PB)]

AGD = AG = EE – 1. Se EE <1, AG = 0

FDND = 0,75 x [(FDN – PBFDN)* - Lig] x {1- [Lig/(FDN – PBFDN) *]0,667}

*se a FDN for determinada adicionando sulfite de sódio, não subtrair a PBFDN

Em que:

CNFD = Carboidratos não fibrosos verdadeiramente digestíveis;

PBD = Proteína bruta verdadeiramente digestível;

AGD = Ácidos graxos verdadeiramente digestíveis;

FDND = FDN verdadeiramente digestível;

PBFDN = Proteína bruta ligada a FDN;

FAP = Fator de ajuste de processamento, neste caso igual a 1;

PBFDA = Proteína bruta ligada a FDA;

Lig = Lignina.

Para medir a digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS), foi utilizada a técnica dos sacos de náilon suspensos no rúmen, proposta por Mehrez & Orskov (1979), seguindo recomendações propostas por Nocek (1988). Os sacos de náilon utilizados neste experimento, antes de receberem as amostras, foram levados a estufa de ventilação forçada de ar, por 24 horas a 65ºC, e, a seguir, resfriados e pesados, obtendo-se, dessa forma, o peso dos sacos vazios. Pesaram-se as amostras e foram colocadas em cada saquinho e após esta etapa foram lacrados. Cada saquinho manteve uma relação próxima de 20mg de MS/cm^2 de área superficial do saco (NOCEK, 1988). Em seguida, foram amarrados e fixados em uma corda de náilon e introduzidos no rúmen de um bovino adulto fistulado. O período de incubação foi de 48 horas, decorridos este tempo, os sacos foram retirados do rúmen, lavados em água corrente, sem esfregar, até que se mostrassem limpos sem presença de fragmentos. Foram secos em estufa a 65ºC, colocados em dessecador até esfriarem e serem pesados novamente. A avaliação da DISMS foi obtida por diferença de peso encontrada entre as pesagens, antes e após a incubação ruminal, expressos em porcentagem.

Parte da silagem *in natura* (50 g) foi triturada com 200 mL de água, em liquidificador industrial, e filtrada em gaze para extração do meio aquoso, que foi utilizado imediatamente para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) e pH. O teor de N-NH_3, como porcentagem do N-total, foi dosado imediatamente, utilizando-se óxido de magnésio e cloreto de cálcio, segundo Cunniff (1995).

As perdas de matéria seca sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença entre pesagens efetuadas na ensilagem e na abertura dos silos.

Determinação das perdas por gases

A perda de matéria seca decorrente da produção de gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto da matéria seca inicial e final dos silos experimentais, em relação à quantidade de matéria seca ensilada, descontados o peso do conjunto silo e areia seca, de acordo com Jobim et al. (2007).

A determinação da perda gasosa foi calculada segundo a equação:

PG = (PSI – PSF) / MSI x 100

Em que:

PG = Perda por gases (% da MS)

PSI = peso do silo no momento da ensilagem (kg)

PSF = peso do silo no momento da abertura (kg)

MSI = matéria seca ensilada (quantidade de forragem em kg x % MS)

Determinação da produção de efluente

A determinação da produção de efluente foi realizada mediante diferença de pesagens do conjunto silo e areia, depois e antes da ensilagem, em relação à quantidade de matéria verde ensilada. Após ser retirada toda a forragem do silo experimental, foi feito a pesagem do conjunto (silo + tampa + areia úmida + tela) e, subtraindo-se deste o peso do mesmo conjunto da ensilagem, e então estimada a produção de efluente drenado para o fundo do silo, de acordo com Jobim et al, (2007).

A determinação da produção de efluente será calculada segundo a equação:

PE = (PSAF – PSAI) / MNI x 100

Em que:

PE = produção de efluente (kg de efluente / t de matéria verde ensilada);

PSAF = peso do conjunto silo, areia, tela de náilon após a abertura (kg);

PSAI = peso do conjunto silo, areia, tela de náilon antes da ensilagem (kg);

MNI = quantidade de forragem ensilada (kg).

Determinação do índice de recuperação de matéria seca

Esta determinação foi obtida por meio da diferença de peso obtida pela pesagem da massa de forragem nos momentos da ensilagem e da abertura e seus

respectivos teores de matéria seca, calculando-se a recuperação de matéria seca (RMS), de acordo com Jobim et al (2007), a equação:

RMS = (MFab x MSab) / (MFfe x MSfe)*100

Em que:

RMS = Índice de Recuperação da Matéria Seca;

MFab = Massa de Forragem na abertura;

MSab = Teor de Matéria Seca na abertura;

MFfe = Massa de Forragem no fechamento;

MSfe = Teor de Matéria Seca da forragem no fechamento.

A variação dos teores de matéria seca foi calculada como a diferença em módulo da porcentagem de matéria seca no momento da ensilagem e da porcentagem de matéria seca na abertura.

Os resultados foram interpretados por meio de análise de variância e regressão, e a comparação entre os níveis de casca de soja e emurchecimento foi realizada pelo teste de Dunnett e regressão, adotando-se 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) para realização das análises estatísticas, conforme Ribeiro Jr. (2001).

Resultados e Discussão

A adição de casca de soja promoveu redução satisfatória no teor de umidade da gramínea (Tabela 2). A silagem com 12% de adição da casca de soja apresentou teor de matéria seca (26,8%) similar a silagem de capim-elefante emurchecido (28,1%). A silagem com adição de 6% de casca de soja apresentou teor de matéria seca inferior às silagens com capim-elefante emurchecido (22,8%). As silagens com 18 e 24% de casca de soja apresentaram teor de matéria seca superior ($P<0,05$) à silagem de capim, sendo os acréscimos, respectivamente de 2,3 e 6,7 unidades percentuais. O aumento no teor de matéria seca é resultante dos altos percentuais de matéria seca presente na casca de soja (93,1%), comprovando, assim, o potencial deste aditivo em absorver a umidade de forrageiras, no processo de ensilagem.

A casca de soja revelou eficiente em aumentar o teor de matéria seca da forragem ensilada, quando adicionada nos níveis mais altos (18 e 24%).

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica, nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade *in situ* da matéria seca (DIVMS) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja

Item		Casca de soja (% da matéria natural)				EPM
	EMUR	6	12	18	24	(%)[2]
Matéria seca	28,1	22,8*	26,8	30,4*	35,7*	3,5
Matéria orgânica[1]	92,8	92,3	93,2	93,6*	94,4*	1,0
Proteína bruta[1]	6,2	8,7*	10,7*	11,1*	11,6*	5,6
Extrato etéreo[1]	3,1	3,1	3,2	3,5	3,4	11,7
FDN[1]	72,0	69,8	65,9*	66,3*	65,0*	3,2
FDNcp[1]	70,2	68,3	64,7*	64,0*	65,6*	2,9
FDA[1]	45,3	46,2	44,7	46,1	46,9	8,7
Cinza[1]	7,2	7,6	6,8	6,3*	5,6*	5,1
Lignina[1]	6,1	4,8*	4,4*	4,4*	3,9*	10,5
Celulose[1]	37,7	40,4*	39,5	41,3*	42,8*	3,0
Hemicelulose[1]	26,7	23,6*	21,2*	20,2*	18,1*	3,7
NIDN[3]	9,5	12,7*	12,0*	14,4*	16,7*	11,0
NIDA[3]	10,2	9,3*	8,1*	9,2*	9,5	10,1
NDT	56,4	56,5	56,5	57,1*	58,7*	7,7
DISMS	47,7	48,3	51,1*	52,0*	57,8*	10,3

*Médias seguidas por asterisco diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Dunnett
[1]Em % da matéria seca
[2]Erro padrão da média
[3]Em % do nitrogênio total

Considerando os níveis de inclusão de casca de soja no capim-elefante, o teor de matéria seca das silagens apresentou comportamento quadrático, estimando-se valor mínimo de 25,1 para o nível de 7,4% de casca de soja.

O teor de matéria seca ideal para ensilar forrageiras está em torno de 30% de MS, para obter silagens de boa qualidade com fermentação lática. Segundo Carvalho (2006), para o capim-elefante, o estágio vegetativo em que o mesmo apresenta bom valor nutritivo não coincide com este teor de matéria seca, necessitando, portanto, de algum pré-tratamento antes da ensilagem.

Tabela 3 - Equação de regressão e coeficiente de determinação obtidos para composição químico-bromatológica, nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade *in situ* da matéria seca (DIVMS) em função dos níveis de casca de soja na silagem de capim-elefante não emurchecido

Item	Equação de regressão	r^2
Matéria seca	$\hat{Y} =$ 27,1105 – 0,555809*CS + 0,0377364*CS^2	0,85
Matéria orgânica[1]	$\hat{Y} =$ 92,6516 – 0,0192710*CS + 0,00396276*CS^2	0,78
Proteína bruta[1]	$\hat{Y} =$ 7,15202 + 0,214712*CS	0,80
Extrato etéreo[1]	$\hat{Y} =$ 3,3	---
FDN[1]	$\hat{Y} =$ 71,3142 – 0,292211*CS	0,58
FDNcp[1]	$\hat{Y} =$ 69,2406 – 0,223028*CS	0,61
FDA[1]	$\hat{Y} =$ 45,8	---
Cinza[1]	$\hat{Y} =$ 7,62669 – 0,0758543*CS	0,70
Lignina[1]	$\hat{Y} =$ 5,71082 – 0,0807185*CS	0,62
Celulose[1]	$\hat{Y} =$ 38,0897 + 0,185822*CS	0,61
Hemicelulose[1]	$\hat{Y} =$ 26,1009 – 0,344551*CS	0,92
NIDN[1]	$\hat{Y} =$ 9,83204 + 0,270297*CS	0,71
NIDA[1]	$\hat{Y} =$ 10,2711 – 0,253303*CS + 0,00954749*CS^2	0,67
NDT[1]	$\hat{Y} =$ 55,4250 + 0,118750*CS	0,62
DISMS[1]	$\hat{Y} =$ 44,9505 + 0,491077*CS	0,67

*Significativo a 5% de probabilidade
[1]% da matéria seca

Para o teor de matéria orgânica (MO), os tratamentos 6 e 12% de adição de casca de soja ao capim-elefante apresentaram resultados similares ao tratamento emurchecido. Por outro lado, as silagens com 18 e 24% de adição de casca de soja foram superiores (Tabela 2). O teor de MO comportou-se de forma quadrática em função dos níveis de adição de casca de soja, estimando-se valor mínimo de 92,6 de MO para o nível de 2,4% de adição de casca de soja.

Ferrari Júnior & Lavezzo (2001), avaliando a qualidade da silagem de capim-elefante emurchecido e sem emurchecimento com níveis de farelo de mandioca (2, 4, 8 e 12%, na matéria natural), observaram percentuais de 94,6, 94,6, 93,4, 94,2, 94,1, 93,3% de MO. O presente trabalho está de acordo com estes dados com matéria orgânica entre 92,8 e 94,4% para as silagens de capim-elefante emurchecido e com níveis de casca de soja, respectivamente.

Para a proteína bruta (PB), as silagens com 6, 12, 18 e 24% de adição de casca de soja ao capim-elefante apresentaram resultados superiores,

respectivamente, 8,7, 10,7, 11,1 e 11,6%, a silagem de capim-elefante emurchecido (6,2%). A adição de casca de soja elevou os valores de PB linearmente, atribuindo acréscimos de 0,21% para cada unidade de casca de soja adicionada. Isso pode ser explicado pela inclusão da casca de soja, que apresentou 12,8% de PB, com maior percentual em relação ao capim-elefante (7,5%) (Tabela 1).

Ferrari Júnior et al. (2009), ao avaliar a composição de silagem de capim-elefante emurchecido ou capim-elefante emurchecido com níveis de polpa cítrica (5 e 10%), observaram percentuais de 14,7, 13,2 e 12,7% para PB, respectivamente. Embora a casca de soja tenha uma composição bem parecida com a polpa cítrica, os dados discordam com o presente trabalho, em que os níveis de casca de soja, adicionados no momento da ensilagem, provocaram incrementos nos percentuais de PB, como descritos anteriormente.

Para os valores obtidos para fibra em detergente neutro (FDN) e FDN isenta de cinza e proteína (FDNcp), observou comportamento linear decrescente (Tabela 2). A silagem produzida sem adição de casca de soja (emurchecido) e com o nível de 6% de casca de soja apresentaram maiores teores destas frações, respectivamente, 72,0 e 69,8% de FDN e 70,2 e 68,3% de FDNcp. Os valores dos demais tratamentos, 12, 18 e 24%, apresentaram percentuais inferiores ($P<0,05$) aos da silagem obtida do capim-elefante emurchecido, sendo, respectivamente, 65,9, 66,3 e 65,0% de FDN e 64,7, 64,0 e 65,6% de FDNcp (Tabela 2). Estimaram-se reduções de 0,29 e 0,22 unidades percentuais por unidade de casca de soja adicionada, para as variáveis FDN e FDNcp, respectivamente (Tabela 3). Embora a casca de soja apresente altos percentuais de FDN (78,9%), este subproduto possui elevados percentuais de pectina, que, mesmo sendo carboidratos não fibrosos, está presente na parede celular, ocasionando melhor aproveitamento da fibra. Provavelmente, este fato explica as reduções na fração fibrosa, quando adicionado no momento da ensilagem do capim-elefante.

Carvalho (2006), ao avaliar a composição da silagem de capim-elefante com adição de farelo de cacau (7, 14, 21 e 28%, na matéria natural), observou, como no presente trabalho, diminuição linear dos teores de FDN e FDNcp, com redução de 0,52 e 0,62 unidades percentuais para cada unidade de farelo de cacau adicionada. Os autores explicam que foi devido aos menores teores destes constituintes no farelo de cacau (48,5%) em relação ao capim-elefante (71,1%).

Conforme exposto na Tabela 2, não houve diferença estatística ($P>0,05$) para as variáveis analisadas, fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE), estimando-se uma média entre os tratamentos de 45,8 e 3,3%, respectivamente.

Para o teor de cinzas, a silagem com emurchecimento foi similar (P>0,05) aos tratamentos com adição de 6 e 12% de casca de soja (Tabela 2). Já as silagens com adição de casca de soja com 18 e 24%, foram inferiores (P<0,05) ao tratamento emurchecido (7,2%), com 6,3 e 5,6%, respectivamente. Observou-se efeito linear decrescente, com redução de 0,07 unidades percentuais para cada unidade de casca de soja adicionada. Esta redução nos teores de cinzas pode ser explicada devido aos baixos percentuais desta fração na casca de soja (4,2%) em relação ao capim-elefante emurchecido (7,5%).

Para o teor de lignina, todas silagens com adição de casca de soja foram inferiores (P<0,05) à silagem emurchecida (6,1%). As silagens com adição de casca de soja (6, 12, 18 e 24%) apresentaram 4,8, 4,4, 4,4, 3,9% de lignina. Observou-se diminuição linear, estimando-se reduções de 0,08 unidades percentuais no teor de lignina para cada unidade de casca de soja adicionada. Este fato provavelmente ocorreu em função dos níveis de lignina presente na casca de soja (2,6%), inferior a lignina do capim-elefante (6,7%).

Santos (2011), avaliando silagem de capim-elefante (100%), silagem de capim-elefante (70%) com 30% de: farelo de algaroba, vagem de algaroba e amido de algaroba, observou teor de lignina de 9,7, 8,2, 8,1 e 6,6%, respectivamente.

Quanto ao teor de celulose, a silagem com adição de 12% de casca de soja foi similar (P>0,05) a silagem com emurchecimento, observou-se para tal variável 39,5 e 37,7%, respectivamente. Entretanto, as silagens produzidas com capim-elefante com 6, 18 e 24% de casca de soja diferiram significativamente (P<0,05) da silagem emurchecida (37,7%), apresentando 40,4, 41,3 e 42,8% de celulose. Este percentual de celulose para a silagem de capim-elefante emurchecido está de acordo com Ferrari Júnior (2009), avaliando silagens de capim-elefante cv. Paraíso encontrou teor de celulose similar (38,2%). A adição dos níveis de casca de soja, para a produção de silagem, resultou em aumento linear dos teores de celulose. Estimou-se incrementos de 0,18 unidades percentuais por unidade de casca de soja adicionada.

As silagens com casca de soja apresentaram menor (P<0,05) teor de hemicelulose em relação à silagem de capim-elefante emurchecido. Observou-se diminuição linear nos teores de hemicelulose, estimando reduções de 0,34 unidades percentuais por unidade de casca de soja adicionada.

Em relação aos teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), observou-se que todas silagens com adição de casca de soja foram superiores ao tratamento emurchecido. A equação de regressão mostrou que houve incrementos de 0,27 unidades percentuais de NIDN para cada unidade de casca de soja adicionada. Este aumento nos teores de NIDN nas silagens pode ser explicado pelos maiores

valores deste na casca de soja (15,9%) em relação ao capim-elefante no momento da ensilagem (14,9%), conforme evidenciado na Tabela1.

Em relação ao nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), somente a silagem contendo 24% de casca de soja (9,5%) foi similar à silagem emurchecida (10,2%). As demais silagens, 6, 12 e 18% de adição de casca de soja, foram inferiores (P<0,05) a silagem emurchecida, apresentando 9,3, 8,1 e 9,2% de NIDA (% da matéria seca). Verificou-se comportamento quadrático para os teores de NIDA das silagens, em função dos níveis de adição de casca de soja, estimando-se valor mínimo de 8,6 de NIDA para o nível de 13,2% de adição de casca de soja.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens produzidas com capim-elefante com 6 e 12% de casca de soja (56,5 e 56,5%, respectivamente) foram similares (P>0,05) à silagem de capim-elefante emurchecido (56,4%). Já os tratamentos com silagem contendo 18 e 24% de casca de soja foram superiores à silagem de capim-elefante emurchecido, assim, 57,1 e 58,7%, respectivamente, para 18 e 24% de casca de soja (Tabela 2). Observou-se comportamento linear crescente, estimando-se 0,11 unidades percentuais para NDT, a cada unidade de casca de soja adicionada (Tabela 3).

Silva et al. (2007) avaliaram o efeito da adição de diferentes níveis (5; 10; 15 e 20%) de bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum,* Schum) e observaram valor médio de NDT de 55,4%, não observando diferença estatística entre os tratamentos, valores este concordantes com o presente estudo para os tratamentos com emurchecimento ou acrescidos de 6 e 12% de casca de soja.

Para a DISMS, o tratamento contendo 6% de casca de soja (48,3%) foi similar (P>0,05) a silagem emurchecida (47,7%), entretanto, as silagens contendo níveis de 12, 18 e 24% de casca de soja foram superiores ao tratamento emurchecido (51,5, 52,0 e 57,8%, respectivamente) (Tabela 2). Para a análise de regressão, observou-se comportamento linear crescente, estimando-se 0,49 unidades percentuais de DISMS para cada unidade de casca de soja adicionada (Tabela 3).

O aumento na DISMS para os níveis acima de 12% podem se explicados pelos baixos percentuais de NIDA e lignina da casca de soja. Segundo Carvalho et al. (2007), o aumento na digestibilidade indica maior aproveitamento dos nutrientes pelos microrganismos ruminais, com consequente maior disponibilidade de energia e proteína ao sistema ruminal. O menor teor de NIDA e lignina nas silagens contribuem para a maior digestibilidade, visto que este último é um composto fenólico e tem correlação negativa com a digestibilidade.

Tabela 4 - Média de pH e teores de nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) do capim-elefante emurchecido (EMUR) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja

Item	EMURC	Casca de soja (% da matéria natural)				CV (%)
		6	12	18	24	
pH	3,7	4,0*	4,0*	4,0*	4,0*	2,4
$N\text{-}NH_3$[1]	9,9	9,9	5,9*	4,6*	4,3*	3,1

[1]Em % do nitrogênio total

As silagens com casca de soja apresentaram valores de pH superiores à silagem com capim-elefante emurchecido. Apesar da silagem produzida somente com capim-elefante emurchecido apresentar pH de 3,7, todos os tratamentos com casca de soja apresentaram valor de pH dentro da faixa considerada como ótima (3,8 a 4,2) para a fermentação adequada (MCDONALD et al., 1991).

O nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$) nas silagens produzidas com 12, 18 e 24% de casca de soja foi inferior ao obtido para a silagem de capim-elefante emurchecido. Verificou-se comportamento quadrático para os teores de $N\text{-}NH_3$, estimando-se valor mínimo de 1,98% para 45,7% de casca de soja.

Tabela 5 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (r^2), ajustadas para pH e teores de nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_3$), em função dos níveis de casca de soja na silagem de capim-elefante não emurchecido

Variáveis	Equação de regressão	R^2
pH	$\hat{Y} = 3{,}83500 + 0{,}00708333*CS$	0,67
$N\text{-}NH_3$	$\hat{Y} = 10{,}5392 - 0{,}373934*CS + 0{,}00408596*CS^2$	0,79

Segundo Roth & Undersander (1995), deve-se considerar uma silagem de boa qualidade, quando os teores de $N\text{-}NH_3$ em relação ao N-total se apresentar menor que 5%. Entre as silagens avaliadas, observou-se dentro desta faixa somente as silagens com adição de 18 e 24% de casca de soja.

Zanine et al. (2007), avaliando o efeito da inoculação de *Lactobacillus plantarum* combinado ou não com farelo de trigo (10% na matéria natural) na ensilagem de capim-elefante, observaram maior concentração de $N\text{-}NH_3$ para o tratamento testemunha, sendo a maior redução registrada na silagem com inoculante acrescida de farelo de trigo (9,4%).

Não houve diferença (P>0,05) para os níveis de 12, 18 e 24% de casca de soja comparados a silagem de capim-elefante emurchecido para perdas por gases Entretanto, observou-se para a silagem de capim-elefante com 6% de casca de soja, 4,8 unidades a mais, para as perdas por gases, quando comparados ao tratamento

emurchecido. As perdas por gases são reduzidas devido à diminuição de microrganismos produtores de gás, como enterobactérias e bactérias clostrídicas, que se desenvolvem em silagens mal fermentadas (SILVA et al., 2011). Observou-se efeito quadrático para perdas por gases estimando valor mínimo de 5,58 de perdas por gases para o nível de 7,24% de adição de casca de soja.

Tabela 6 - Perdas por gases, efluente e recuperação da matéria seca de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja

Item	EMURC	Casca de soja (% da matéria natural)				CV[3] (%)
		6	12	18	24	
Perdas por gases[1]	3,8	8,6*	3,7	3,7	3,5	4,5
Perdas por efluente[2]	22,9	33,4*	12,5*	5,9*	4,6*	9,9
Recuperação da matéria seca[1]	86,1	91,6*	92,0*	98,2*	98,6*	2,3

[1]Em % da MS
[2]kg/tonelada de matéria verde
[3]Coeficiente de variação

A adição dos níveis 12, 18 e 24% de casca de soja na ensilagem do capim-elefante ocasionou redução nas perdas por efluente (12,5, 5,9 e 4,6 kg/tonelada de matéria verde), quando comparados à silagem de capim-elefante emurchecido (22,9 kg/tonelada de matéria verde). Já o tratamento com adição de 6% de casca de soja (33,4 kg/tonelada de matéria verde) foi maior quando comparado ao tratamento emurchecido. Estimou-se valor mínimo de 10,7 de perdas por efluente para 17,5% de casca de soja.

Os dados de 22,9 kg/ tonelada de matéria verde para perdas por efluente, na silagem de capim-elefante emurchecido, são concordantes com os dados de Oliveira (2008), nos quais encontrou 20,9 kg/tonelada de matéria verde, para esta mesma silagem. Segundo Loures et al. (2003), à medida que a pressão de compactação é elevada sobre a massa ensilada, há aumento simultâneo de efluente. Neste caso, as reduções nas perdas por efluentes, observadas para os tratamentos com 12, 18 e 24%, não foram ocasionadas pela pressão de compactação, pois se utilizou em todas as silagens 600 kg/m^3. As reduções nas perdas foram ocasionadas pelos níveis crescentes de casca de soja, confirmando seu potencial em absorver a umidade excedente do capim-elefante, quando ensilado.

Tabela 7 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (r^2), ajustadas para perdas por gases, perdas por efluente e recuperação da matéria seca (MS), em função dos níveis de casca de soja na silagem de capim-elefante não emurchecido

Variáveis	Equação de regressão	R^2
Perdas gases[1]	$\hat{Y} = 5{,}06452 + 0{,}143188*CS - 0{,}00988055*CS^2$	0,83
Perdas efluente[2]	$\hat{Y} = 27{,}3507 - 0{,}632394*CS - 0{,}0180615*CS^2$	0,69
Recuperação da MS[1]	$\hat{Y} = 87{,}0649 + 0{,}520595*CS$	0,76

[1]Em % da MS
[2]Kg/tonelada de matéria verde

Quanto ao índice de recuperação da matéria seca (RMS), observou-se que as silagens com casca de soja foram maiores (91,6, 92,0, 98,2 e 98,6%), quando comparados a silagem com capim-elefante emurchecido (86,1%), assim, a casca de soja foi responsável por aumentar a RMS. Observou-se comportamento linear crescente, com aumento de 0,52 unidades percentuais de RMS para cada unidade de casca de soja adicionada.

Loures (2004) observou, para o capim-elefante emurchecido, 79,3% de recuperação de matéria seca, valor que se encontra abaixo do valor observado no presente estudo.

Conclusões

A casca de soja apresenta-se como bom aditivo por reduzir a umidade de silagens de capim-elefante, favorecendo as características fermentativas.

A adição de casca de soja na ensilagem de capim-elefante resulta em silagens com incrementos nos percentuais de nutrientes digestíveis totais, além disso, diminui percentuais de lignina e nitrogênio insolúvel em detergente ácido, aumentando digestibilidade *in situ* da matéria seca.

Literatura citada

ANDRADE, S.; MELOTTI, J.; LAÉRCIO, T. Efeito de alguns aditivos sobre a qualidade do capim-elefnte (*Pennisetum purpureum*, Schum) ensilado. **Journal of Veterinary Research na Animal Science**, 41: 409-415, 2004.

CARVALHO, G.G.P. **Capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CARVALHO, G.G.P. de; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; AZEVÊDO, J.A.G.; FERNANDES, F.É.P. e PEREIRA, O.G. Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1875-1881, 2007.

CARVALHO, G.G.P. de; RASMO, G.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; FERNANDES, F.É.P.; OBEID, J.A. e CARVALHO, B.M.A. de. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007.

CUNNIFF, P. Official methods of analysis of AOAC International. 16 ed., Arling: AOAC International, v.1. 1995.

DUNNET, C.W. A multiple comparison procedure for comparing several treatments with control. Journal American State Association, v.50, n.272, p.1096-1121, 1955.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos.** Brasília: EMBRAPA, 412p. 1999.

FERRARI JÚNIOR, E. & LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante *(Pennisetum purpureum* Schum.) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V.T.; POSSENTI, R.A. e LUCENAS, T.L. Aditivos em silagem de capim-elefante paraíso *(Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, p.185-194, 2009.

HATFIELD, R.D. & WEIMER, P.J. Degradation characteristics of isolated and *in situ* cell wall lucerne pectic polysaccharides by mixed ruminal microbes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.69, n.2, p.185-196, 1995.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” / Universidade de São Paulo, 2002. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” / Universidade de São Paulo, 2002.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.S.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, *suplemento especial*, p.101-119, 2007.

LOURES, D.R.S. **Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de capim Tanzânia.** Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo, 2004. 146f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2004.

LOURES, D.R.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R. e SOUZA, A.L. de. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes niveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage.** 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.A. Study of the artificial fibre bag tecnique for determining the digestibility of feeds in the rumen. Journal Agricultural Science.Cambrigde, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1979.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**.7 ed. Washigton: National Academy Press, 450p. 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: National Academy Science, 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of beef cattle, Washington**, D.C., 1996.

NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimative ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.5, p.2051-2069, 1988.

OLIVEIRA, A.C. **Capim-elefante com e sem emurchecimento, acrescido de farelo de mandioca, na produção de silagem.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. de; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J.N. de.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.422-427, 2009.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistemas de análises estatísticas)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 301p. 2001.

ROTH, G. & UNDERSANDER, D. **Silage additives**. In: CORN SILAGE PRODUCTION MANAGEMENT AND FEEDING. Madison: Madison American Society of Agronomy, 1995. p.27-29.

SANTOS, S. dos. **Capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem**. Itapetinga, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2011. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2011.

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

SILVA, F.F.; AGUIAR, M.S.M.A.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.V.J.; BONÔMO, P.; DUTRA, G.S.; ALMEIDA, V.V.; CARVALHO, G.G.P. de; SILVA, R.R.; DIAS, A.M. e ÍTAVO, L.C.V. Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.719-729, 2007.

SILVA, H.G. de O.; PIRES, A.J. V.; CUNHA NETO, P.A. DA; CARVALHO, G.G.P. de; VELOSO, C.M.; Silva, F.F. da. Digestibilidade de dietas contendo silagem de capim-

elefante amonizado e farelo de cacau ou torta de dendê em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.499-506, 2007.

SILVA, T.C.; DANTAS, P.A.S.; DÓREA, J.R.R.; SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. e PEREIRA, O.G. Populações microbianas, perfil fermentativo e composição de silagens de capim-elefante com jaca. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.230, p.247-255, 2011.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergente fiber, and nonstarch polyssacarides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, n.2, p.85-110, 1992.

ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T. dos; MODESTO, E.C.; ALCALDE, C.R.; GONÇALVES, G.D.; SILVA, D.C. da; SILVA, K.T. da e FAUSTINO, J.O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja e milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D. de J.; PINTO, F.B. e PEREIRA, O.G. Características fermentativas e composição químico-bromatológica de silagens de capim-elefante com ou sem *Lactobacillus platarum* e farelo de trigo isoladamente ou em combinação. **Ciência Animal Brasileira,** v. 8, n. 4, p. 621-628, 2007.

CAPÍTULO II

Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja

RESUMO: O experimento foi conduzido para avaliar as frações que compõem os carboidratos e as proteínas de silagens de capim-elefante com emurchecimento ou acrescidas de casca de soja. O capim-elefante foi submetido ao corte de uniformização e, após 60 dias de rebrota, foi submetido à ensilagem, tendo os seguintes tratamentos: capim-elefante emurchecido ao sol por 8 horas, e capim-elefante sem emurchecimento com níveis de 6, 12, 18 e 24% de casca de soja, com base na matéria natural (peso/peso). O material foi acondicionado em silos experimentais de PVC, quatro repetições por tratamento, com dimensões de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, que foram abertos após 60 dias de fermentação. A silagem produzida com 6% de inclusão de casca de soja apresentou teor de CT totais similar ao da silagem emurchecida, já os demais silagens com adição de casca de soja (12, 18 e 24%) apresentaram valores de CT totais inferiores a silagem de capim-elefante emurchecido. Observou-se incrementos para a fração (B2), nas silagens com adição de casca de soja, enquanto, para estes mesmos, houve redução na fração FDNi. A adição de casca de soja possibilitou elevar os percentuais de proteína das silagens. Não observou alterações nas frações B1+B2 e C da proteína, em função dos níveis de casca de soja. Observou-se redução na fração A e aumento na fração B3 da proteína.

Palavras-chave: aditivo, fermentação, gramíneas, nutrição, resíduo, ruminantes

Fractionation of carbohydrates and protein of elephant grass silage wilted or with soybean hulls

ABSTRACT: The experiment was conducted to evaluate the fractions that make up carbohydrates and protein of elephant grass silage wilted or plus soybean hulls. The elephant grass was submitted to the uniformity cut and, after 60 days of regrowth was submitted for silage, with the following treatments: elephant grass wilted in the sun for eight hours, and elephant grass without wilting levels of 6, 12 18 and 24% of soybean hulls, based on the matter (weight / weight). The material was packed in PVC experimental silos, four replicates per treatment, with dimensions of 50 cm and 10 cm in diameter, which were opened after 60 days of fermentation. Silage produced with 6% soybean hulls had similar total CT content of the wilted silage, since the other silages with added soybean hulls (12, 18 and 24%) had values lower total CT silage elephant grass wilted. Increments observed for the fraction (B2) in the silage with added soybean hulls, while for these same, a reduction in the fraction iNDF. The addition of soybean hulls allowed to raise the percentage of protein of the silage. Not observed in fractions B1 + B2 and C protein, depending on the levels of soybean hulls. A decrease in the fraction and the increase in protein B3 fraction.

Keywords: additive, fermentation, grasses, nutrition, waste, ruminant

Introdução

A sazonalidade na produção de forragens, decorrente das características climáticas, está presente em grande parte do Brasil. Este fato determina a existência de um período com abundância de chuvas, com grande produção de forragens, e outro período de seca, em que as forragens se tornam escassas e com baixo valor nutritivo. Essa oscilação na produção forrageira reflete na diminuição da produção pecuária. Entre as alternativas utilizadas para o armazenamento de forragens, ressalta-se a produção de silagens, uma prática relativamente simples e acessível para os criadores.

A fermentação envolve a conversão de carboidratos solúveis em ácido lático, que provocam queda no pH da massa ensilada a níveis que inibem a atividade microbiana, preservando suas características (FERRARI JÚNIOR et al., 2009).

Embora a prática de ensilar seja considerada fácil, existem alguns fatores que devem ser considerados: condições climáticas, período de conservação, operações de ensilagem, entre outras, e, principalmente, conhecer a espécie forrageira que será utilizada para ensilar.

As silagens estão sujeitas a perdas por gases e efluente, que são associadas ao teor de umidade. Bactérias do gênero *Clostridium* são favorecidas em ambientes muito úmidos, com elevado pH e alta temperatura, elevando as perdas por gases, pois produzem CO_2 e ácido butírico, em vez de ácido lático. Além disso, o poder tampão das silagens de capim favorece o crescimento de enterobactérias, que são produtoras de gases, tais como CO_2, além de etanol, ácido acético e amônia (ZANINE et al., 2006).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) apresenta-se com enorme potencial para ensilagem, principalmente por possuir grande produção por unidade de área. Todavia apresenta limitações como o alto teor de umidade, os baixos teores de carboidratos solúveis e o alto poder tampão. Na prática, o ideal é cortar o capim-elefante entre 60 e 80 dias de rebrota, quando o mesmo estiver entre 1,60 a 1,80m de altura. Porém, é neste momento, considerado ideal para o corte, que o capim-elefante apresenta alto teor de umidade. Assim, faz-se necessário a utilização de práticas para redução desta elevada umidade, seja através de emurchecimento ou por uso de aditivos, com intuito de aumentar o teor de matéria seca, facilitando à fermentação lática.

Dessa forma, a casca de soja apresenta-se como alternativa para ser utilizada na ensilagem do capim-elefante. Segundo Igarasi (2002), a utilização de aditivos absorventes na silagem do capim-elefante preconiza que estes apresentem alto teor

de matéria seca, alta capacidade de retenção de água e boa aceitabilidade. Devem ser, também, de fácil manipulação, fácil aquisição e baixo custo.

Atendendo a tais requisitos, a casca de soja apresenta-se com características que podem beneficiar a qualidade final da silagem, haja vista que seus altos percentuais de matéria seca poderiam contribuir para elevação de matéria seca da silagem e, como consequência, poderia reduzir as prováveis perdas do valor nutritivo por efluente, além de possuir carboidratos de rápida fermentação no rúmen.

Objetivou-se avaliar as frações que compõem os carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante submetido ao emurchecimento ou à adição de diferentes níveis de casca de soja.

Material e Métodos

Foi utilizado o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), proveniente de uma capineira já existente, pertencente à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira, Itapetinga-Bahia, cortado aos 60 dias de desenvolvimento.

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sendo capim-elefante emurchecido e sem emurchecimento e com quatro níveis de casca de soja (6, 12, 18 e 24%, com base na matéria natural), e com quatro repetições.

O capim foi submetido a um corte de uniformização, a uma altura média de 10 cm do solo e, após um período de rebrota de 60 dias, foi colhido manualmente, picado em ensiladeira estacionária, adotando tamanho de fragmentos de 2 cm aproximadamente.

Nos tratamentos sem emurchecimento, logo após o corte do capim e o fracionamento das partículas em ensiladeira, foi imediatamente incorporada a casca de soja, sendo a proporção adicionada com base na matéria verde da gramínea. No processo de emurchecimento, o capim foi colhido e espalhado no campo e, após 8 horas de exposição ao sol, foi ensilado.

O valor nutritivo do capim-elefante com e sem emurchecimento e da casca de soja pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do capim-elefante emurchecido, sem emurchecer e da casca de soja

	Capim-elefante		
	Não emurchecido	Emurchecido	Casca de soja
Matéria seca	17,6	31,7	93,1
Matéria orgânica[1]	92,5	93,2	95,8
Proteína bruta[1]	7,5	7,4	12,8
Extrato etéreo[1]	2,2	2,9	0,7
FDN[1]	65,2	71,9	78,9
FDNcp[1]	63,0	70,4	77,7
FDA[1]	45,8	44,7	56,0
Cinza[1]	7,5	6,8	4,2
Lignina[1]	6,7	6,7	2,6
Celulose[1]	36,7	36,1	53,0
Hemicelulose[1]	26,5	25,4	23,0
NIDN[1]	0,39	0,24	0,86
NIDA[1]	0,27	0,18	0,33
NIDN[2]	33,4	20,2	42,2
NIDA[2]	14,9	22,6	15,9
CT[1]	82,8	82,9	82,3
CNF[1]	19,8	12,5	4,6

[1]% da Matéria seca; [2]% do Nitrogênio Total

Após obter um material homogêneo, constituído de capim e casca de soja (com quantidade referente a cada nível de inclusão com base em peso/peso), este material foi acondicionado em silos experimentais de PVC, cilíndricos, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, providos de válvula de Bunsen, para saída de gases oriundos da fermentação, sendo quatro repetições para cada tratamento. Foi também utilizado 1 kg de areia no fundo de cada silo, para captar o efluente gerado durante o processo de ensilagem. A compactação foi realizada de modo a obter densidade de 600 kg/m^3, e os silos foram vedados e pesados, sendo armazenados em galpão coberto durante 60 dias.

Após este período, os silos foram pesados e abertos, procedendo-se então a coleta de amostras, as quais foram congeladas para posteriores análises. Essas amostras foram devidamente acondicionadas e transportadas para o Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira. Parte das amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada,

por 72 horas, à temperatura de 65ºC, sendo, em seguida, moídas em moinho tipo Wiley, com peneiras com crivos de 1mm.

Os teores de proteína bruta e de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foram determinados conforme Silva & Queiroz (2002). A fração B3 da proteína foi obtida pela diferença entre NIDN e NIDA, ao passo que a proteína verdadeira (frações B1+B2), pela diferença entre o N insolúvel em TCA, determinado conforme Pereira & Rossi (1994) e o NIDN.

A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação (SNIFFEN et al., 1992): CT = 100 – (%PB + %EE + %cinzas). Os carboidratos fibrosos (CF) foram obtidos a partir da FDN, corrigida para seu conteúdo de cinzas e proteínas (FDNcp); os carboidratos não fibrosos (CNF), que correspondem às frações A+B1, pela diferença entre CT e a FDNcp (HALL, 2003); e a fração C, pela FDN indigestível, após 240 horas de incubação *in situ* (CASALI, 2006). A fração B2, ou seja, a fração disponível da fibra, foi obtida pela diferença entre a FDNcp e a fração C.

O efeito dos níveis de casca de soja foi interpretado por meio de análise de variância e regressão e a comparação entre os níveis de casca de soja e o emurchecimento interpretados por teste de comparação entre médias (teste Dunnett), adotando o nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas) para realização das análises estatísticas.

Resultados e Discussão

Os teores de carboidratos totais (CT) variaram em função das silagens (Tabela 2). A silagem produzida com 6% de inclusão de casca de soja apresentou teor de carboidratos totais similar ($P<0,05$) ao da silagem emurchecida, isso provavelmente devido ao baixo nível de inclusão de casca de soja nesta silagem. Por outro lado, os demais tratamentos com adição de casca de soja (12, 18 e 24%) apresentaram valores de CT totais inferiores silagem emurchecida.

Carvalho et al. (2007), avaliando silagens de capim-elefante emurchecido ou não emurchecido, e acrescido, no momento da ensilagem, com diferentes níveis de farelo de cacau (0, 7, 14, 21 e 28%), observaram que os valores de carboidratos totais, para os níveis de 14, 21 e 28%, foram, respectivamente, 77,8; 76,9 e 75,4%. Os valores obtidos pelos autores corroboram com o presente estudo em relação aos níveis mais altos de casca de soja que foram estudados (12, 18 e 24%), que apresentaram 79,4, 79,1 e 79,4%, para os níveis supracitados, respectivamente. Entretanto, deve salientar que o farelo de cacau utilizado pelos autores apresentou-se com 69,2% de carboidratos totais, enquanto para casca de soja do presente trabalho estimou-se 82,3%.

Tabela 2 - Teores médios de carboidratos totais (CT), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes da parede celular disponíveis, que correspondem à fração potencialmente degradável (B2) e fração indisgestível da parede celular (FDNi), fração constituída de nitrogênio não proteico (A), fração de rápida e de intermediária degradação (B1+B2), fração de lenta degradação (B3) e fração não digestível (C), de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja

Item	EMUR	Casca de soja (% da Matéria natural)				CV
		6	12	18	24	(%)
CT (%MS)	83,5	82,2	79,4*	79,1*	79,4*	12,9
PB (%MS)	6,2	9,1*	10,7*	11,1*	11,6*	6,2
Frações de carboidratos (%CT)						
A+B1	16,0	16,9	18,4	19,0	17,4	12,1
B2	40,8	48,0*	52,1*	52,8*	54,9*	6,4
FDNi	43,2	35,1*	29,5*	28,2*	27,7*	9,8
Frações protéicas (%PB)						
A	61,1	60,9	54,4*	51,0*	49,4*	5,3
B1+B2	30,1	27,8	33,5	34,5	33,9	10,9
B3	0,5	1,9	3,9*	5,2*	7,5*	16,1
C	8,3	9,3	8,1	9,2	9,3	7,1

MS = matéria seca, CT = carboidratos totais, PB = Proteína bruta, CV = coeficiente de variação
*As médias seguidas por asterisco diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett

Observou-se redução no teor de carboidratos totais das silagens, nas quais o tratamento somente emurchecido estimou-se 6,2 e 3,1% de proteína e extrato etéreo, respectivamente. Já silagens contendo casca de soja (6, 12, 18 e 24%), apresentaram 8,7, 10,7, 11,1 e 11,6% de PB, respectivamente, e valor médio de 3,3% de EE.

Em relação à fração A+B1 dos carboidratos, não houve diferença (P>0,05) entre a silagem de capim-elefante emurchecido e as silagens contendo casca de soja, estimando-se valor médio de 17,5%.

Pires et al. (2009), ao avaliarem silagens de capim-elefante com farelo de mandioca, casca de café ou farelo de cacau, em níveis de 15% com base na matéria natural (peso/peso), observaram que as frações A+B1 (% CT) foram maiores nas silagens com farelo de mandioca, em razão deste aditivo apresentar menor percentual de FDNcp, quando comparado aos demais aditivos. No presente estudo, além dos baixos percentuais de carboidratos não fibrosos, observou-se que os percentuais de FDNcp da casca de soja utilizada foi de 77,7%, enquanto os percentuais de FDNcp do capim-elefante emurchecido e sem emurchecer foi de 70,4 e 63,0%, respectivamente.

Segundo Carvalho et al. (2007), alimentos com elevada fração A+B1 são considerados boas fontes energéticas para aumento dos microrganismos ruminais que utilizam carboidratos não fibrosos.

Em relação à fração B2, houve diferença (P<0,05) entre as silagens, nos quais as silagens com níveis de inclusão de 6, 12, 18 e 24% apresentaram maiores percentuais (48,0, 52,1, 52,8 e 54,9%) em relação à silagem emurchecida (40,8%).

A adição de casca de soja causou efeito linear crescente da fração B2 nas silagens, cujo acréscimo foi estimado em 0,35 unidade percentual a cada 1% de casca de soja incluída ao capim-elefante, no momento de ensilagem (Tabela 3).

A inclusão de casca de soja aumentou de forma eficiente os componentes da parede celular disponíveis, que correspondem à fração potencialmente degradável (fração B2). Isso pode ser explicado devido à composição da casca de soja, que possui elevados percentuais de fibra em detergente neutro (77,7%), considerados de elevada digestibilidade, devido a baixos percentuais de lignina (2,6%) e também à presença de pectina na parede celular.

Restle et al. (2004) relataram que a casca de soja, por apresentar elevado teor de FDN, foi inicialmente estudada como uma opção para substituição da fração volumoso da dieta de ruminantes, por apresentar elevada digestibilidade da FDN, proporcionando elevada produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, em razão da excelente fermentabilidade da fibra no rúmen.

Em relação à fração C dos carboidratos, observaram-se reduções, quando adicionada à casca de soja. Para silagem de capim-elefante emurchecido, estimou-se 43,2% de FDNi, enquanto para as silagens com adição de 6, 12, 18 e 24%, estimou-se 35,1, 29,5, 28,2 e 27,7%, respectivamente, para esta fração. Provavelmente, em razão dos baixos percentuais de lignina observados para a casca de soja utilizada (2,6%), assim, reduzindo de forma significativa a fração C das silagens. Observou-se comportamento linear decrescente para a fração C, em função dos níveis de casca de soja, estimando-se reduções de 0,39 unidades percentuais de fração C, para cada unidade de casca de soja adicionada.

Andrade et al., (2010), avaliando o fracionamento de carboidratos de silagens de capim-elefante contendo farelo de mandioca, casca de café ou farelo de cacau, em níveis de 0, 10, 20 e 30% com base na matéria natural (peso/peso), observaram que a adição de farelo de mandioca causou um efeito linear decrescente (estimado em 0,45 unidade percentual a cada 1% de farelo de mandioca, adicionado ao capim-elefante) na fração C das silagens.

A redução significativa na fração C das silagens com níveis de casca de soja em 6, 12, 18 e 24%, pode ser explicada em função do aditivo apresentar baixos

percentuais de lignina em sua composição (2,6%), o que favorece a redução da FDNi, resultando em silagens com baixos percentuais da fração indigestível da parede celular.

Assim, a caracterização das frações, que constituem os carboidratos dos alimentos, representa importante instrumento para adequação de dietas formuladas, visando à maximização do desenvolvimento microbiano ruminal e, por consequência, a melhor predição do desempenho animal, e racionaliza a utilização dos recursos nos sistemas de produção (ANDRADE et al., 2010).

Tabela 3 - Equação de regressão, coeficiente de variação e coeficiente de determinação, obtidos para os teores de carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes da parede celular disponíveis, que correspondem à fração potencialmente degradável (B2) e fração indisgestível da parede celular (FDNi), em função dos níveis de casca de soja na silagem de capim-elefante não emurchecido

Item	Equação de regressão	CV (%)	R^2
CT (%MS)	$\hat{Y}$ = 82,9862 - 0,189165**CS	12,9	0,75
PB (%MS)	$\hat{Y}$ = 7,15202 + 0,214712**CS	6,2	0,80
	Frações de carboidratos (%CT)		
A+B1	$\hat{Y}$ = 17,5	12,1	---
B2	$\hat{Y}$ = 46,5859 + 0,357914**CS	6,4	0,60
FDNi	$\hat{Y}$ = 36,0354 - 0,394494**CS	9,8	0,63
	Frações protéicas (%PB)		
A	$\hat{Y}$ = 69,5051 – 1,64095**CS + 0,0335160**CS^2	5,3	0,80
B1+B2	$\hat{Y}$ = 32,0	10,9	---
B3	$\hat{Y}$ = 0,155265 + 0,297958**CS	16,1	0,82
C	$\hat{Y}$ = 8,8	7,1	---

**Significativo a 5% de probabilidade; CS = Casca de soja

Para o teor de PB, observou-se diferença significativa (P<0,05), quando comparado cada as silagens com adição de casca de soja em relação à silagem de capim-elefante emurchecido. Para as silagens com adição de casca de soja (6, 12, 18 e 24%), estimou-se 9,1, 10,7, 11,1 e 11,6% de PB, respectivamente, enquanto para a silagem com emurchecimento 6,2% de PB (Tabela 2). Estes incrementos nos teores de PB das silagens com níveis de adição podem ser explicados pelos percentuais de PB da casca de soja (12,8%), que foi superior a PB presente no capim-elefante antes de ensilar (7,4%).

O fato de que o teor de PB, contido no subproduto, interfere nos percentuais de PB da silagem. Carvalho (2006), ao estudar a qualidade da silagem de capim-elefante aditivado com níveis de farelo de cacau (0, 7, 14, 21 e 28%, com base na matéria natural), observou que, para cada unidade de farelo de cacau adicionada, houve acréscimos de 0,19% no teor de PB das silagens, devido ao maior teor de PB do farelo (13,5%) em relação ao capim-elefante (8,5%). Oliveira (2008), ao avaliar a qualidade da silagem emurchecida e sem emurchecimento e com níveis de farelo de mandioca (0, 7,5, 15,0 e 22,5% na matéria natural), observou que a silagem emurchecida apresentou comportamento linear decrescente, estimando-se redução de 0,04% para cada unidade de farelo de mandioca adicionada, pois o subproduto utilizado apresentou baixos valores de PB (2,8%), o que reduziu os teores de proteína das silagens aditivadas com farelo de mandioca. Pires et al. (2009), ao avaliar as frações que compõem as proteínas da silagem de capim-elefante com 15% casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca, observaram que a adição dos co-produtos na ensilagem teve efeitos sobre os teores de proteína bruta das silagens, nas quais o maior valor foi observado na silagem com farelo de cacau (7,4%), seguida das silagens com casca de café (6,2%), controle (4,7%) e com farelo de mandioca (3,8%). A variação nos teores de proteína bruta das silagens os autores atribuem aos valores desse nutriente no capim-elefante (5,6%) e nos aditivos antes da ensilagem: casca de café (7,5%), farelo de cacau (15,0%) e farelo de mandioca (2,5%), o que também foi observado no presente estudo.

Para a fração proteica A, constituída de nitrogênio não proteico, verificou-se que a silagem com 6% de adição de casca de soja estimou-se 60,9%, sendo a única similar ao tratamento emurchecido (61,1%). As demais silagens, com níveis de adição de casca de soja 12, 18 e 24%, foram inferiores, quando comparados à silagem de capim-elefante emurchecido, estimando-se 54,4, 51,0 e 49,4% respectivamente, para a fração em questão (Tabela 2). Observou-se comportamento quadrático, estimando-se máximo de 49,4 para o nível de 24,5% de casca de soja.

Cabral et al. (2004) obtiveram valor de 56,9% da fração A (do fracionamento de PB) da silagem de capim-elefante. Esses autores atribuíram o elevado teor desta fração ao baixo teor de MS da silagem de capim-elefante (18,3%), um indicativo da ocorrência de maior proteólise durante a fermentação. Assim, foi o que provavelmente ocorreu no presente trabalho com níveis altos da fração A, para o fracionamento de PB para todas as silagens, tanto emurchecida quanto com adição de casca de soja, pois o capim-elefante, utilizado na ensilagem, apresentou 17,6% de MS. Embora os dados da fração A do presente trabalho (Tabela 2) seja superior ao trabalho citado acima, este fato está de acordo com Andrade et al. (2010), os quais afirmam que

silagens com teores de MS semelhantes podem apresentar fração A diferentes em decorrência de vários fatores, dentre eles o teor de PB da forrageira, antes da ensilagem e também do processo fermentativo.

Segundo Russell et al. (1992), fontes de nitrogênio não proteico são fundamentais para o bom funcionamento ruminal, pois os microrganismos ruminais, fermentadores de carboidratos estruturais, utilizam amônia como fonte de nitrogênio. Todavia, altas proporções de nitrogênio não proteíco podem resultar em perdas nitrogenadas, se houver a falta do esqueleto de carbono prontamente disponível para a síntese de proteína microbiana.

Em relação às frações B1 e B2, pode-se observar que estas foram determinadas como fração única (B1+B2). Não houve diferença significativa entre as silagens (P>0,05), estimando-se média de 32,0% para esta fração.

Ao se avaliar o efeito do emurchecimento e níveis de casca de soja, para a fração B3, observou-se que somente a silagem contendo adição de 6% de casca de soja foi similar à silagem emurchecida (P<0,05). Assim, para a fração B3 da PB, que corresponde à fração de lenta degradação ruminal, estimou-se 0,5 e 1,9% para as silagens emurchecido e com 6% de adição de casca de soja, respectivamente. Já os tratamentos que diferiram da silagem de capim-elefante emurchecido (P<0,05), com 12, 18 e 24% de casca de soja, apresentaram, respectivamente, 3,9 5,2 e 7,5% da fração B3. Estimou-se acréscimos de 0,29 unidades percentuais para cada unidade de casca de soja adicionada, como pode ser conferida na Tabela 3.

Com relação à fração C, que corresponde ao nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), observou-se que não houve diferença entre as silagens (P<0,05), estimando-se média de 8,8%.

O aumento da indisponibilidade de parte da proteína bruta constitui um dos efeitos negativos com o avanço da idade fisiológica da planta, sob o ponto de vista nutricional (RIBEIRO et al., 2001). Entretanto, no presente trabalho, não houve alteração na fração C, provavelmente, devido à qualidade do capim utilizado, não ultrapassando a maturidade fisiológica, sendo, portanto, um capim colhido aos 60 dias de rebrota. Segundo Van Soest (1994), 5 a 15% do N total das forragens encontra-se ligado à lignina, totalmente indisponível, portanto, o valor médio encontrado para os tratamentos (8,8%) encontra-se no limite inferior dessa faixa.

Contudo, a fração C foi inalterada. Isso pode ser visto como um ponto favorável, uma vez que esta fração corresponde às proteínas associadas à lignina, complexos tanino-proteína e produtos oriundos da reação de Maillard, que é altamente resistente às enzimas microbianas e indigestível ao longo do trato gastrointestinal.

Conclusões

A adição de casca de soja na ensilagem de capim-elefante diminui os carboidratos e aumenta a proteína das silagens.

A utilização de casca de soja na ensilagem de capim-elefante aumentou os componentes digestíveis da parede celular (fração B2 dos carboidratos) e diminuiu a porção de carboidratos indigestíveis das silagens.

A casca de soja promoveu aumento na fração de lenta degradação (fração B3 da proteína) e não interferiu na fração indigestível (fração C) da proteína.

Literatura citada

ANDRADE, I.V.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. de; VELOSO, C.M.; BONÔMO, P. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2342-2348, 2010.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VELOSO, R.G.; NUNES, P.M.M. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-tifiton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.

CARVALHO, G.G.P. de. **Capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 87f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CARVALHO, G.G.P. de; RASMO, G.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; FERNANDES, F.É.P.; OBEID, J.A.; CARVALHO, B.M.A. de. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007.

CASALI, J. **Procedimentos metodológicos *in situ* na avaliação do teor de compostos indigestíveis em alimentos e fezes de bovinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

FERRARI JÚNIOR, E.; PAULINO, V.T.; POSSENTI, R.A.; LUCENAS, T.L. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. paraíso). **Archivos Zootecnia**, v.58, n.222, p.185-194, 2009.

HALL, M.B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science.** v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (Panicum Maximum Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença de inoculante bacteriano.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002. 151f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, A.C. **Capim-elefante com e sem emurchecimento, acrescido de farelo de mandioca, na produção de silagem.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JÚNIOR, P.P. **Manual de avaliação nutricional de alimentos.** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 34p. 1994.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. de; GARCIA, R.; CARVALHO JÚNIOR, J.N.; de RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T.; Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, n.3, p.422-427, 2009.

RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; SILVA, J.H.S. da; KUSS, F.; SANTOS, C.V.M. dos; FERREIRA, J.J. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S. de C.; GARCIA, R.; CABRAL, L. da S. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.30, n.2, p.589-595, 2001.

RUSSELL, B.J.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Jornal of Animal Science**, v.70, n.1, p.3551-3581, 1992.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca, New York: Cornell. 476p. 1994.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D. de J.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. de. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação de matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.6, p.803-809, 2006.

CAPÍTULO III

Degradação ruminal das silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja

RESUMO: O experimento foi conduzido para avaliar a degradação ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante com emurchecimento ou acrescidas de casca de soja (6, 12, 18 e 24%) durante a ensilagem. Amostras de cada silagem foram incubadas no rúmen de quatro bovinos por períodos de 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Os maiores valores de degradabilidade potencial da matéria seca foram observados nas silagens com adição de casca de soja com 74,8, 79,8, 90,8, 89,9, respectivamente, para 6, 12, 18 e 24% de adição de casca de soja. A silagem obtida após emurchecimento obteve, para degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro, 57,0%, enquanto as silagens com adição de casca de soja (6, 12, 18 e 24%) obtiveram valores crescentes à medida que os níveis de inclusão foram aumentando, 69,9, 81,8, 95,9 e 100,0%, respectivamente, chegando ao aproveitamento total da fibra. Em relação aos valores de degradabilidade potencial da proteína bruta, a silagem com capim-elefante somente emurchecido apresentou 83,1%, já as silagens com adição de níveis de casca de soja apresentaram valor superior ao da silagem emurchecida, com 87,7, 87,7, 89,0 e 89,6%.

Palavras-chave: alimento, bovinos, degradabilidade, *Pennisetum purpureum*, rúmen, valor nutritivo

Ruminal degradation of elephant grass silage wilted or soybean hulls

ABSTRACT: The experiment was conducted to evaluate the ruminal degradation of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber of elephant grass silage wilted or plus soybean hulls (6, 12, 18 and 24%) during ensiling. Each silage samples were incubated in the rumen of cattle four periods of 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 and 144 hours. The highest values of potential degradability of dry matter were observed in silage with added soybean hulls with 74,8, 79,8, 90,8, 89,9, respectively, for 6, 12, 18 and 24% addition of soyhulls. The silage obtained after wilting obtained for the degradability of neutral detergent fiber, 57.0%, while silage with added soybean hulls (6, 12, 18 and 24%) had increasing values as the levels of inclusion were increasing, 69,9, 81,8, 95,9 and 100,0% respectively, reaching the total utilization of the fiber. Regarding the values of potential degradability of crude protein, the elephant grass silage wilted showed only 83,1% as silage with added levels of soybean hulls showed higher value than the wilted silage, with 87,7, 87 , 7, 89,0 and 89,6%.

Keywords: cattle, degradability, food, nutritional value, *Pennisetum purpureum*, rumen

Introdução

Os problemas decorrentes da sazonalidade de produção de forragem no Brasil podem ser minimizados pelo armazenamento de alimentos na forma de silagem. O uso de espécies forrageiras para a produção de alimentos conservados, visando à alimentação de bovinos de corte em confinamento ou em períodos estratégicos de escassez de alimentos, é uma alternativa viável para a intensificação do sistema produtivo (RESTLE et al., 2003).

Originário da África e com excelente potencial de produção de matéria seca (mais de 80 toneladas/ha/ano), o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é reconhecidamente uma das gramíneas tropicais de maior potencial produtivo e uma das plantas forrageiras mais utilizadas na alimentação animal na forma de silagem (VILELA, 1990).

Para a produção de silagem, o capim-elefante deve ser cortado aos 60 dias de desenvolvimento, após corte de uniformização, quando a planta apresenta boa correlação entre desenvolvimento e valor nutritivo. Entretanto, é neste período, considerado ideal para silagem, que o teor de matéria seca da planta é muito baixo (15 – 20%). Com o intuito de se obter uma silagem de perfil fermentativo lático, de bom valor nutritivo, o teor de matéria seca deve estar entre 30 e 35%. Neste contexto, as alternativas para elevar o teor de matéria seca da silagem de capim-elefante é através de emurchecimento ou uso de aditivos no momento de ensilagem.

Dentre os aditivos utilizados na ensilagem do capim-elefante, a casca de soja apresenta-se com características que podem beneficiar a qualidade final da silagem, haja vista que seus altos percentuais de matéria seca poderiam contribuir para elevação de matéria seca da silagem e, como consequência, poderia reduzir as prováveis perdas do valor nutritivo por efluente, além de possuir carboidratos de rápida fermentação no rúmen que podem aumentar o aproveitamento da fibra.

Objetivou-se avaliar a degradação ruminal da matéria seca, da fibra em detergente neutro e da proteína bruta das silagens de capim-elefante submetido ao emurchecimento ou à adição de diferentes níveis de casca de soja.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira, Itapetinga – Ba, no setor de Bovinocultura de leite e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens, nesta mesma instituição.

Foram utilizados quatro bovinos mestiços, Holandês X Gir, machos e castrados, fistulados no rúmen, com peso médio de 450 kg. Durante todo o período da

incubação ruminal, os animais foram alimentados a pasto, *Brachiaria decumbens* e concentrado a base de farelo de milho e farelo de soja.

O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, em que quatro animais representaram os blocos; as silagens, os tratamentos; e os nove horários de incubação dos alimentos no rúmen, as subparcelas.

O capim-elefante foi submetido a um corte de uniformização e, após 60 dias de rebrota, foi colhido manualmente a 10 cm do solo, sendo picado a 2 cm, com auxílio de ensiladeira estacionária e submetido aos tratamentos: capim-elefante emurchecido e capim-elefante sem emurchecimento, acrescido de 6, 12, 18 e 24% de casca de soja.

Nas silagens sem emurchecimento, logo após o corte do capim e o fracionamento das partículas em ensiladeira, foi imediatamente incorporado à casca de soja, sendo a proporção adicionada com base na matéria verde da gramínea. No processo de emurchecimento, o capim foi colhido e espalhado no campo e, após 8 horas de exposição ao sol, foi ensilado.

Após obter um material homogêneo, constituído de capim e casca de soja (com quantidade referente a cada nível de inclusão com base em peso/peso), este material foi acondicionado em silos experimentais de PVC, cilíndricos, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, providos de válvula de Bunsen, para saída de gases oriundos da fermentação, sendo quatro repetições para cada tratamento. Foi também utilizado 1 kg de areia no fundo de cada silo, para captar o efluente gerado durante o processo de ensilagem. A compactação foi realizada de modo a obter densidade de 600 kg/m^3, e os silos foram vedados e pesados, sendo armazenados em galpão coberto durante 60 dias.

O valor nutritivo do capim-elefante com e sem emurchecimento e da casca de soja pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do capim-elefante emurchecido, sem emurchecer e da casca de soja

	Capim-elefante		
	Não emurchecido	Emurchecido	Casca de soja
Matéria seca	17,6	31,7	93,1
Matéria orgânica[1]	92,5	93,2	95,8
Proteína bruta[1]	7,5	7,4	12,8
Extrato etéreo[1]	2,2	2,9	0,7
FDN[1]	65,2	71,9	78,9
FDNcp[1]	63,0	70,4	77,7
FDA[1]	45,8	44,7	56,0
Cinza[1]	7,5	6,8	4,2
Lignina[1]	6,7	6,7	2,6
Celulose[1]	36,7	36,1	53,0
Hemicelulose[1]	26,5	25,4	23,0
NIDN[1]	0,39	0,24	0,86
NIDA[1]	0,27	0,18	0,33
NIDN[2]	33,4	20,2	42,2
NIDA[2]	14,9	22,6	15,9
CT[1]	82,8	82,9	82,3
CNF[1]	19,8	12,5	4,6

[1]% da Matéria seca; [2]% do Nitrogênio Total

Após este período, os silos foram pesados e abertos, procedendo-se então a coleta de amostras, as quais foram congeladas para posteriores análises. Essas amostras foram devidamente acondicionadas e transportadas para o Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus Juvino Oliveira. Parte das amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, por 72 horas, à temperatura de 60ºC, sendo, em seguida, moídas em moinho tipo Wiley, com peneiras com crivos de 2 mm, segundo recomendações do NRC (2001). Após a moagem, amostras proporcionais de cada repetição e por tratamento individual foram misturadas, obtendo-se uma composta de cada silagem, que foram destinadas à incubação ruminal.

As amostras de silagens de capim-elefante emurchecido ou acrescido de casca de soja (6, 12, 18 e 24%) foram acondicionadas em sacos de fibra sintética do tipo TNT, gramatura 100, com dimensões de 15 x 8 cm, respeitando a relação de 20 mg de MS/cm^2 de área superficial do saco (NOCEK, 1988). Os períodos de incubação

corresponderam aos tempos de 0, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas, sendo os sacos colocados em ordem inversa, e em duplicata, para serem retirados todos ao mesmo tempo, promovendo, assim, lavagem uniforme do material por ocasião da retirada do rúmen.

Após o período de incubação total de 144 horas, todos os sacos foram retirados do rúmen, lavados em água corrente até que a mesma se apresentasse limpa, procedendo-se, então, a secagem. A determinação da matéria seca (MS) foi feita em estufa a 60ºC por 72 horas. O resíduo obtido após esta etapa foi utilizado para as análises de PB e FDN, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os dados de degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN foram obtidos pela diferença de peso, encontrada em cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem.

Com o auxílio do SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas (RIBEIRO JR., 2001), foram calculadas as taxas de degradação da MS e da PB, utilizando-se a equação proposta por Orskov & McDonald (1979):

$$D_t = A + B \times (1 - e^{-ct}), \text{ em que:}$$

D_t = fração degradada no tempo “t” (%); “a” = fração solúvel (%); “B” = fração insolúvel potencialmente degradável (%); “c” = taxa de degradação da fração “B” (/h) e “t” = tempo (h).

A degradação da FDN foi interpretada utilizando-se o modelo de Mertens & Loften (1980):

$$R_t = B * e^{-ct} + I, \text{ em que:}$$

R_t = fração degradada no tempo “t” (%); I = fração indegradável e “B”, “c” e “t” como definidas anteriormente.

Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se a padronização de frações, segundo a proposição de Waldo et al. (1972), conforme as equações: $B_p = B/(B+I) * 100$; $I_p = I/(B+I) *100$, em que: B_p = fração potencialmente degradável padronizada (%); I_p = fração indegradável padronizada (%) ; B e I, como definidas anteriormente.

Os parâmetros não-lineares “a”, “B” e “c” foram estimados por meio de procedimentos iterativos de quadrados mínimos. As degradabilidades efetivas (DE) da MS e da PB no rúmen foram calculadas utilizando-se o modelo:

$DE = a + (B * c / c + k)$, em que:

k correponde à taxa de passagem das partículas no rúmen.

Para a DE da FDN utilizou-se o modelo:

$DE = B_p * c / (c+k)$, em que:

B_p é a fração potencialmente degradável (%) padronizada.

Resultados e Discussão

A fração A representa a porção da planta que está prontamente disponível para os microrganismos ruminais. A adição de casca de soja contribuiu para o acréscimo desta fração nas silagens com níveis de 6 a 18%, sendo valores encontrados de 23,1 a 24,8%, respectivamente.

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN) e da proteína bruta (PB) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja (CS), incubadas no rúmen.

Silagem	Parâmetro			r^2
	Degradabilidade da MS			
	A	B	c	
CE emurchecido	22,6	42,7	0,011	0,97
CE + 6% CS	23,1	51,7	0,018	0,96
CE + 12% CS	24,5	55,3	0,014	0,97
CE + 18% CS	24,8	66,0	0,012	0,98
CE + 24% CS	22,8	67,1	0,015	0,99
	Degradabilidade da FDN			
	Bp	Ip	c	
CE emurchecido	57,0	43,0	0,020	0,98
CE + 6% CS	69,6	30,4	0,016	0,97
CE + 12% CS	81,8	18,2	0,010	0,97
CE + 18% CS	95,9	4,1	0,009	0,98
CE + 24% CS	100,0	0,0	0,010	0,98
	Degradabilidade da PB			
	A	B	c	
CE emurchecido	70,6	12,5	0,044	0,76
CE + 6% CS	68,4	19,3	0,027	0,91
CE + 12% CS	68,8	18,9	0,024	0,86
CE + 18% CS	69,0	20,0	0,024	0,79
CE + 24% CS	68,0	21,6	0,025	0,91

A = fração solúvel (%); B/Bp = fração insolúvel potencialmente degradável (%); Ip = fração indegradável padronizada (%); c = taxa fracional de degradação (h^{-1}) (%/hora); r^2 = coeficiente de determinação. CS = casca de soja.

Já a silagem com inclusão de 24% de casca de soja foi a única que apresentou percentuais da fração A, similar a silagem de capim-elefante emurchecido, com 22,8 e 22,6%, respectivamente, para MS. Esses valores referente a silagem de capim-elefante emurchecido estão de acordo com os valores encontrados por Carvalho (2006), apresentando 23,5% para a fração A.

Para a fração A (fração solúvel) da degradabilidade da PB (Tabela 2), observou-se que a casca de soja adicionada contribuiu para diminuir esta fração nas

silagens, pois a silagem com maior nível de inclusão (24%) foi o que apresentou menor valor (68,0%). Carvalho et al. (2008), ao avaliarem a degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com níveis de farelo de cacau (0, 7, 14, 21 e 28%), observaram valores 35,2, 36,5, 37,4, 38,5 e 40,5% para a fração A da PB, valores estes inferiores aos percentuais encontrados no presente trabalho, isso provavelmente devido ao aditivo utilizado em cada experimento.

Para a fração insolúvel potencialmente degradável (B), tanto para MS como para PB, observou-se um acréscimo nos percentuais desta fração, de acordo com os níveis de casca de soja que foram adicionados. A silagem somente com capim-elefante emurchecido apresentou 42,7%, enquanto que as demais silagens, com adição de casca de soja, apresentaram de 51,7 a 67,1% para a fração supracitada. Para a degradação da PB, a fração B apresentou 12,5% para a silagem com capim-elefante emurchecido, enquanto para as silagens com capim e adição de casca de soja, observou-se 19,3, 18,9, 20,0 e 21,6%, respectivamente, para as silagens com 6, 12, 18 e 24% de adição de casca de soja. No que concerne ao aumento dos valores da fração B, encontrados para PB, os maiores valores observados para as silagens com casca de soja, possivelmente ocorreram devido ao teor de NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente neutro) da casca de soja (15,9% do nitrogênio total).

Para as taxas de degradação da MS, observou-se 1,1 a 1,8%/h. Carvalho (2006), ao avaliar a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante, observaram maior taxa de passagem da MS (10,0 %/h). Esse fato pode estar aliado à melhor qualidade do capim utilizado no estudo, que apresentou 3,3% de lignina, enquanto no presente trabalho o teor de lignina do capim-elefante foi de 6,7%.

As taxas de degradação da PB em %/hora mantiveram-se constantes, entre 2 e 5%/h. Estes dados estão de acordo NRC (1985), onde mostram que a taxa de degradação da fração potencialmente degradável da proteína deve variar entre 2 e 8%/h. Para a FDN, maiores valores de Bp foram observados nos tratamentos com adição de casca de soja. Para a silagem somente com capim-elefante emurchecido, a fração Bp, que corresponde à fração potencialmente degradável, foi de 57,0%. Enquanto que as silagens contendo casca de soja observaram-se 69,6, 81,8, 95,9 e 100%, respectivamente, para as silagens com 6, 12, 18 e 24% de casca de soja. Acredita-se que estes valores da fração Bp ocorreram em função do melhor aproveitamento da fração fibrosa com a inclusão da casca do grão de soja.

Os maiores valores de DP da MS foram observados nos tratamentos com adição de casca de soja com 74,8, 79,8, 90,8, 89,9, respectivamente, para 6, 12, 18 e 24% de adição de casca de soja. Já para o tratamento emurchecido, a DP da MS foi de 65,3%, dados concordantes com Cabral et al. (2005), que observaram valor de

64,9% de DP da MS da silagem de capim-elefante. Os autores explicam que a baixa DP da MS pode ser atribuída ao capim-elefante mais maduro utilizado pelos mesmos (120 dias de crescimento), pois gramíneas tropicais, embora apresentem alta produtividade, quando comparadas àquelas de clima temperado, acumulam ao longo do ciclo de crescimento elevada proporção de parede celular (geralmente de lenta e difícil digestão). Embora o capim-elefante deste trabalho tenha sido colhido com 60 dias de rebrota, os percentuais semelhantes da DP da MS, quando comparados por Cabral et al. (2005), podem ser explicados pelo emurchecimento.

Tabela 3 - Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN) e da proteína bruta (PB) das silagens de capim-elefante (CE), calculadas para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h

Silagem		DE		
		Taxa de passagem (%/h)		
	DP	2	5	8
		MS (%)		
CE emurchecido	65,3	37,8	30,3	27,8
CE + 6% CS	74,8	47,6	36,8	32,6
CE + 12% CS	79,8	47,1	36,5	32,7
CE + 18% CS	90,8	49,1	37,3	33,2
CE + 24% CS	89,9	51,6	38,3	33,4
		FDN (%)		
CE emurchecido	57,0	28,2	16,0	11,2
CE + 6% CS	69,9	30,7	16,7	11,5
CE + 12% CS	81,8	26,9	13,4	8,9
CE + 18% CS	95,9	30,6	15,1	10,0
CE + 24% CS	100,0	34,3	17,3	11,6
		PB (%)		
CE emurchecido	83,1	79,2	76,5	75,0
CE + 6% CS	87,7	79,5	75,2	73,3
CE + 12% CS	87,7	79,1	74,9	73,1
CE + 18% CS	89,0	79,9	75,5	73,6
CE + 24% CS	89,6	80,1	75,3	73,2

CS = casca de soja

Para a degradabilidade efetiva (DE) da MS, verificou-se a mesma tendência observada para a DP, ou seja, as silagens com casca de soja apresentaram maiores valores em relação à silagem somente com capim-elefante emurchecido. Considerando a taxa de passagem de 5%/hora, todos os tratamentos com casca de soja (6, 12, 18 e 24%) apresentaram valores de DE acima de 36%. Rodrigues et al. (2004) sugeriram a elevada proporção de carboidratos da parede celular e o teor de lignina da forragem como possível explicação para a menor degradabilidade. Dessa forma, acredita-se que os baixos percentuais de lignina da casca de soja (2,6%),

aliada à fibra de boa qualidade deste subproduto, tenha sido o fator responsável pelos valores de DE das silagens contendo casca de soja.

Carvalho et al. (2006), avaliando a degradabilidade ruminal torta de dendê e farelo de cacau, incubados por até 48 horas, obtiveram DP da MS de 76,9 e 71,9%, respectivamente, enquanto que a DE (5%/hora) foi de 18,1 e 15,4%, reflexo da baixa taxa de degradação desses co-produtos. A casca de soja, quando comparada a estes co-produtos (com inclusão de 6 a 24%), apresenta valores superiores de DP (70,4 até 90,8%) e DE (36,8 à 38,3%, considerando 5%/hora), que pode ser atribuído ao melhor aproveitamento da parede celular por microrganismos ruminais.

Geraseev et al. (2011), avaliando a DE (5%/hora) da MS de farelo da casca de pequi e do capim-elefante, observaram 75,6 e 33,9%, respectivamente. o presente estudo está de acordo com os autores em que para a DE (5%/hora) foi de 30,3% para a silagem de capim-elefante emurchecido.

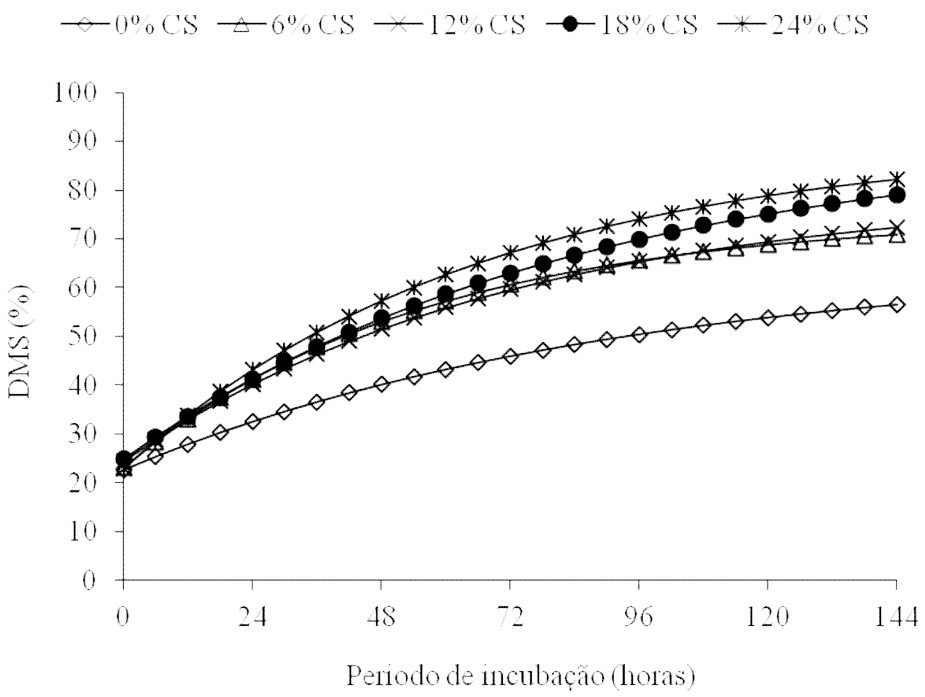

Figura 1 - Degradabilidade da matéria seca (MS) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja (CS), em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $\hat{Y} = A + B \times (1 - e^{-ct})$

Embora os potenciais de degradação da MS das silagens com casca de soja tenham sido superiores aos da silagem sem casca de soja, observou-se, na figura 1, que, até as seis primeiras horas, os valores de desaparecimento ruminal da MS foram

semelhantes entre os tratamentos (cerca de 27%). Estimado pela equação não linear proposta por Orskov & McDonald (1979), o potencial máximo de degradação da MS das silagens sem casca de soja foi obtido com 120 horas de incubação. Entretanto, para os demais tratamentos com adição de casca de soja, no tempo de 144 horas ainda havia degradação, confirmando o potencial da casca de soja na degradação da MS.

A degradação potencial da FDN das silagens com casca de soja chegou até o aproveitamento total da fibra. O tratamento com silagem obtida após emurchecimento obteve, para DP da FDN, 57,0%, enquanto os tratamentos com adição de casca de soja (6, 12, 18 e 24%) obtiveram valores crescentes à medida que os níveis de inclusão foram aumentando, 69,9, 81,8, 95,9 e 100,0%, respectivamente.

A curva de desaparecimento da FDN (Figura 2) mostra que o comportamento das silagens foi semelhante até 36 horas. A partir de 48 horas, observou-se que quanto maior a adição de casca de soja, maior será a degradação da fibra no decorrer dos tempos que foram incubados. Este fato pode ser explicado pela presença de pectina na parede celular da casca de soja, que sendo um carboidrato não fibroso, potencializa o aproveitamento da fibra do capim-elefante no ambiente ruminal. Além disso, sabe-se que, com o crescimento das plantas, a parede celular se desenvolve, acumulando cada vez mais lignina, isso não ocorreu neste estudo, pois o capim-elefante utilizado foi cortado aos 60 dias de rebrota, portanto apresentando percentuais baixos de lignina.

Em relação aos valores de DP da PB, a silagem com capim-elefante somente emurchecido apresentaram valor de 83,1%, já as silagens com adição de níveis de casca de soja todas apresentaram valor superior ao da silagem emurchecida, com 87,7, 87,7, 89,0 e 89,6%. Estes dados são superiores aos dados obtidos por Cabral et al, (2005), que verificaram valor de 70% para a DP da PB da silagem de capim-elefante, cortado com 120 dias de crescimento. Entretanto, Carvalho (2006), avaliando a silagem de capim-elefante com e sem emurchecimento, observaram 83,4 e 83,1%, respectivamente. Assim, os maiores valores de DP da PB, observados por Carvalho (2006) e no presente trabalho, podem ser explicados pelo capim-elefante ser mais novo e, consequentemente, mais nutritivo, já que foi cortado aos 60 dias de rebrota.

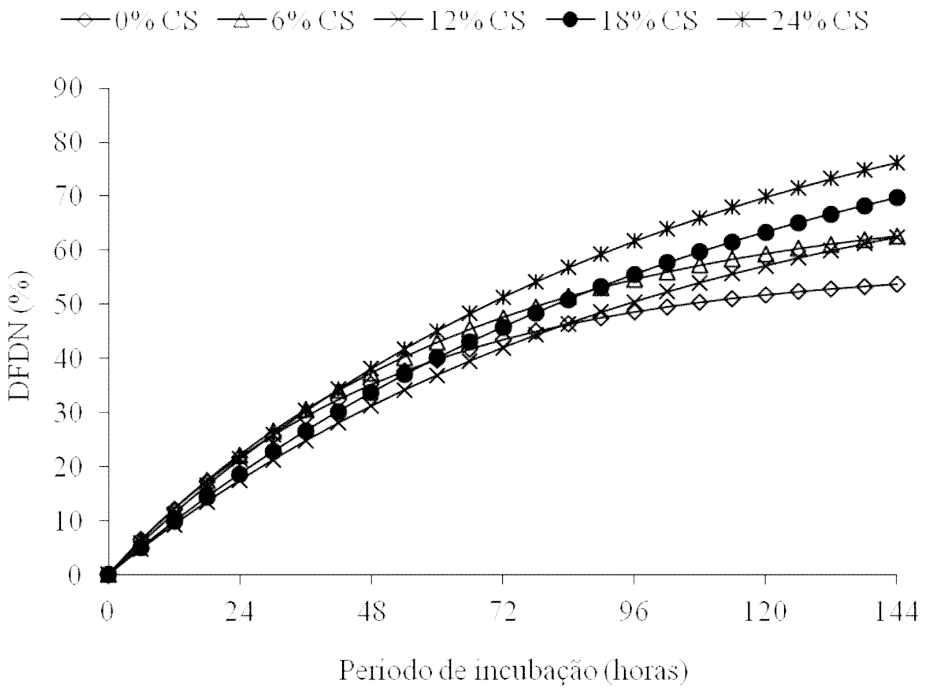

Figura 2 - Degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja (CS), em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $\hat{Y} = Bp \times e^{-ct} + Ip$

O desaparecimento da PB, no período de seis horas, revelou valores superiores a 70%, o que pode indicar haver um bom potencial para a produção de proteína microbiana.

O valor nutritivo de um alimento depende, principalmente, do nível de nutrientes presentes, da quantidade ingerida voluntariamente pelo animal e da digestibilidade e, ou degradabilidade dos nutrientes consumidos, consequentemente, a avaliação eficiente de um alimento, para fins de predição da resposta animal, baseia-se no conhecimento das quantidades diárias de proteínas e de energia digestíveis que o animal pode obter deste alimento. Nesse sentido, o conhecimento do valor nutritivo potencial dos alimentos por meio de degradação ruminal permite o emprego racional dos mesmos, como alimento único ou como ingredientes de misturas mais complexas (CABRAL et al, 2005).

Como pode ser observado na Figura 3, em todos as silagens avaliadas, mais de 75% da DP da PB foram alcançadas com 24 horas de incubação ruminal. Contudo, após 48 horas, observou-se que a silagem de capim-elefante emurchecido apresentou menores valores em relação às silagens contendo casca de soja, estabilizando, assim, primeiro a DP da PB que os demais tratamentos com casca de soja.

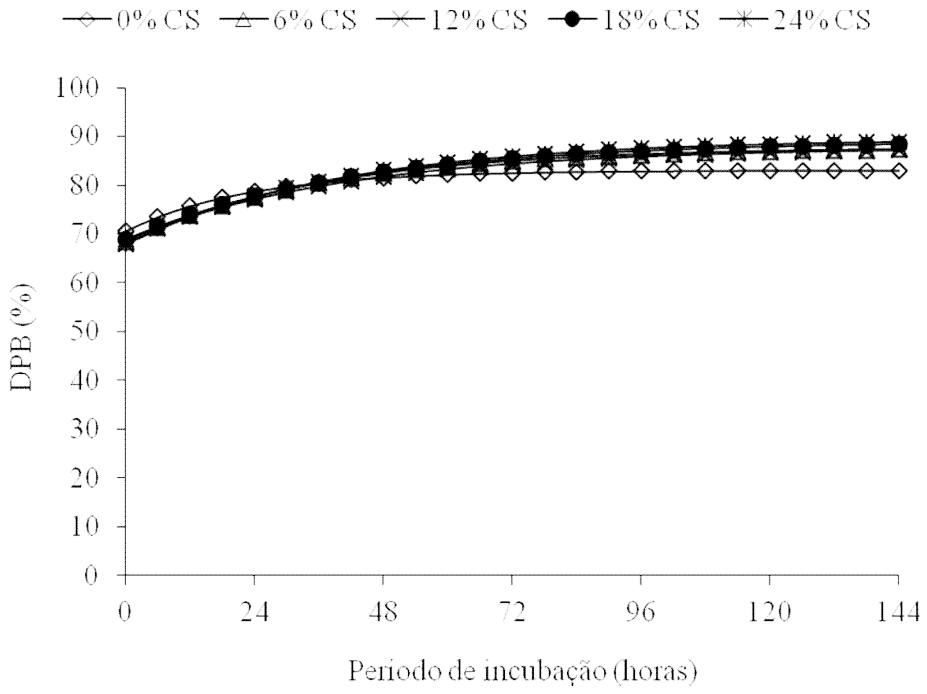

Figura 3 - Degradabilidade da proteína bruta (PB) de silagens de capim-elefante emurchecido ou com casca de soja (CS), em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $\hat{Y} = A + B \times (1 - e^{-ct})$

Para a DE da PB, não observou grandes variações entre as silagens, mantendo valores entre 79 e 80% para a taxa de passagem de 2%/ hora, entre 75 e 76% para a taxa de 5%/hora e 73 a 75% para 8%/hora (Tabela 3). Pires et al. (2006), avaliando a DE da PB da alfafa, observaram 87,8, 80,2 e 74,6%, respectivamente, para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora.

Pires et al. (2010), avaliando a silagem de milho, observaram 46,5, 42,0 e 40,7%, respectivamente, para 2, 5 e 8%/hora para a DE da PB, enquanto no presente trabalho foi observado valores superiores aos encontrados por estes autores, com máximo de 80,1, 76,5 e 75,0%, para as mesmas taxas supracitadas, respectivamente, para os tratamentos: 24% de adição de casca de soja e capim-elefante emurchecido.

Conclusões

A adição de casca de soja ao capim-elefante, no momento da ensilagem, produziu silagens com maior degradabilidade potencial da matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta.

Para a degradabilidade efetiva da matéria seca, verificou-se a mesma tendência observada para a degradabilidade potencial, ou seja, as silagens com casca de soja apresentaram maiores valores em relação à silagem somente com capim-elefante emurchecido.

A parede celular (FDN) das silagens de capim-elefante com casca de soja apresentou rápida fermentação ruminal. A degradação potencial da FDN para tratamento com adição de 24% de casca de soja teve o aproveitamento total da fibra. A partir de 48 horas, observou-se que, quanto maior a adição de casca de soja, maior será a degradação da fibra no decorrer dos tempos que foram incubados.

Em todos os tratamentos avaliados, mais de 75% da degradabilidade potencial da proteína bruta foram alcançadas com 24 horas de incubação ruminal.

Literatura citada

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; SERVOUDAKIS, J.T.; SOUZA, A.L. de; DETMANN, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 40, n.8, p.777-781, 2005.

CARVALHO, G.G.P. de. **Capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CARVALHO, G.G.P. de; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; DETMANN, E.; PEREIRA, O.G.; FERNANDES, F.E.P. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1347-1354, 2008.

CARVALHO, G.G.P. de; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, R.R.; MENDES, F.B.L.; SOUZA, D.R. de e PINHEIRO, A.A. Degradabilidade ruminal de concentrados e subprodutos agroindustriais. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.212, p.397-400, 2006.

GERASEEV, L.C.; RIBEIRO, F.L.A.; BONFÁ, H.C.; RUFINO, L.M. de A.; RIBEIRO JÚNIOR, C.S.; DUARTE, E.R. Cinética de degradação ruminal de dietas contendo farelo de casca de pequi. **Ciência Rural**, v. 41, n.9, p.1626-1631, 2011.

NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimative ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.5, p.2051-2069, 1988.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**.7 ed. Washigton: National Academy Press, 450p. 2001.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant Nitrogen Usage**. Washigton: National Academy Press, 1985. 138p.

ORSKOV, E.R. & McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen fron incubation measeurements weighted according to rate of passage. **Journal Agricultural Science**, v.92, n.1, p.499-453, 1979.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P de; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; RUGGIERI, A.C. e ROTH, M.T.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de silagens de milho, de sorgo e de *Brachiaria brizantha*. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.62, n.2, p.391-400, 2010.

PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P de; SIQUEIRA, G.R.; BERNARDES, T.F.; RUGGIERI, A.C.; ALMEIDA, E. de O. e ROTH, M.T.P. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 41, n.4, p.643-648, 2006.

RESTLE, J.; NEUMANN, M.; BRONDANI, I.L. GONÇALVES, J.M.; PELLEGRINNI, L.G. de. Avaliação da silagem de capim papua (*Brachiaria plantaginea*) por meio do desempenho de bezerros de corte confinados. **Ciência Rural**, v.33, n.4, p.749-756, 2003.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistemas de análises estatísticas)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 301p. 2001.

RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M. CARNEIRO, J.C. TOMICH, T.R. e MARTINS, R.G.R. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em

diferentes épocas de corte. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.56, n.5, p.658-664, 2004.

SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 235p. 2002.

WALDO, D.R.; SMITH, L.W. and COX, E.L. Modelo of cellulose disappearance from the rumen. **Journal Animal Science,** v.55, p.125-129, 1972.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1990, Coronel Pacheco. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, 1990. p.89-131.