



**FARELO DE CACAU E CANA-DE-AÇÚCAR NA  
ENSILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE**

**FÁBIO ANDRADE TEIXEIRA**

**2006**

**FÁBIO ANDRADE TEIXEIRA**

**FARELO DE CACAU E CANA-DE-AÇÚCAR NA ENSILAGEM DE CAPIM-  
ELEFANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação de Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora:

D.Sc. Cristina Mattos Veloso

Co-orientadores:

D.Sc. Aureliano José Vieira Pires

D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA  
BAHIA - BRASIL

2006

633.2      Teixeira, Fábio Andrade.  
T266f      Farelo de cacau e cana-de-açúcar na ensilagem de capim-elefante /  
Fábio Andrade Teixeira. Itapetinga-Ba: UESB-Itapetinga, 2006.  
60p. Il.

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *campus* de Itapetinga. Sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr. Sc. Cristina Mattos Veloso e com a Co-orientação do Prof<sup>o</sup> Dr. Sc. Aureliano José Vieira Pires e Prof<sup>o</sup> Dr. Sc. Fabiano Ferreira da Silva.

Os trabalhos a seguir foram elaborados segundo as normas da Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (*Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*) e Normas da ABNT.

Bibliografia: p.58-60

1. Forragicultura – Forragem 2. Capim-elefante – Silagem – Ensilagem. 3. Nutrição animal. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Veloso, Cristina Mattos. III. Pires, Aureliano José Vieira. IV. Silva, Fabiano Ferreira. V. Título.

**CDD (21) 633.2**

**Catálogo na Fonte:**

Rogério Pinto de Paula – CRB 1746 - 6ª Região

Diretor da Biblioteca – UESB – Campus de Itapetinga-Ba

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Forragicultura – Forragem
2. Capim-elefante – Silagem – Ensilagem
3. Nutrição animal

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

Campus Itapetinga-BA

**DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO**

**Título:** “Farelo de Cacau e Cana-de-Açúcar na Ensilagem de Capim-Elefante”.


**Autor (a):** Fábio Andrade Teixeira

**Orientador (a):** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Mattos Veloso

**Co-Orientador (a):** Aureliano José Vieira Pires


Fabiano Ferreira da Silva

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

Documento assinado digitalmente  
 CRISTINA MATTOS VELOSO  
Data: 20/05/2025 09:20:19-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof<sup>a</sup>. Cristina Mattos Veloso, *D.S.c.*, UESB

Documento assinado digitalmente  
 PAULO BONOMO  
Data: 02/06/2025 10:30:42-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Paulo Bonomo, *D.S.c.*, UESB

Documento assinado digitalmente  
 VICENTE RIBEIRO ROCHA JUNIOR  
Data: 03/06/2025 07:35:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior, *D.Sc.*, UNIMONTES

Data de realização: 29 de setembro de 2006.

Ao Senhor Jesus Cristo, pela vida e salvação  
À minha esposa, Fabiana, minha companheira em todos os momentos  
Às minhas filhas Ângela e Andressa, minhas inspirações  
Aos meus pais, Djalma e Eurlí, pelo amor e exemplo  
Aos colegas, professores e co-orientadores, pela amizade e incentivo  
À bolsista Roberta (em memória), pelo auxílio e cooperação

**DEDICO**

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Mattos Veloso, pelo incentivo,  
motivação e exemplo de pessoa que é, como forma de agradecimento

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Senhor Deus, que me ajudou em todos os momentos e me capacitou para superar minhas limitações e vencer todos os obstáculos.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelo oferecimento do curso, na pessoa do Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva (Coordenador).

À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cristina Mattos Veloso, pela orientação, paciência, pelos conhecimentos adquiridos e apoio nos momentos difíceis.

Ao Prof. Aureliano José Vieira Pires, pela motivação, incentivo e sua disposição em cooperar em todos os momentos.

Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos e convivência.

Ao colega e grande amigo Paulo Valter Nunes Nascimento, pela ajuda durante as análises de laboratório, pelo incentivo e pela grande amizade.

Aos colegas de curso, André, Rogério, José Nobre, Rita, Luciana, Cristiane, Jacqueline, Gesiane, Lizziane, Fábio Silva, pela amizade e agradável convivência.

Aos amigos Evanete, Caio, Leo, Atlas, Robério, Carla, Cristina, Fredson e Alexandre, pelo auxílio e pelos momentos de descontração.

Aos funcionários Dae e José, por toda dedicação e amizade.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

O meu muito obrigado

## RESUMO

TEIXEIRA, F.A. **Farelo de cacau e cana-de-açúcar na ensilagem de capim-elefante.** Itapetinga-BA: UESB, 2006. 60p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia - Produção de Ruminantes).\*

Foram estudados os efeitos da adição de farelo de cacau e cana-de-açúcar na ensilagem de capim-elefante, com o objetivo de avaliar as perdas, o valor nutritivo e a degradação ruminal. Foram conduzidos três experimentos no Setor de Forragicultura da UESB, *Campus* de Itapetinga. Nos dois primeiros, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso, utilizando-se um esquema fatorial 2 x 4, sendo 0 e 15% de farelo de cacau e 0, 15, 30 e 45% de cana-de-açúcar, com quatro repetições. O capim-elefante apresentava 29,2% de matéria seca (MS) e as silagens foram produzidas em silos experimentais de PVC providos com válvulas tipo Bunsen e utilizou-se uma compactação de 600 kg/m<sup>3</sup> de silagem. A abertura dos silos ocorreu aos 60 dias após a ensilagem, quando foi determinada a composição químico-bromatológica, os teores de nitrogênio amoniacal e o pH das silagens. A adição de farelo de cacau reduziu as perdas de nitrogênio amoniacal e por gases, enquanto a adição de cana-de-açúcar promoveu aumento linear das perdas por gases. Entretanto, a adição associada do farelo de cacau e da cana-de-açúcar permitiu absorção da umidade excessiva, controlaram as perdas de MS, efluente, nitrogênio amoniacal e mantiveram o pH estável, favorecendo ao processo fermentativo na ensilagem do capim-elefante. A cana-de-açúcar também reduziu o teor de fibra em detergente ácido, aumentou a degradabilidade potencial da MS e aumentou os valores dos nutrientes digestíveis totais até a inclusão de 20,5% de cana. A associação do farelo de cacau e da cana-de-açúcar ao capim-elefante, no processo de ensilagem, melhorou o valor nutritivo da silagem. No terceiro experimento, foi avaliada a degradação ruminal da MS, da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) de quatro silagens, escolhidas após avaliação no primeiro e no segundo experimento: silagem de capim-elefante sem aditivo; aditivada com 30% de cana-de-açúcar; aditivada com 15% de farelo de cacau; e aditivada com 45% de cana e 15% de farelo de cacau. Amostras de cada silagem foram incubadas no rúmen de três novilhos mestiços holandês x zebu, durante os períodos de 0, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas e os coeficientes não lineares *a*, *B* e *c*, foram estimados por meio de procedimentos iterativos de Gauss-Newton. Para o capim-elefante ensilado com farelo de cacau, foram observados maiores valores da fração *a* da MS e da PB. As silagens que apresentaram as maiores frações não-degradáveis *i* da FDN foram as silagens de capim-elefante sem aditivo e com 30% de cana, enquanto a silagem aditivada com 45% de cana e 15% de farelo de cacau destacou-se pela maior degradação potencial da MS, da PB e da FDN, em todos os períodos estudados, e maiores DE da MS e da PB, para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h. A inclusão associada da cana-de-açúcar com o farelo de cacau no momento da ensilagem do capim-elefante apresenta-se como uma alternativa para aumentar a degradabilidade da forragem em estágio de crescimento avançado.

**Palavras-chave:** aditivo, degradabilidade, efluente, ensilagem

---

\*Orientadora: Cristina Mattos Veloso, *D.Sc.*, UESB e Co-orientadores: Aureliano José Vieira Pires, *D.Sc.*, UESB e Fabiano Ferreira da Silva, *D.Sc.*, UESB.

## ABSTRACT

TEIXEIRA, F.A. **Cocoa meal and sugarcane in elephant grass ensilage.** Itapetinga-BA: UESB, 2006. 60p. (Dissertation - Masters Degree in Animal Science - Ruminant Production).\*

The effects of the addition of cocoa meal and sugarcane in the elephant grass ensilage were studied with the objective of evaluating losses, nutritional value and rumen degradation. Three experiments were conducted in the Forage Sector of UESB, *Campus* of Itapetinga. In the first two, the adopted experimental design was the completely randomized, using a 2 x 4 factorial scheme, being 0 and 15% of cocoa meal and 0, 15, 30 and 45% of sugarcane, with four repetitions. The elephant grass had 29.2% of dry matter (DM) and the silages were produced in PVC experimental silos provided with Bunsen type valves and a 600 kg/m<sup>3</sup> silage compaction was used. The silos opening happened at the 60 days after ensilage, when silages chemical-bromatological composition, ammonia nitrogen content and pH were determined. Cocoa meal addition reduced ammonia nitrogen and gases losses, while sugarcane addition promoted linear increase of gases. However, the associated addition of cocoa meal and sugarcane allowed absorption of excess humidity, controlled DM, effluent and ammonia nitrogen losses and maintained the pH stable, favoring the fermentative process in the elephant grass ensilage. The sugarcane also reduced the acid detergent fiber content, increased DM potential degradability and increased the total digestible nutrients values up to the inclusion of 20.5% of sugarcane. The association of cocoa meal and sugarcane to the elephant grass in the ensilage process improved the silage nutritional value. In the third experiment, the DM, crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) ruminal degradation of four silages, chosen after evaluation in the first and in the second experiments, was evaluated: elephant grass silage without additive; added with 30% of sugarcane; added with 15% of cocoa meal; and added with 45% of sugarcane and 15% of cocoa meal. Samples of each silage were incubated in the rumen of three Holstein x Zebu crossbred steers during the periods of 0, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The experimental design used was the subdivided parcels and the non linear coefficients *a*, *B* and *c* were estimated through Gauss-Newton iterative procedures. For the elephant grass ensiled with cocoa meal, larger values of DM and CP fraction *a* were observed. The silages that showed the largest non-degradable *i* fractions of NDF were the elephant grass silages without additive and with 30% of sugarcane, while the silage addicted with 45% of sugarcane and 15% of cocoa meal showed up by the largest DM, CP and NDF potential degradation in all of the studied periods, and larger DM and CP ED for passage rates of 2, 5 and 8%h<sup>-1</sup>. The associated inclusion of sugarcane with cocoa meal at the elephant grass ensilage moment comes as an alternative to increase the degradability of forage in advanced growth stage.

**Key-words:** additive, degradability, effluent, ensilage

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>TRABALHO 1</b>	
<b>Tabela 1</b> - Composição químico-bromatológica do capim-elefante, da cana-de-açúcar e do farelo de cacau .....	15
<b>Tabela 2</b> - Nível de significância dos fatores da análise de variância para matéria seca (MS), taxa de recuperação da MS (RMS), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ), perdas por efluente e por gases das silagens de capim-elefante .....	17
<b>Tabela 3</b> - Teor de matéria seca de silagens de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) e coeficiente de variação (CV) .....	18
<b>Tabela 4</b> - Perdas por efluente em kg/t de MN das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) .....	19
<b>Tabela 5</b> - Perdas por gases em porcentagem da matéria seca das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) .....	20
<b>Tabela 6</b> - Valores de pH das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equações de regressão e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) .....	20
<b>Tabela 7</b> - Concentração de nitrogênio amoniacal das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau .....	22
<b>TRABALHO 2</b>	
<b>Tabela 1</b> - Composição químico-bromatológica do capim-elefante, da cana-de-açúcar e do farelo de cacau .....	30
<b>Tabela 2</b> - Nível de significância dos fatores da análise de variância para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais estimado (NDTest) e degradabilidade potencial da MS em 48 horas (DP MS48h) das silagens de capim-elefante .....	33
<b>Tabela 3</b> - Teor de matéria seca em função da adição de farelo de cacau e cana-de-açúcar na ensilagem de capim-elefante. Equação de regressão e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) .....	34
<b>Tabela 4</b> - Teor de proteína bruta das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão .....	34
<b>Tabela 5</b> - Carboidratos não fibrosos das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) .....	35
<b>Tabela 6</b> - Fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) .....	36
<b>Tabela 7</b> - Fibra em detergente ácido das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) .....	36
<b>Tabela 8</b> - Degradabilidade potencial da matéria seca em 48 horas das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão e coeficiente de determinação (R <sup>2</sup> ) .....	38

### TRABALHO 3

### Página

<b>Tabela 1</b> - Composição químico-bromatológica do capim-elefante, da cana-de-açúcar e do farelo de cacau utilizados na ensilagem .....	46
<b>Tabela 2</b> - Composição químico-bromatológica das silagens de capim-elefante (CE) ensilado com cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC) .....	48
<b>Tabela 3</b> - Estimativa dos parâmetros de degradação ruminal da matéria seca (MS) das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC) .....	49
<b>Tabela 4</b> - Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS) das silagens de capim-elefante (CE), calculadas para taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h .....	50
<b>Tabela 5</b> - Estimativa dos parâmetros de degradação ruminal da proteína bruta (PB) das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC) .....	52
<b>Tabela 6</b> - Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da proteína bruta (PB) das silagens de capim-elefante (CE), calculadas para taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h .....	53
<b>Tabela 7</b> - Estimativa dos parâmetros de degradação ruminal da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC) .....	55
<b>Tabela 8</b> - Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de capim-elefante (CE), calculadas para taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h .....	55

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>TRABALHO 1</b>	
<b>Figura 1</b> - Taxa de recuperação da matéria seca de silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau .....	19
<b>TRABALHO 2</b>	
<b>Figura 1</b> - Teores de nutrientes digestíveis totais (NDT %MS) em silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar .....	37
<b>TRABALHO 3</b>	
<b>Figura 1</b> - Degradabilidade da matéria seca (DMS) das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e, ou farelo de cacau (FC) em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $y = A + B (1 - e^{-c^*t})$ .....	51
<b>Figura 2</b> - Degradabilidade da proteína bruta (DPB) das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC) em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $y = A + B (1 - e^{-c^*t})$ .....	54
<b>Figura 3</b> - Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) das silagens de capim-elefante contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC) em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $y = A + B (1 - e^{-c^*t})$ .....	56

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>TRABALHO 1</b>	
<b>Perdas da silagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar</b> .....	12
Resumo .....	12
Abstract .....	13
1 Introdução .....	14
2 Material e Métodos .....	15
3 Resultados e Discussão .....	17
4 Conclusões .....	23
5 Referências Bibliográficas .....	24
<b>TRABALHO 2</b>	
<b>Valor nutritivo do capim-elefante ensilado com cana-de-açúcar e farelo de cacau</b> .....	26
Resumo .....	26
Abstract .....	27
1 Introdução .....	28
2 Material e Métodos .....	30
3 Resultados e Discussão .....	33
4 Conclusões .....	39
5 Referências Bibliográficas .....	40
<b>TRABALHO 3</b>	
<b>Degradação ruminal do capim-elefante ensilado com cana-de-açúcar e farelo de cacau</b> .....	42
Resumo .....	42
Abstract .....	43
1 Introdução .....	44
2 Material e Métodos .....	46
3 Resultados e Discussão .....	48
4 Conclusões .....	57
5 Referências Bibliográficas .....	58

## TRABALHO 1

### Perdas da silagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar

**Resumo** - Foram estudados os efeitos da adição de farelo de cacau e cana-de-açúcar sobre as perdas de silagem de capim-elefante. Utilizou-se um esquema fatorial 2 x 4, sendo 0 e 15% de farelo de cacau e 0, 15, 30 e 45% de cana-de-açúcar, com quatro repetições, no delineamento inteiramente casualizado. O capim-elefante apresentava 29,2% de matéria seca (MS) e as silagens foram produzidas em silos experimentais de PVC providos com válvulas tipo Bunsen, utilizando-se uma compactação de 600 kg de silagem/m<sup>3</sup>. A abertura dos silos ocorreu aos 60 dias após a ensilagem, quando foram determinados os teores de nitrogênio amoniacal e o pH das silagens. A adição de farelo de cacau reduziu as perdas de nitrogênio amoniacal e por gases, enquanto a adição de cana-de-açúcar promoveu aumento linear das perdas por gases. Verificou-se redução linear da taxa de recuperação da MS e do pH e aumento linear das perdas por efluente das silagens sem adição de farelo de cacau. Entretanto, a adição associado do farelo de cacau e da cana-de-açúcar permitiram absorção da umidade excessiva, controlaram as perdas de MS, efluente, nitrogênio amoniacal e mantiveram o pH estável, favorecendo ao processo fermentativo na ensilagem do capim-elefante.

**Palavras-chave:** efluente, ensilagem, fermentação, nitrogênio amoniacal

## Losses of elephant grass silage added with cocoa meal and sugarcane

**Abstract** - The effects of the addition of cocoa meal and sugarcane in the elephant grass on elephant grass silage losses were studied. A 2 x 4 factorial scheme was used, being 0 and 15% of cocoa meal and 0, 15, 30 and 45% of sugarcane, with four repetitions, in a completely randomized design. The elephant grass showed 29.2% of dry matter (DM) and the silages were produced in PVC experimental silos provided with Bunsen type valves and a 600 kg/m<sup>3</sup> silage compaction was used. The silos opening happened at the 60 days after ensilage, when silages chemico-bromatological composition, ammonia nitrogen content and pH were determined. Cocoa meal addition reduced ammonia nitrogen and gases losses, while sugarcane addition promoted linear increase of gases losses. Linear reduction of DM recovery rate and pH and linear increase of effluent losses were verified in silages without cocoa meal addition. However, the associated addition of cocoa meal and sugarcane allowed absorption of excess humidity, controlled DM, effluent and ammonia nitrogen losses and maintained the pH stable, favoring the fermentative process in the elephant grass ensilage.

**Key words:** ammonia nitrogen, effluent, ensiling, fermentation

## 1 INTRODUÇÃO

A ensilagem constitui uma das estratégias mais utilizadas para armazenar forragem visando minimizar as perdas na produção dos rebanhos durante os períodos de escassez. Contudo, para que se obtenha uma silagem de boa qualidade deve-se usar forrageiras que apresentem teores de umidade e quantidade de carboidratos solúveis (CS) adequados, características estas que são limitantes para ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), que segundo Ferrari Jr. & Lavezzo (2001), apresenta no estágio de melhor valor nutritivo, excesso de umidade, propiciando silagens de baixa qualidade, com grande decomposição protéica, além de elevadas perdas por efluente. Por outro lado, com a maturação, a planta, ainda que aumente a produção de matéria seca (MS), resulta em um produto de baixo valor nutritivo.

Outras forrageiras, como a cana-de-açúcar, também podem ser ensiladas, porém, Nussio et al. (2003) ressaltaram que a produção de etanol, em função da alta concentração de CS na cana-de-açúcar, seja a principal limitação para o uso desta gramínea no processo de ensilagem. Por outro lado, poderia servir com o fornecimento de carboidratos solúveis em silagens de capim-elefante, quando utilizada como aditivo (Velloso et al., 1973). Woolford (1984) acrescentou que, além da elevada concentração desses carboidratos, o principal fator que possibilita o rápido desenvolvimento das leveduras nas silagens de cana-de-açúcar, são os baixos teores de MS.

Com a finalidade de melhorar o processo fermentativo da silagem do capim-elefante, vários aditivos têm sido testados. Aditivos ricos em carboidratos não fibrosos, como fubá de milho e melão em pó, podem ser utilizados em silagens de capim-elefante contendo 15,3% de MS (Andrade & Melotti, 2004). O sabugo de milho reduziu a umidade do capim-elefante ensilado com 15,9% de MS (Tosi et al., 1999), Bernardino et al. (2005) garantiram que 20% de casca de café promoveram boa preservação da silagem e eliminaram a produção de efluente, utilizando capim-elefante com 12,4% de MS, Rodrigues et al. (2005) enfatizaram que valores de 4,7 a 7,6% de polpa cítrica peletizada, foram suficientes para melhorar a qualidade de fermentação.

A decisão pelo tipo de material absorvente depende não somente dos seus efeitos positivos, mas também da sua disponibilidade e viabilidade econômica. Nesse contexto, o farelo de cacau, resíduo da retirada da casca das amêndoas (Pires et al., 2002), surge como uma alternativa que, de acordo com Teixeira et al. (2005), é eficiente na redução da umidade da silagem de capim-elefante.

Objetivou-se avaliar os efeitos da adição do farelo de cacau e da cana-de-açúcar sobre as perdas de silagem de capim-elefante.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no setor de Forragicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Itapetinga. Como forrageira para ensilagem utilizou-se o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Mercker. Como aditivos foram utilizados a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) cv. IAC 86-2480, com teor de carboidratos solúveis igual a 12 graus brix, e o farelo de cacau (*Theobroma cacao*) (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição químico-bromatológica do capim-elefante, da cana-de-açúcar e do farelo de cacau

Variáveis	Capim-elefante	Cana-de-açúcar	Farelo de cacau
Matéria seca (%)	29,2	18,2	88,3
Proteína bruta <sup>1</sup>	3,8	3,0	13,8
CNF <sup>1</sup>	12,2	36,1	47,3
FDN <sup>1</sup>	79,2	56,7	49,9
FDA <sup>1</sup>	52,5	32,7	39,0
NIDN <sup>2</sup>	45,0	48,9	59,0
NIDA <sup>2</sup>	9,3	10,0	32,7
Cinza <sup>1</sup>	8,1	7,4	4,8

CNF = carboidratos não fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

<sup>1</sup> % da MS e <sup>2</sup> % do N total.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso, num esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições. Ao capim-elefante foram adicionados 0, 15, 30 e 45% de cana-de-açúcar, com base na matéria natural, sem inclusão de farelo de cacau e as mesmas doses para as silagens que receberam 15% de farelo de cacau, com base na matéria natural.

O capim-elefante aos 120 dias de crescimento, contendo 29,2% de MS, e a cana-de-açúcar aos 12 meses de idade, com 18,2% de MS, foram colhidos manualmente, a 10 cm do solo, sendo picados em fragmentos de dois cm em ensiladeira estacionária.

Foram utilizados 32 silos experimentais de PVC, com 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro, providos de válvula de Bunsen, com areia e tela no fundo, previamente pesados, para captar o efluente desprendido da silagem. O material foi compactado adotando-se a densidade de 600 kg de silagem/m<sup>3</sup>; posteriormente, os silos foram vedados e pesados. Após o período de 60 dias de armazenamento, os silos foram novamente pesados para se avaliar as perdas por

gases e, em seguida, abertos para a retirada da silagem e pesagem da areia do fundo do silo para se obter as perdas por efluente.

A taxa de recuperação de MS foi calculada segundo a equação sugerida por Loures et al. (2004):

$$RMS = \{[(Ms \times MSs)] / (Mf \times MSf)\} \times 100$$

Sendo:

RMS = taxa de recuperação da MS (%);

Ms = massa da silagem (kg matéria natural);

MSs = matéria seca da silagem (%);

Mf = massa da forragem (kg matéria natural);

MSf = matéria seca da forragem (%).

Após a abertura dos silos, o material foi retirado, homogeneizado e colhidas amostras das silagens, que foram divididas em duas porções, quando uma porção, imediatamente à abertura dos silos, foi destinada à determinação do nitrogênio amoniacal e do pH, segundo a metodologia de Bolsen et al. (1992).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação a adição de farelo de cacau, de cana-de-açúcar e a interação entre esses fatores. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a sua significância. O efeito da adição da cana-de-açúcar foi avaliado por análise de regressão, por meio de polinômios ortogonais, pela decomposição da respectiva soma de quadrado em efeitos linear, quadrático e cúbico, também foram observados os coeficientes de determinação. A adição de farelo de cacau, por se tratar de apenas dois níveis, foi comparada pelo teste F. Para realizar as análises estatísticas foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (Ribeiro Jr., 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A significância do efeito da adição de farelo de cacau, cana-de-açúcar e da interação entre estes fatores, bem como os coeficientes de variação da análise de variância para as silagens de capim-elefante podem ser verificados na Tabela 2. Foi constatado efeito ( $P < 0,01$ ) da interação do farelo de cacau x cana-de-açúcar para a taxa de recuperação da MS, pH e perdas por efluente.

**Tabela 2** - Nível de significância dos fatores da análise de variância para matéria seca (MS), taxa de recuperação da MS (RMS), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), perdas por efluente e por gases das silagens de capim-elefante

Fonte de variação	gl	MS	RMS <sup>1</sup>	pH	N-NH <sub>3</sub> <sup>2</sup>	Efluente <sup>3</sup>	Gases <sup>1</sup>
Farelo de cacau (F)	1	**			**		**
Cana-de-açúcar (C)	3	**					**
Interação C x F	3	ns	**	**	ns	**	ns
Resíduo	24						
CV (%)		2,5	2,2	2,8	5,9	22,2	13,0

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup> % da MS, <sup>2</sup> % do nitrogênio total, <sup>3</sup> kg/t de matéria natural.

Embora os teores de MS do material ensilado apenas com adição de cana-de-açúcar encontrem-se abaixo da faixa considerada ideal, de 30 a 40%, conforme sugerido por Silveira (1987) como necessária para garantir produção de silagens de boa qualidade, a adição de 15% de farelo de cacau resultou em aumento médio ( $P < 0,01$ ) de 27,7 para 34,7% de MS nas silagens (Tabela 3). Este aditivo promoveu um incremento de 0,47% de MS por unidade percentual de farelo de cacau incluído, próximos aos 0,49% estimados por Teixeira et al. (2005), quando adicionou farelo de cacau na ensilagem do capim-elefante com 18,9% de MS. Por outro lado, foi verificada redução linear ( $P < 0,01$ ) do teor de MS com a adição de cana-de-açúcar. De acordo com Van Soest (1994), o aumento no teor de MS provoca maior pressão osmótica do meio, tornando o ambiente desfavorável para o desenvolvimento e a atividade metabólica das leveduras.

**Tabela 3 -** Teor de matéria seca de silagens de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar. Equação de regressão, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e coeficiente de variação (CV)

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	29,9	29,6	26,4	25,0	27,7 b		
15	37,1	35,9	32,6	33,1	34,7 a		
Média	33,5	32,7	29,5	29,0	31,2	$\hat{Y} = 33,6953 - 0,11069^{**}X$	0,91

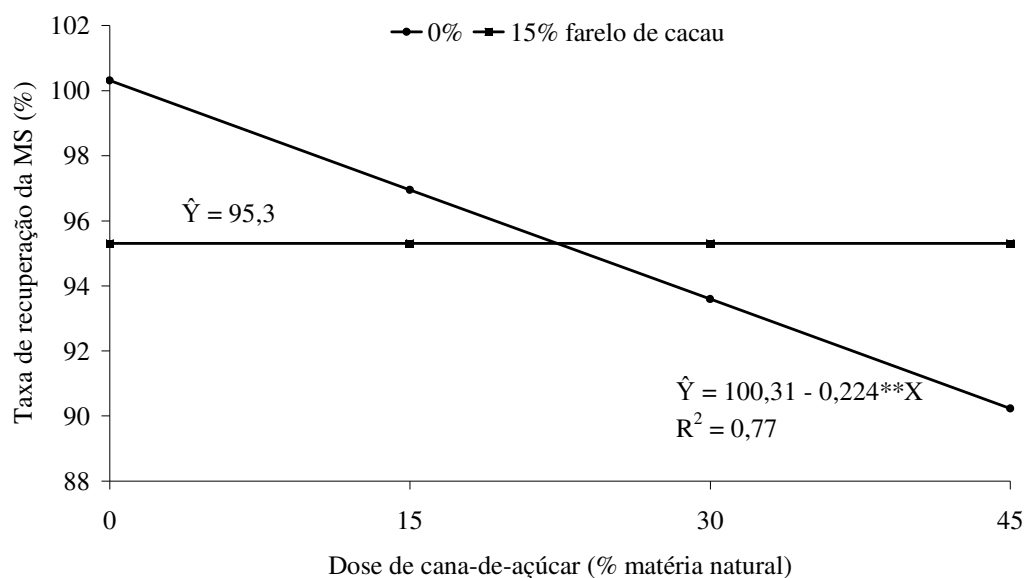
Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

De acordo com McDonald et al. (1991), o etanol produzido nas silagens pode acarretar perdas de até 48% da MS. Freitas et al. (2006) encontraram 22,4% de perdas de MS mesmo com a inclusão de resíduo de soja em silagem de cana-de-açúcar, e Kung Jr. & Stanley (1982) encontraram 29% de perdas de MS, para cana-de-açúcar ensilada aos 15 meses de crescimento. Pedroso (2003) relacionou as elevadas perdas e a dificuldade de controlá-las, provavelmente ao elevado conteúdo de CS presentes na cana-de-açúcar. Contudo, a inclusão de cana-de-açúcar nas silagens que receberam farelo de cacau, manteve uma média de 95,3% de taxa de recuperação da MS (Figura 1), observando-se, calculando-se uma perda de 4,6% de perda de MS, o que indica que a elevação do teor de MS provocada pelo farelo de cacau para níveis adequados evitou maiores perdas de MS do material ensilado. As perdas encontradas podem ser consideradas baixas para as doses de cana-de-açúcar estudadas. Considerando a taxa média de recuperação da MS das silagens com inclusão de farelo de cacau, como perdas aceitáveis, doses acima de 22,4% de cana-de-açúcar aumentariam consideravelmente as perdas de MS, comprometendo o processo de fermentação da silagem.

Foi observado um aumento ( $P < 0,01$ ) linear nas perdas por efluente com a inclusão de cana-de-açúcar nos tratamentos sem farelo de cacau, estimando-se perdas de 1,3 kg/t por unidade percentual de cana-de-açúcar adicionada, quantidade muito elevada, levando-se em conta, que o efluente perdido carrega, os nutrientes em água, representando prejuízos no valor nutritivo das silagens. Desdobrando o efeito do farelo de cacau dentro das doses de cana-de-açúcar, foram verificadas reduções significativas ( $P < 0,01$ ) de 68,6; 83,4 e 88,8% da produção de efluente para as silagens com 15, 30 e 45% de cana-de-açúcar respectivamente, quando se adicionou o farelo de cacau (Tabela 4). De maneira semelhante, Hameleers et al. (1999) verificaram que a polpa de beterraba reduziu a produção de efluente em silagens de milho e Bernardino et al. (2005) concluíram que proporções maiores que 20% de casca de café foram suficientes para eliminar toda a produção de efluente das silagens de capim-elefante.



**Figura 1 -** Taxa de recuperação da matéria seca de silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau.

**Tabela 4 -** Perdas por efluente em kg/t de MN das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	9,5a	13,7a	37,3a	66,0a	31,6	$\hat{Y} = 2,6593 + 1,2871^{***}X$	0,92
15	5,4a	4,3b	6,2b	7,4b	5,8	$\hat{Y} = 5,81$	
Média	7,5	9,0	21,7	36,7	18,7		

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

De acordo com Pedroso (2003), a perda de CS na forma de gases, durante a fermentação, resulta também na produção de água, diminuindo o teor de MS da forragem. Pode-se deduzir que a adição de cana-de-açúcar às silagens sem farelo de cacau foi responsável pela maior perda por efluente.

O capim-elefante que foi ensilado sem adição de farelo de cacau sofreu as maiores perdas por gases, em média 6,3% da MS e, quando o farelo de cacau foi adicionado, essas perdas reduziram ( $P < 0,01$ ) para 4,7% da MS (Tabela 5). A maior causa de perda de MS na silagem de cana-de-açúcar é a reação bioquímica da produção de etanol, em que a MS é catalisada via

fermentação pelas leveduras, de modo que cada molécula de glicose fermentada gera duas moléculas de etanol, duas de dióxido de carbono e duas moléculas de água (Rodrigues et al., 2005). As menores perdas com a inclusão do farelo de cacau podem ser explicadas pelo aumento do teor de MS das silagens. Por outro lado, a cana-de-açúcar, por possuir alto conteúdo de CS, elevou as perdas por gases que estão relacionadas com as perdas de MS observadas com a redução da taxa de recuperação da MS.

**Tabela 5 -** Perdas por gases em porcentagem da matéria seca das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	5,1	5,8	6,9	7,3	6,3a		
15	3,2	4,0	5,8	5,9	4,7b		
Média	4,1	4,9	6,3	6,6	5,5	$\hat{Y} = 4,15474 + 0,05901**X$	0,94

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

A variação do pH, de 3,7 a 4,1, encontra-se próxima da faixa ótima de 3,8 a 4,2, recomendada por McDonald (1981) para fermentação adequada. Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas et al. (2006), cuja variação foi de 3,5 a 3,9, quando utilizou resíduos da soja em silagens de cana-de-açúcar. A adição de farelo de cacau manteve o pH em 4,1 para todos os níveis de cana-de-açúcar adicionados, estimando-se pela equação de regressão,  $\hat{Y} = 4,15474 + 0,05901**X$ , a adição de até 26,2% de cana-de-açúcar, para os tratamentos sem a presença do farelo de cacau, para se obter pH dentro da faixa recomendada (Tabela 6).

**Tabela 6 -** Valores de pH das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	4,2a	3,8b	3,7b	3,7b	3,8	$\hat{Y} = 4,08525 - 0,0109**X$	0,83
15	4,1a	4,1a	4,1a	4,1a	4,1	$\hat{Y} = 4,1$	
Média	4,1	4,0	3,9	3,9	4,0		

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

Houve redução linear ( $P < 0,01$ ) do pH, na medida em que foi adicionada cana-de-açúcar na ensilagem do capim-elefante. Quando se trabalha com forragens com altos teores de açúcares e baixos de proteína, a estabilidade do pH ocorre, normalmente, antes do décimo dia de ensilagem, destacando-se que o estímulo à fermentação pode ser prejudicial no processo de ensilagem, uma vez que aumenta o consumo de CS e que o desenvolvimento das leveduras não é inibido apenas pelo declínio do pH das silagens (McDonald et al., 1991). A redução do pH das silagens sem farelo de cacau pode ser explicada pelos altos teores de CS, responsáveis pelo abaixamento do pH. Os resultados demonstram que somente a redução do pH não foi capaz de evitar as perdas por gases, nitrogênio amoniacal e efluente das silagens sem inclusão de farelo de cacau.

Apenas as silagens adicionadas de farelo de cacau apresentaram teores de nitrogênio amoniacal dentro da faixa ideal, média de 3,9% do N-total, considerando silagens com teores de nitrogênio amoniacal abaixo de 8% como de boa qualidade (Silveira, 1975), enquanto as silagens que não continham farelo de cacau, tiveram perdas de nitrogênio amoniacal da ordem de 13,6% em média do N total, que foi um indicativo de silagem de qualidade inferior (Tabela 7). Apesar do baixo teor de PB dos tratamentos sem adição de farelo de cacau, os valores de nitrogênio amoniacal são considerados elevados, pois, segundo Van Soest (1994), valores acima de 10% indicam que o processo de fermentação resultou em quebra excessiva de proteína em amônia.

Estimou-se que a adição de farelo de cacau promoveu redução ( $P < 0,01$ ) de 71% das perdas por nitrogênio amoniacal, resultado superior aos 60% encontrados por Freitas et al. (2006), que utilizou resíduo da colheita da soja. Embora Ferrari Jr. & Lavezzo (2001) não tenham encontrado efeito com a adição de até 12% de farelo de mandioca em silagem de capim-elefante com 18,7% de MS, Bernardino et al. (2005) observaram decréscimo do teor de nitrogênio amoniacal, à medida que adicionou casca de café em silagem de capim-elefante. Segundo Evangelista et al. (2004), o valor de pH, juntamente com o nitrogênio amoniacal, fornece uma indicação da forma como se processou a fermentação. A redução da concentração de nitrogênio amoniacal com a inclusão do farelo de cacau pode ser explicada pela diminuição do teor de MS, que teria reduzido a atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, promotoras da proteólise e da liberação do nitrogênio amoniacal durante o processo de ensilagem. Pode-se afirmar que o farelo de cacau melhorou as características fermentativas da silagem, pois, juntamente com o pH, manteve o nitrogênio amoniacal dentro da faixa adequada, 4,1 e 3,9%, respectivamente.

**Tabela 7 -** Concentração de nitrogênio amoniacal das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão
	0	15	30	45		
0	14,7	13,0	13,6	13,1	13,6a	
15	3,9	3,9	3,8	4,0	3,9b	
Média	9,3	8,4	8,7	8,6	8,8	$\hat{Y} = 8,8$

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F (P<0,05).

% MN = % da matéria natural.

#### 4 CONCLUSÕES

O farelo de cacau é eficaz na redução da umidade e da concentração de nitrogênio amoniacal das silagens de capim-elefante com 29% de matéria seca.

A inclusão de até 22,4% da cana-de-açúcar, cv - IAC86 – 2480, na ensilagem de capim-elefante, não provoca perdas excessivas de matéria seca.

A associação de farelo de cacau e cana-de-açúcar, em todas as doses de cana estudadas, permite a manutenção de uma alta taxa de recuperação da matéria seca, o que reduz as perdas de matéria seca e de efluentes além de mantém o pH estável, favorecendo ao processo fermentativo da silagem de capim-elefante.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S.J.T.; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim- elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.41, p.409-415, 2004.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005. (supl.)
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.
- EVANGELISTA, A.R.; PERON, A.J.; AMARAL, P.N.C. Forrageiras não convencionais para silagem – mitos e realidades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa . *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.463-507.
- FERRARI Jr. E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.38-47, 2006.
- HAMELEERS, A.; LEACH, K.A.; OFFER, N.W. et al. The effects of incorporating sugar beet pulp with forage maize at ensiling on silage fermentation and effluent output using drum silos. *Grass and Forage Science*, v.54, p.322-335, 1999.
- KUNG JR, L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant sugarcane preserved as silage. *Journal of Animal Science*, v.54, p.689-796, 1982.
- LOURES, D.R.S.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; PEDROSO, A.F. et al. Perdas por efluente em gase em silagens de capim Tanzânia sob os efeitos do teor de matéria seca, tamanho de partícula e do uso de aditivos. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41., Campo Grande, 2004, *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis [2004]. CD-ROM. Forragicultura. FOR-133.
- McDONALD, P. *The biochemistry of silage*. Nova York: John Wiley & Sons, 1981. 226p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.
- NUSSIO, L.G.; SCHIMDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA – SUSTENTABILIDADE, 2003, Lavras. *Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. p.49-74.
- PEDROSO, A.F. Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Piracicaba: Escola Superior de

Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003. 120p. Dissertação (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2003.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO JÚNIOR, J.N., SILVA, F.F. et al. Farelo de cacau (*Theobroma cacao*) na alimentação de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002. Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.

RIBEIRO Jr., J.I. *Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.

SILVEIRA, A.C. Produção e utilização de silagens. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 12., 1987, Pirassununga. *Anais...* Pirassununga: Fundação Cargill, 1987. p.119-134.

SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba, *Anais...* Piracicaba: ESALQ, 1975. p.156-180.

TEIXEIRA, F.A.; SANTOS, L.C.; NASCIMENTO, P.V.N. et al. Perdas por nitrogênio amoniacal em silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) acrescido de farelo de cacau (*Theobroma cacao*). *Revista Electrónica de Veterinária*, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html> (acessada em 12 de abril de 2005) v.6, n.11, 2005.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H. et al. Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar taiwan a-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

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

VELLOSO, L.; ROCHA, G. L.; FARIA, V. P. Avaliação de silagens de milho com ou sem aditivo, pelo sistema Flieg. *Boletim de Indústria Animal*, v.30, n.2, p.245-251, 1973.

WOOLFORD, M.K. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

## TRABALHO 2

### Valor nutritivo do capim-elefante ensilado com cana-de-açúcar e farelo de cacau

**Resumo** – Os efeitos da adição de farelo de cacau e cana-de-açúcar sobre o valor nutritivo de silagem de capim-elefante foram estudados, adotando-se um esquema fatorial 2 x 4, utilizando-se 0 e 15% de farelo de cacau e 0, 15, 30 e 45% de cana-de-açúcar, com quatro repetições. O capim-elefante apresentava 29,2% de matéria seca (MS) e as silagens foram produzidas em silos experimentais de PVC, que foram abertos aos 60 dias após a ensilagem. A adição de farelo de cacau reduziu a fibra em detergente ácido (FDA) e aumentou os teores de MS e proteína bruta e a degradabilidade potencial da MS (DP MS48h). A cana-de-açúcar também reduziu o teor de FDA, aumentou a DP MS48h e aumentou o valor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) até a inclusão de 20,5% de cana, embora tenha reduzido o teor de MS. Nas silagens contendo farelo de cacau e com a inclusão da cana-de-açúcar foram observados redução linear do conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) e aumento linear dos carboidratos não fibrosos (CNF) e NDT. A associação do farelo de cacau e da cana-de-açúcar ao capim-elefante no processo de ensilagem melhora a qualidade nutritiva da silagem, promovendo redução da FDN, aumento dos CNF e conseqüente aumento dos valores de NDT das silagens.

**Palavras-chave:** degradabilidade, ensilagem, fibra, matéria seca

## **Nutritional value of elephant grass ensiled with sugarcane and cocoa meal**

**Abstract** – The effects of the addition of cocoa meal and sugarcane on the nutritional value of elephant grass silage were studied, adopting a 2 x4 factorial scheme, using 0 and 15% of cocoa meal and 0, 15, 30 and 45% of sugarcane, with four repetitions. The elephant grass had 29.2% of dry matter (DM) and the silages were produced in PVC experimental silos, that were opened 60 days after the ensilage. Cocoa meal addition reduced the acid detergent fiber (ADF) and increased the DM and crude protein contents and the DM potential degradability (48h DMPD). Sugarcane also reduced the ADF content, increased 48h DMPD and increased the total digestible nutrients (TDN) value up to the 20.5% sugarcane inclusion, although the DM content had been reduced. In the silages containing cocoa meal and with inclusion of sugarcane linear reduction of neutral detergent fiber (NDF) content and linear increase of non fiber carbohydrates (NFC) and TDN were observed. The association of cocoa meal and sugarcane to the elephant grass in the ensilage process improves the silage nutritive quality, promoting reduction of NDF, increase of NFC and consequent increase of TDN values of the silages.

**Key words:** degradability, dry matter, ensilage, fiber

## 1 INTRODUÇÃO

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), tradicionalmente utilizado para corte, tem se destacado como uma boa opção para ensilagem, principalmente, de acordo com Andrade & Lavezzo (1998), pelas suas características de produção de matéria seca (MS). Entretanto, no momento ideal para o corte, ou seja, associando valor nutritivo e boa produção por unidade de área, o capim-elefante apresenta, segundo Bernardino et al. (2005), alto teor de umidade, baixas concentrações de carboidratos solúveis (CS), características indesejáveis para o processo fermentativo, prejudicando a qualidade do produto preservado, com acentuada queda no valor nutritivo. Entretanto, a ensilagem com forrageiras em estágio de crescimento avançado, embora apresente teor adequado de MS, aumenta consideravelmente a proporção de parede celular e com isso resulta em um produto final de baixa qualidade nutricional.

A cana-de-açúcar também pode ser ensilada, como outras forrageiras. Entretanto, Andrade et al. (2001) relataram que a ensilagem de cana-de-açúcar de forma isolada ocasiona redução acentuada no seu valor nutritivo. Nussio et al. (2003) ressaltaram que talvez a produção de etanol, em função da alta concentração de CS na cana-de-açúcar, em detrimento do valor nutritivo da silagem, seja a principal dificuldade para o uso desta gramínea. Por outro lado, Woolford (1984) acrescentou que, além da elevada concentração desses carboidratos, o principal fator que possibilita o rápido desenvolvimento das leveduras nas silagens de cana-de-açúcar, são os baixos teores de MS.

Andrade et al. (2001) observaram decréscimo na produção de etanol à medida que níveis mais altos de rolão-de-milho foram aplicados na ensilagem de cana-de-açúcar com 20,9% de MS, associando os resultados com o aumento do teor de matéria seca, além de melhorar o valor nutritivo da silagem. Já Freitas et al. (2006) encontraram melhoria na qualidade nutritiva da silagem de cana-de-açúcar com 28,6% de MS, com a associação do resíduo da colheita da soja.

Com a finalidade de melhorar a qualidade da silagem do capim-elefante, vários aditivos têm sido testados. A adição do bagaço de caju melhorou as características fermentativas (Ferreira et al., 2004); de acordo com Rezende et al. (2002), a inclusão da planta de girassol com 25,6% de MS, até o nível de 23% da mistura elevou o teor de proteína bruta (PB) e reduziu o teor de fibra em detergente neutro (FDN); a adição de vagens de algaroba (Batista et al., 2006) promoveu aumento no teor de MS; o sabugo de milho reduziu a umidade do capim-elefante ensilado com 15,9% de MS, mas reduziu o teor de carboidratos solúveis e não limitou a atividade das bactérias do gênero *Clostridium* (Tosi et al., 1999); a adição de casca de café no nível de 17,4% de forragem fresca ensilada com alto teor de umidade (14,5% de MS), contribuindo com maior disponibilidade de nitrogênio e menor teor de FDN (Souza et al.,

2003). Rodrigues et al. (2005) enfatizaram que a adição de polpa cítrica peletizada aumentou o teor de PB, os valores de digestibilidade *in vitro* e reduziu o teor de FDN da silagem de capim-elefante.

A decisão pelo tipo de material absorvente depende não somente dos seus efeitos positivos, mas também da sua disponibilidade e viabilidade econômica. Nesse contexto, o farelo de cacau, resíduo da retirada da casca das amêndoas, apesar da disponibilidade, é muito pouco empregado na alimentação animal (Pires et al., 2002). De acordo com estes autores, mesmo tendo boa aceitabilidade pelos animais, possui baixa digestibilidade, dependente do tipo de processamento utilizado na sua obtenção, e deve ser usado de forma restrita na alimentação animal, em decorrência da presença da teobromina, que é uma substância tóxica. Carvalho et al. (2004) observaram redução do consumo de MS e da eficiência de ruminação, com a inclusão de 30% de farelo de cacau para cabras em lactação, concordando com Pires et al. (2002), que não verificaram diferença no consumo e no ganho de peso, no entanto, o consumo dos animais que receberam 30% de farelo de cacau foi menor. Como aditivo para silagem de capim-elefante é eficiente na redução da umidade, de acordo com Teixeira et al. (2005).

O objetivo foi avaliar o valor nutritivo da silagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Itapetinga. A forrageira usada para ensilagem foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Mercker e como aditivos utilizaram-se a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) cv. IAC 86-2480 com 12 graus brix, e o farelo de cacau (*Theobroma cacao*) (Tabela 1).

Foi montado um esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições e o delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso. Ao capim-elefante foram adicionados 0, 15, 30 e 45% de cana-de-açúcar, com base na matéria natural, sem inclusão de farelo de cacau e as mesmas doses para as silagens que receberam 15% de farelo de cacau com base na matéria natural.

**Tabela 1** - Composição químico-bromatológica do capim-elefante, da cana-de-açúcar e do farelo de cacau

Variáveis	Capim-elefante	Cana-de-açúcar	Farelo de cacau
Matéria seca (%)	29,2	18,2	88,3
Proteína bruta <sup>1</sup>	3,8	3,0	13,8
CNF <sup>1</sup>	12,2	36,1	47,3
FDN <sup>1</sup>	79,2	56,7	49,9
FDA <sup>1</sup>	52,5	32,7	39,0
Lignina <sup>1</sup>	12,7	8,4	27,9
Hemicelulose <sup>1</sup>	27,6	14,9	18,4
NIDN <sup>2</sup>	45,0	48,9	59,0
NIDA <sup>2</sup>	9,3	10,0	32,7
Cinzas <sup>1</sup>	8,1	7,4	4,8
NDTest <sup>1</sup>	42,1	55,3	52,9
DP MS48h <sup>1</sup>	49,8	72,8	62,8

CNF = carboidratos não fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NDTest = nutrientes digestíveis totais estimado; DP MS48h = degradabilidade potencial da MS em 48 h.

<sup>1</sup> % da MS e <sup>2</sup> % do N total.

O capim-elefante aos 120 dias de crescimento contendo 29,2% de MS e a cana-de-açúcar aos 12 meses de idade com 18,2% de MS, foram colhidos manualmente a 10 cm do solo, sendo

picados em fragmentos de dois cm em ensiladeira estacionária. Ao capim-elefante foram adicionados 0, 15, 30 e 45% de cana-de-açúcar, com base na matéria natural, sem inclusão de farelo de cacau e as mesmas doses para as silagens que receberam 15% de farelo de cacau com base na matéria natural.

Foram utilizados 32 silos experimentais de PVC com 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro. Após a abertura aos 60 dias da ensilagem, o material foi retirado, homogeneizado e colhidas as amostras. Estas foram secas em estufa de circulação forçada de ar regulada a 55°C, durante 72 horas. Em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm e submetidas às análises de: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), celulose, hemicelulose, lignina, cinzas, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), conforme procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Os CNF foram calculados conforme a fórmula:

$$\text{CNF} = \text{CHO} - \text{FDN}_{\text{cp}}$$

Sendo:

$$\text{CHO} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{cinzas})$$

$$\text{FDN}_{\text{cp}} = \text{FDN} - (\text{CIDN} + \text{PIDN})$$

$$\text{CIDN} = \% \text{ cinzas do resíduo da FDN}$$

$$\text{PIDN} = \% \text{ de PB no resíduo da FDN}$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados conforme as equações descritas pelo NRC (2001):

$$\text{NDT} = \text{tdCNF} + \text{tdPB} + (\text{tdAG} \times 2,25) + \text{tdFDN} - 7$$

Sendo:

$$\text{tdCNF} = 0,98 \{ 100 - [(\text{FDN} - \text{PBFDN})^* + \text{PB} + \text{EE} + \text{Cinzas}] \} \times \text{FAP}$$

$$\text{tdPB} = \text{PB} [-1,2 \times (\text{PBFDA}/\text{PB})]$$

$$\text{tdAG} = \text{AG} = \text{EE} - 1. \text{ Se } \text{EE} < 1, \text{ AG} = 0$$

$$\text{tdFDN} = 0,75 \times [(\text{FDN} - \text{PBFDN})^* - \text{Lig}] \times \{ 1 - [\text{Lig}/(\text{FDN} - \text{PBFDN})^*]^{0,667} \}$$

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

Em que:

tdCNF = Carboidratos não fibrosos verdadeiramente digestíveis;

tdPB = Proteína bruta verdadeiramente digestível;

tdAG = Ácidos graxos verdadeiramente digestíveis;

tdFDN = 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

A degradabilidade potencial da matéria seca em 48 horas (DP MS48h) foi determinada através da incubação das amostras das silagens, utilizando um novilho mestiço holandês x zebu, fistulado no rúmen, com peso vivo médio de 300 kg. As amostras foram acondicionadas em sacos de náilon, na quantidade de 3 g/saco, os quais foram inseridos no rúmen por intermédio da fístula ruminal, fixados a uma corrente de aço e mantidos durante 48 horas, conforme NRC (2001). Em seguida, os sacos foram removidos e lavados em água corrente, até que esta se apresentasse limpa, procedendo-se, então, à secagem. A determinação da MS foi feita em estufa a 55°C por 72 horas. Os valores da DP MS48h foram obtidos pela diferença de peso, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação a adição de farelo de cacau, de cana-de-açúcar e a interação entre esses fatores. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a sua significância. O efeito da adição da cana-de-açúcar foi avaliado por análise de regressão, por meio de polinômios ortogonais, pela decomposição da respectiva soma de quadrado em efeitos linear, quadrático e cúbico, também foram observados os coeficientes de determinação. A adição de farelo de cacau, por se tratar de apenas dois níveis, foi comparada pelo teste F. Para realizar as análises estatísticas foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (Ribeiro Jr., 2001).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de significância do efeito da adição de farelo de cacau, cana-de-açúcar, da interação entre estes fatores e seus coeficientes de variação da análise de variância para as silagens de capim-elefante podem ser verificados na Tabela 2. Foi constatado efeito ( $P < 0,01$ ) da interação farelo de cacau x cana-de-açúcar dos carboidratos não fibrosos (CNF), da fibra em detergente neutro (FDN), e nutrientes digestíveis totais (NDT).

**Tabela 2 -** Nível de significância dos fatores da análise de variância para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais estimado (NDTest) e degradabilidade potencial da MS em 48 horas (DP MS48h) das silagens de capim-elefante

Fonte de variação	gl	MS	PB <sup>1</sup>	CNF <sup>1</sup>	FDN <sup>1</sup>	FDA <sup>1</sup>	NDTest <sup>1</sup>	DP MS48h <sup>1</sup>
Farelo de cacau (F)	1	**	*			**		**
Cana-de-açúcar (C)	3	**				**		**
Interação C x F	3	ns	ns	**	**	ns	**	ns
Resíduo	24							
CV (%)		2,5	2,9	10,7	1,9	2,9	2,7	2,3

\*\* Significativo a 1% e \* 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>1</sup> % da MS.

Os valores de MS do material ensilado sem a presença de farelo de cacau encontraram-se abaixo da faixa considerada ideal, de 30 a 40%, segundo Silveira (1987), como necessária para garantir produção de silagens de boa qualidade. No entanto, a adição de 15% de farelo de cacau resultou em aumento médio ( $P < 0,01$ ) de 27,7 para 34,7% de MS das silagens (Tabela 3), promovendo um incremento de 0,47% de MS por unidade de farelo de cacau, próximos aos 0,49% estimados por Teixeira et al. (2005), quando adicionou farelo de cacau na ensilagem do capim-elefante com 18,9% de MS. Por outro lado, foi verificada redução linear ( $P < 0,01$ ) do teor de MS com a adição de cana-de-açúcar.

O aumento do teor de MS com a inclusão do farelo de cacau, já era esperado, considerando os valores 88,3% de MS do farelo de cacau, o que evidencia sua eficiência como aditivo absorvente. A redução com a inclusão da cana-de-açúcar também já era prevista em função do seu baixo teor de MS, 18,2%.

**Tabela 3 -** Teor de matéria seca em função da adição de farelo de cacau e cana-de-açúcar na ensilagem de capim-elefante. Equação de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	29,9	29,6	26,4	25,0	27,7b		
15	37,1	35,9	32,6	33,1	34,7a		
Média	33,5	32,7	29,5	29,0	31,2	$\hat{Y} = 33,6953 - 0,11069^{**}X$	0,91

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

Observou-se que a adição de farelo de cacau elevou ( $P < 0,01$ ) o teor de PB das silagens de 3,7 para 8,5% (Tabela 4), valor que se encontra acima dos 6 a 8% citados por Mertens (1994) como o teor mínimo para que este nutriente não seja limitante à fermentação dos carboidratos estruturais pela flora microbiana do rúmen. Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas et al. (2006), com a adição do resíduo da soja, que foi eficiente em elevar o teor de PB em 11,6% das silagens de cana-de-açúcar. Esse incremento já era esperado em função do maior teor de PB do farelo de cacau (13,8%) em relação aos baixos teores encontrados no capim-elefante e na cana-de-açúcar, 3,8 e 3,0%, respectivamente, o que promoveu um incremento na qualidade da silagem.

**Tabela 4 -** Teor de proteína bruta das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão
	0	15	30	45		
0	3,6	3,7	3,5	3,9	3,7b	
15	8,0	8,5	9,0	8,3	8,5a	
Média	5,8	6,1	6,3	6,1	6,1	$\hat{Y} = 6,1$

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,05$ ).

% MN = % da matéria natural.

Embora a cana-de-açúcar utilizada tenha apresentado elevados teores de CS (12° brix), sua adição não proporcionou nenhum incremento nas silagens sem inclusão de farelo de cacau, o que indica que estes CS foram fermentados. No entanto, para os tratamentos que receberam farelo de cacau, houve aumento linear ( $P < 0,01$ ) do teor de CNF com a inclusão da cana-de-

açúcar, calculando-se um incremento de 0,24% para cada unidade percentual de cana-de-açúcar adicionada. Esse fato evidencia que a presença do farelo de cacau limitou a fermentação da sacarose, em função da elevação do teor de MS da silagem e do controle das perdas, permitindo a participação dos CS, que não foram fermentados, como constituinte dos CNF.

Também houve elevação ( $P < 0,01$ ) dos teores de CNF com a adição de farelo de cacau para todos os níveis de cana-de-açúcar, enfatizando um aumento de 9,4 para 27,2% de CNF, para as silagens contendo 0 e 15% de farelo de cacau, respectivamente, no tratamento com 45% de adição de cana-de-açúcar (Tabela 5), o que já era esperado em função do alto teor, 36,1% de CNF do farelo de cacau em relação aos 12,2% do capim-elefante.

**Tabela 5 -** Carboidratos não fibrosos das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	8,9b	9,8b	9,8b	9,4b	9,5	$\hat{Y} = 9,5$	
15	15,5a	21,2a	21,8a	27,2a	21,4	$\hat{Y} = 16,0574 + 0,238959**X$	0,93
Média	12,2	15,5	15,8	18,3	15,5		

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

Para as silagens aditivadas com farelo de cacau, observou-se redução linear ( $P < 0,01$ ) dos teores de FDN, à medida que se adicionou cana-de-açúcar, estimando-se uma redução de 0,16% para cada unidade percentual de cana-de-açúcar adicionada, semelhante aos resultados encontrados por Batista et al. (2006), que observaram redução no conteúdo de FDN ao adicionar vagens de algaroba na ensilagem do capim-elefante. Também houve efeito ( $P < 0,01$ ) do farelo de cacau na redução da FDN para todos os níveis de cana-de-açúcar, ocorrendo uma redução de 78,1 para 64% de FDN para as silagens com 0 e 15% de farelo de cacau, respectivamente, no tratamento contendo 45% de cana-de-açúcar (Tabela 6). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Rodrigues et al. (2005), que observaram redução linear da FDN, à medida que se adicionou polpa cítrica em silagens de capim-elefante, e por Freitas et al. (2006), que também verificaram menor concentração dos constituintes da fibra nos tratamentos com inclusão do resíduo da soja. O efeito de interação do farelo de cacau e da cana-de-açúcar na redução da FDN pode ser atribuído aos baixos teores, 49,9 e 56,7%, respectivamente, em relação aos 79,2% do capim-elefante.

**Tabela 6 -** Fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	79,4a	77,9a	77,4a	78,1a	78,2	$\hat{Y} = 78,2$	
15	71,6b	68,9b	67,6b	64,0b	68,0	$\hat{Y} = 71,6142 - 0,159003^{**}X$	0,97
Média	75,5	73,4	72,5	71,1	73,1		

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

A inclusão de farelo de cacau reduziu ( $P < 0,01$ ) a FDA da silagem, de 52 para 48,1% (Tabela 7), efeito também observado com a adição de cana-de-açúcar, independente da presença do farelo de cacau, que proporcionou uma redução linear, ou seja, para cada unidade percentual de cana-de-açúcar adicionada houve uma redução de 0,09% da FDA. Os resultados encontrados foram diferentes dos relatos de Freitas et al. (2006), que observaram, nas silagens de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e resíduo de soja, maiores concentrações da FDA, 34,4% e redução dos teores de MS, 28%, em relação ao material original antes da ensilagem 23,2 e 34,3%, respectivamente, variação que ocorreu em função do maior teor de MS, 28,2%, da cana-de-açúcar utilizada pelo autor. A redução do teor de FDA foi influenciada pelos baixos teores deste componente no farelo de cacau e na cana-de-açúcar utilizados, em relação ao de capim-elefante, 39 e 32,7% vs 52,5% respectivamente, o que é um indicador de qualidade das silagens que receberam aditivos.

**Tabela 7 -** Fibra em detergente ácido das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

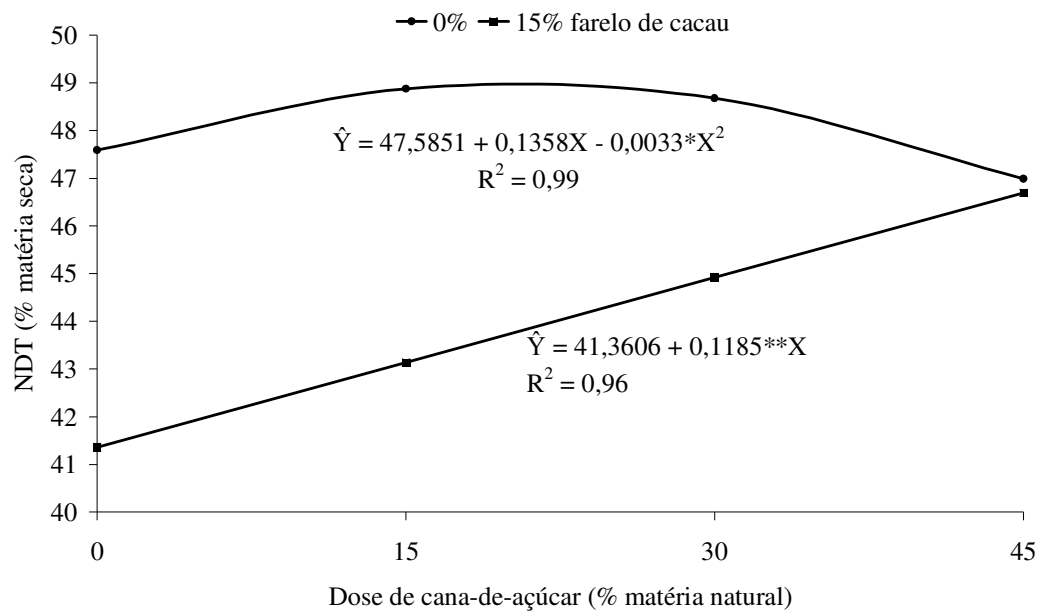
Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	53,8	53,7	51,1	49,3	52,0a		
15	49,4	49,3	47,9	45,9	48,1b		
Média	51,6	51,5	49,5	47,6	50,1	$\hat{Y} = 52,1608 - 0,09357^{**}X$	0,91

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

Para os tratamentos aditivados com farelo de cacau, foi constatado aumento linear ( $P<0,01$ ) do NDT das silagens com a inclusão de cana-de-açúcar, estimando-se, um incremento de 0,12% de NDT para cada unidade percentual de cana-de-açúcar adicionada. Para as silagens que não receberam adição de farelo de cacau, foi verificado efeito quadrático ( $P<0,01$ ), estimando-se, pela derivação da equação, o valor máximo de NDT com a inclusão de 20,5% de cana-de-açúcar à silagem (Figura 1). No entanto, a adição de farelo de cacau promoveu redução dos valores de NDT para as silagens com 0, 15 e 30% de cana-de-açúcar, destacando-se uma variação entre 47,6% a 41,8 para as silagens contendo 0 e 15% de farelo de cacau, respectivamente, nos tratamentos com 0% de adição de cana-de-açúcar. Esta redução pode ser atribuída aos altos teores de NIDN e lignina contidos no farelo de cacau.



**Figura 1 -** Teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) em porcentagem da matéria seca (%MS) na silagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar.

A inclusão do farelo de cacau aumentou ( $P<0,01$ ) a DP MS48h das silagens, de 47,6 para 52,8%, efeito também observado com a adição de cana-de-açúcar que proporcionou um aumento linear, resultando em acréscimo de 0,11% para cada unidade percentual de cana-de-açúcar adicionada independente da presença do farelo de cacau (Tabela 8). Freitas et al. (2006) constataram elevação dos valores de DP MS48h com a adição do resíduo de soja em silagens de cana-de-açúcar, atribuída ao resíduo, que possuía degradabilidade superior à da cana-de-açúcar. Rodrigues et al. (2002) encontraram valores de 60,8% para silagem de sorgo e Rezende et al. (2002) relataram 59% para silagem de capim-elefante cortado aos 70 dias. O incremento já era

esperado devido à maior DP MS48h do farelo de cacau e da cana-de-açúcar em relação a do capim utilizado, o que provavelmente ocorreu em função da menor concentração dos componentes da parede celular, além da maior disponibilidade de nitrogênio dos aditivos, que favoreceram o crescimento microbiano, resultando em maior degradabilidade das silagens.

**Tabela 8 -** Degradabilidade potencial da matéria seca em 48 horas das silagens de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau. Equação de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ )

Farelo de cacau (% MN)	Cana-de-açúcar (% MN)				Média	Equação de Regressão	$R^2$
	0	15	30	45			
0	44,6	46,9	48,5	50,6	47,6b		
15	51,2	51,7	53,2	54,9	52,8a		
Média	47,9	49,3	50,8	52,8	50,2	$\hat{Y} = 47,78240 + 0,10749^{**}X$	0,99

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste "t".

% MN = % da matéria natural.

## 4 CONCLUSÕES

O farelo de cacau é eficaz no aumento do teor de proteína bruta das silagens de capim-elefante.

A utilização da cana-de-açúcar, cv - IAC86 – 2480, na ensilagem de capim-elefante, reduz os teores de fibra em detergente ácido e eleva a degradabilidade potencial da matéria seca em 48 horas. A inclusão de até 20,5% aumenta os valores estimados dos nutrientes digestíveis totais.

A associação cana-de-açúcar e farelo de cacau aumenta o teor de carboidratos não fibrosos e os valores estimados dos nutrientes digestíveis totais, além de reduzir a fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida com rolão de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.9, p.1169-1174, 2001.
- ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.11, p.1859-1872, 1998.
- BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; SOUZA, I.S. et al. Efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.1-6, 2006.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005. (supl.)
- CARVALHO, G.G.P. PIRES, A.J.V., SILVA, F.F., et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.38-47, 2006.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Madison: *American Society of Agronomy*, 1994. p.450-493.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NUSSIO, L.G.; SCHIMDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA – SUSTENTABILIDADE, 2003, Lavras. *Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. p.49-74.
- PIRES, A.J.V.; CARVALHO JÚNIOR, J.N., SILVA, F.F. et al. Farelo de cacau (*Theobroma cacao*) na alimentação de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002. Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.
- REZENDE, A.V.; EVANGELISTA, A.R.; BARCELOS, A.F. et al. Efeito da mistura da planta de girassol (*Helianthus annuus* L.), durante a ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no valor nutritivo da silagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.5, p.1938-1943, 2002.
- RIBEIRO Jr., J.I. *Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.

RODRIGUES, P.H.M.; SENATORE, A.L.; ANDRADE, S.J.T. et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2373-2379, 2002.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 165p.

SILVEIRA, A.C. Produção e utilização de silagens. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 12., 1987, Pirassununga. *Anais...* Pirassununga: Fundação Cargill, 1987. p.119-134.

SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. et al. 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.

TEIXEIRA, F.A.; SANTOS, L.C.; NASCIMENTO, P.V.N. et al. Perdas por nitrogênio amoniacal em silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) acrescido de farelo de cacau (*Theobroma cacao*). *Revista Electrónica de Veterinária*, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html> (acessada em 12 de abril de 2005) v.6, n.11, 2005.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H. et al. Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar taiwan a-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

WOOLFORD, M.K. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

### TRABALHO 3

#### Degradação ruminal da silagem de capim-elefante aditivado com cana-de-açúcar e farelo de cacau

**Resumo** – Objetivou-se avaliar a degradação ruminal da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de capim-elefante; capim-elefante ensilado com 30% de cana-de-açúcar; 15% de farelo de cacau; e 45% de cana mais 15% de farelo de cacau. Amostras de cada silagem foram incubadas no rúmen de três novilhos mestiços holandês x zebu durante os períodos de 0, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas e os coeficientes não lineares  $a$ ,  $B$  e  $c$  foram estimados por meio de procedimentos iterativos de Gauss-Newton. Para o capim-elefante ensilado com farelo de cacau, foram observados maiores valores da fração  $a$  da MS e da PB, próximos a 60%, além de maiores taxas da degradação da fração  $B$  e da degradabilidade efetiva (DE) da PB para as taxas de passagem 2, 5 e 8%h<sup>-1</sup>. As silagens que apresentaram as maiores frações não-degradáveis  $i$  da FDN foram as silagens de capim-elefante sem aditivo e com 30% de cana, enquanto a silagem aditivada com 45% de cana e 15% de farelo de cacau destacou-se pela maior degradação potencial da MS, da PB e da FDN, em todos os períodos estudados, e maiores DE da MS e da PB para as taxas de passagem 2, 5 e 8%h<sup>-1</sup>. A inclusão associada da cana-de-açúcar com o farelo de cacau, no momento da ensilagem do capim-elefante, apresenta-se como alternativa para aumentar a degradabilidade da forragem em estágio de crescimento avançado.

**Palavras-chave:** degradabilidade, ensilagem, forragem, taxa de passagem

## **Ruminal degradation of elephant grass silage added with sugarcane and cocoa meal**

**Abstract** – The objective was to evaluate the DM, crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) ruminal degradation of silages of elephant grass; elephant grass ensiled with 30% of sugarcane; 15% of cocoa meal; and 45% of sugarcane plus 15% of cocoa meal. Samples of each silage were incubated in the rumen of three Holstein x Zebu crossbred steers during the periods of 0, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The experimental design used was the subdivided parcels and the non linear coefficients  $a$ ,  $B$  and  $c$  were estimated through Gauss-Newton iterative procedures. For the elephant grass ensiled with cocoa meal, larger values of DM and CP fraction  $a$  were observed, next to 60%, besides the greatest  $B$  fraction degradation rates and effective degradability (ED) of CP to passage rates of 2, 5 and 8%h<sup>-1</sup>. The silages that showed the largest no-degradable  $i$  fractions of NDF were the elephant grass silages without additive and with 30% of sugarcane, while the silage addicted with 45% of sugarcane and 15% of cocoa meal showed up by the largest DM, CP and NDF potential degradation in all of the studied periods, and larger DM and CP ED for passage rates of 2, 5 and 8%h<sup>-1</sup>. The associated inclusion of sugarcane with cocoa meal at the elephant grass ensilage moment comes as an alternative to increase the degradability of forage in advanced growth stage.

**Key words:** degradability, ensilage, roughage, passage rate

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das principais causas da baixa produtividade dos rebanhos nos trópicos é a sazonalidade da produção de forragem nos períodos “secos” do ano. Para minimizar seus efeitos negativos, uma estratégia viável e muito utilizada pelos criadores é o armazenamento de volumosos na forma de silagem. Dentre as gramíneas tropicais, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) é uma forrageira bastante utilizada para alimentação de bovinos, pelo seu bom valor nutritivo e alto potencial produtivo (Deschamps & Brito, 2001), características que têm estimulado sobremaneira a utilização desta gramínea para produção de silagem.

No entanto, o estágio de melhor valor nutritivo do capim-elefante coincide com excesso de umidade, o que é indesejável para o processo de ensilagem, pois, segundo Ferrari Jr. & Lavezzo (2001), propicia silagens de baixa qualidade, em que é grande a decomposição protéica, com evidente queda do valor nutritivo. Por outro lado, à medida que a planta se desenvolve, ocorre aumento na produção de matéria seca (MS), entretanto, observa-se redução do teor protéico e aumento no teor de fibra, associados à elevação do teor de lignina (Rodrigues et al., 2004).

Diversas pesquisas têm sido direcionadas ao desenvolvimento de tratamentos que garantam boas condições para o processo fermentativo e a manutenção da qualidade nutricional das silagens de capim-elefante. Esses tratamentos envolvem, dentre outras técnicas, a adição de materiais com altos teores de matéria seca (Souza et al., 2003; Bernardino et al., 2005; Batista et al., 2006) e de fontes de carboidratos (Andrade & Melotti, 2004; Ferreira et al., 2004; Rodrigues et al., 2005).

Dentre os resíduos disponíveis, o farelo de cacau, resíduo da retirada da casca das amêndoas (Pires et al., 2002), tem se mostrado eficiente na redução da umidade de silagens (Teixeira et al., 2005). Por outro lado, a cana-de-açúcar, que se destaca pela alta concentração de sacarose, pode ser utilizada para o fornecimento de carboidratos solúveis em silagens de capim-elefante (Velloso et al., 1973).

A utilização de aditivos tem por objetivo proporcionar bom processo fermentativo das silagens, reduzindo a perda de nutrientes. Entretanto, o valor nutritivo deve ser alterado em função da proporção e da composição química do ingrediente adicionado e, sua avaliação eficiente, deve basear-se na determinação das quantidades de proteína e energia digestíveis que o animal pode obter dessas silagens. Dentro desta concepção, o conhecimento do valor nutritivo potencial dos alimentos, por meio da degradação ruminal, permite o emprego racional dos mesmos, como alimento único ou como ingrediente de misturas mais complexas (Cabral et al., 2005).

O desempenho animal é diretamente afetado pela variação na degradação ruminal, na taxa de degradação dos compostos nitrogenados e no conteúdo de fibra da dieta. Segundo Azevêdo et al. (2003), a utilização das forragens depende de complexas interações que ocorrem entre estes compostos e os microrganismos do retículo-rúmen. Ou seja, o aumento na degradabilidade da proteína eleva a disponibilidade de nitrogênio na forma de amônia e, quando não aproveitado, é perdido pela urina na forma de uréia. Para que estas perdas sejam reduzidas, e que seja maximizado o crescimento microbiano, há necessidade de disponibilidade de energia no rúmen na forma de carboidratos fermentáveis, desde que a quantidade de nitrogênio disponível não seja limitante.

As informações relativas à composição bromatológica e à ingestão de MS são de grande importância, entretanto, não refletem o verdadeiro valor nutritivo dos alimentos. Para tanto, faz-se necessário o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo ruminante, que é obtido por meio de estudos de degradabilidade ruminal. De acordo com Chizzotti et al. (2005), o conhecimento dos locais de digestão dos nutrientes é relevante, pois permite calcular as quantidades aparentemente absorvidas nos diferentes segmentos do trato digestório.

Dentre as técnicas empregadas para avaliar a degradação ruminal dos alimentos, a *in situ* tem sido a mais extensivamente utilizada (Valadares Filho et al., 1991), a qual consiste em determinar o desaparecimento de componentes da amostra de alimentos acondicionados em sacos de náilon, incubados no rúmen por períodos variáveis. Embora não permita que o alimento sofra todos os eventos digestivos, como mastigação e ruminação, de acordo com Teixeira (1997), o extenso uso desta técnica está ligado à sua rápida e fácil execução, pois requer pequena quantidade de amostra do alimento teste e, segundo Mertens (1993), possibilita sua exposição ao contato íntimo com o ambiente ruminal, além da obtenção do valor nutritivo mais próximo aos encontrados com ensaio *in vivo*.

O objetivo do estudo foi avaliar a degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro do capim-elefante ensilado com cana-de-açúcar e farelo de cacau.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Itapetinga. Como forrageira para ensilagem utilizou-se o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv- Mercker. Como aditivos foram utilizados a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) cv- IAC86 -2480 com 12 graus brix, colhida aos 12 meses de idade e o farelo de cacau (*Theobroma cacao*). A composição químico-bromatológica do capim-elefante, da cana-de-açúcar e do farelo de cacau utilizados na ensilagem encontra-se na Tabela 1.

O capim-elefante foi colhido manualmente a 10 cm do solo, aos 120 dias de crescimento, sendo picado em fragmentos de dois cm em ensiladeira estacionária. Foram avaliados os seguintes tratamentos: silagem de capim-elefante; silagem de capim-elefante com 30% de cana-de-açúcar; silagem de capim-elefante com 15% de farelo de cacau; e silagem de capim-elefante com 45% de cana-de-açúcar com 15% de farelo de cacau.

**Tabela 1** - Composição químico-bromatológica do capim-elefante, da cana-de-açúcar e do farelo de cacau

Item	Capim-elefante	Cana-de-açúcar	Farelo de cacau
Matéria seca	29,2	18,2	88,3
Proteína bruta <sup>1</sup>	3,8	3,0	13,8
CNF <sup>1</sup>	12,2	36,1	47,3
FDN <sup>1</sup>	79,2	56,7	49,9
FDA <sup>1</sup>	52,5	32,7	39,0
Lignina <sup>1</sup>	12,7	8,4	27,9
Celulose <sup>1</sup>	35,0	25,4	10,7
NIDN <sup>2</sup>	45,0	48,9	59,0
NIDA <sup>2</sup>	9,7	11,2	35,3

CNF = carboidratos não fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

<sup>1</sup> % da MS e <sup>2</sup> % do N total.

Utilizando quatro repetições por tratamento, o material foi acondicionado em silos experimentais de PVC com 50 cm de altura por 10 cm de diâmetro, providos de válvula de Bunsen, com areia e tela no fundo para captação do efluente desprendido da silagem. A compactação foi feita adotando-se uma densidade de 600 kg de silagem/m<sup>3</sup>. Após o período de

60 dias de armazenamento, os silos foram abertos e o material retirado foi homogeneizado e coletadas amostras das silagens para serem secas em estufa de circulação forçada de ar regulada a 55°C durante 72 horas. Em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de malha de 5 mm, e as amostras proporcionais de cada repetição, por tratamento individual, foram misturadas e obtidas compostas de cada tratamento, as quais foram destinadas à incubação ruminal.

Para a incubação *in situ*, foram utilizados três novilhos mestiços (holandês x zebu), fistulados no rúmen, com peso corporal médio de 300 kg, mantidos em pastagens de *Brachiaria decumbens*. Cada animal representou uma repetição. As amostras foram acondicionadas em sacos de náilon, na quantidade de 3 g de MS/saco, de modo a proporcionar cerca de 10 a 20 mg de amostra/cm<sup>2</sup> de área útil dos sacos (Nocek, 1988). Os sacos foram inseridos no rúmen por intermédio da fístula ruminal, fixados a uma corrente de aço, de forma inversa, nos tempos 0, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Decorridos os tempos de incubação, todos os sacos foram removidos de uma só vez, promovendo, dessa forma, lavagem uniforme do material em água corrente até que esta se apresentasse limpa, procedendo-se, então, a secagem. A determinação da MS foi feita em estufa a 55°C por 72 horas e 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 para cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem. O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, em que os três animais representaram os blocos; as silagens, os tratamentos; e os seis horários de incubação dos alimentos no rúmen, os subtratamentos. Com o auxílio do SAEG – Sistema para Análises Estatísticas (Ribeiro Jr., 2001), foram calculadas as taxas de degradação da MS, da PB e da FDN, utilizando-se a equação proposta por Ørskov & McDonald (1979):

$$Dt = a + B(1 - e^{-ct}), \text{ em que:}$$

Dt= fração degradada no tempo  $t$  (%);  $a$ = fração solúvel (%);  $B$ = fração insolúvel potencialmente degradável (%);  $c$ = taxa de degradação da fração  $B$  ( $h^{-1}$ ); e  $t$  = tempo  $h$ .

Os coeficientes não lineares  $a$ ,  $B$  e  $c$ , foram estimados por meio de procedimentos iterativos de Gauss-Newton. A degradabilidade efetiva (DE) da MS e da PB no rúmen foi calculada utilizando-se o modelo:

$$DE = a + (B \times c / c + k), \text{ em que:}$$

$k$  corresponde à taxa estimada de passagem das partículas no rúmen.

O cálculo da fração não degradável da MS, da PB e da FDN foi feito por diferença [ $i = 100 - (a + B)$ ], pois o somatório do percentual das frações prontamente degradável  $a$ , potencialmente degradável  $B$  e indegradável  $i$  é igual a 100.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na composição químico-bromatológica das silagens avaliadas, constataram-se menores teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e maiores teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) nas silagens de capim-elefante e no capim-elefante ensilado com 30% de cana-de-açúcar (Tabela 2). Quanto aos parâmetros cinéticos da degradação da MS (Tabela 3), observou-se que a degradação da fração *a* foi mais elevada para as silagens aditivadas com farelo de cacau em relação às demais silagens, o que pode ser atribuído ao menor teor de FDN daquelas silagens.

**Tabela 2 -** Composição químico-bromatológica das silagens de capim-elefante (CE) ensilado com cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC)

Item	CE	CE + 30%Cana	CE +15%FC	CE+ 45%Cana +15%FC
Matéria seca	29,9	26,4	37,1	33,1
Proteína bruta <sup>1</sup>	4,3	4,0	8,6	8,8
CNF <sup>1</sup>	8,9	9,8	15,5	27,2
FDN <sup>1</sup>	79,4	77,4	71,6	64,0
FDA <sup>1</sup>	53,8	51,1	49,4	45,9
Celulose <sup>1</sup>	42,3	40,2	32,1	28,1
Lignina <sup>1</sup>	8,4	8,6	14,8	15,2
NIDN <sup>2</sup>	19,2	24,9	45,0	61,4
NIDA <sup>2</sup>	11,3	10,0	32,6	33,3
N-NH <sub>3</sub>	14,7	13,6	3,9	4,0
pH	4,2	3,7	4,1	4,1

CNF = carboidratos não fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; NIDA = nitrogênio indigestível em detergente ácido; N-NH<sub>3</sub>= nitrogênio amoniacal.

<sup>1</sup> % da MS e <sup>2</sup> % do N total.

Considerando que a fração *a* representa a porção da planta que está prontamente disponível para os microrganismos do rúmen, o maior valor, 19,9%, encontrado para silagem aditivada com 45% de cana e 15% de farelo de cacau, foi próximo aos 18,6 e 19% encontrados por Sarti et al. (2005) para silagens de capim-elefante tratadas com inoculante bacteriano e enzimo-bacteriano, respectivamente, e menores do que os 29,3% encontrados por Chizzotti et al. (2005) para silagem de capim-elefante com 25,6% de MS, 4,3% de PB e 77,7% de FDN. Pode-se inferir que a inclusão associada da cana-de-açúcar com o farelo de cacau na ensilagem

do capim-elefante promoveu uma maior disponibilidade de nutrientes contidos na MS, resultando numa maior degradação ruminal dos mesmos, o que pode ser explicado pelo maior conteúdo de carboidratos não fibrosos desta silagem (Tabela 2).

O valor da degradação da fração *a* da MS para silagem de capim-elefante, 11%, pode ser considerado baixo, quando comparado com os 16,7% encontrados por Cabral et al. (2005). Essa diferença de 5,7 pontos percentuais observados pode ser explicada pelo baixo valor nutritivo do capim-elefante utilizado neste experimento (Tabela 1), pois, dentre outras variáveis, o capim utilizado pelos autores apresentou maior teor de PB e menor teor de FDN, em 2,2 e 4 unidades percentuais, respectivamente.

Além dos maiores valores da fração *a* observados para a silagem aditivada com 45% de cana-de-açúcar e 15% de farelo de cacau, a fração insolúvel potencialmente degradável *B* da MS foi maior com valor de 45,9%. As taxas de degradação da fração *B* da MS em %h<sup>-1</sup> variaram entre 2,2 e 2,9%, com o maior valor para a silagem de capim-elefante, que apresentou, em termos numéricos, maior velocidade de hidrólise da MS (Tabela 3), acima dos 2,4% encontrados por Chizzotti et al. (2005) e abaixo dos 3,25% encontrados por Cabral et al. (2005), quando avaliaram a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante.

**Tabela 3 -** Estimativa dos parâmetros de degradação ruminal da matéria seca das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC)

Silagem	Parâmetro				R <sup>2</sup>
	<i>a</i>	<i>B</i>	<i>i</i>	<i>c</i>	
Capim-elefante	11,0	42,3	46,7	0,029	0,99
CE + 30% cana-de-açúcar	14,9	43,1	42,0	0,022	0,99
CE + 15% FC	16,4	39,6	44,0	0,027	0,98
CE + 45% cana + 15% FC	19,9	45,9	34,2	0,024	0,98

*a* = fração solúvel (%); *B* = fração insolúvel potencialmente degradável (%); *i* = fração não-degradável (%); *c* = taxa de degradação (%h<sup>-1</sup>) R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

Foi observado maior valor da degradabilidade potencial (DP) da MS, 65,8%, para a silagem de capim-elefante aditivado com 45% de cana e 15% de farelo de cacau e o menor valor, 53,3%, para a silagem de capim-elefante sem aditivo. Embora os resultados observados para silagem de capim-elefante estejam abaixo dos 64,9% de DP da MS (Tabela 4), encontrados por Cabral et al. (2005), a adição simultânea de cana-de-açúcar e farelo de cacau contribuiu para um aumento de 53,3 para 65,8 na degradabilidade potencial da MS em relação à silagem sem aditivo, aproximando-se dos valores encontrados pelos autores, que utilizaram um capim de melhor valor nutritivo (18% MS, 6,5% PB e 75% FDN), fato que pode ser explicado pela redução da FDN com a utilização dos dois aditivos e pela contribuição do farelo de cacau no

aumento do teor de PB, enquanto Mello et al. (2006), estudando diferentes clones de capim-elefante, relataram valor médio de 79,4%, acima dos valores encontrados neste estudo, o que pode ser atribuído às perdas durante o processo de ensilagem.

**Tabela 4 -** Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e farelo de cacau (FC), calculadas para taxas de passagem de 2, 5 e 8%h<sup>-1</sup>

Silagem	DP	DE		
		Taxa de passagem (%h <sup>-1</sup> )		
		2	5	8
Capim-elefante	53,3	36,0	26,5	22,3
CE + 30% cana-de-açúcar	58,0	37,5	28,1	24,2
CE + 15% FC	56,0	39,1	30,3	26,4
CE + 45% cana + 15% FC	65,8	44,9	34,8	30,5

A baixa DP da MS, obtida neste trabalho, pode ser justificada pelo baixo valor nutritivo do capim-elefante, que foi colhido em estágio de crescimento avançado e apresentou elevada proporção de parede celular (FDN). A FDN, por sua vez, apresenta lenta e incompleta digestão, ocupando espaço no trato gastrintestinal (Mertens, 1996) e é a principal responsável pela variação na digestão das forrageiras tropicais, além de exercer efeito marcante sobre o consumo dos alimentos (Van Soest, 1994, Mertens, 1996).

Para a degradabilidade efetiva (DE) da MS, constatou-se a mesma tendência verificada para a DP, ou seja, a silagem aditivada com 45% de cana e 15% de farelo de cacau apresentou maiores valores de DE para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora. Pode-se deduzir que a inclusão associada da cana-de-açúcar com o farelo de cacau na ensilagem do capim-elefante melhorou o processo fermentativo e a qualidade nutricional das silagens.

Como pode ser observado na Figura 1, os potenciais de degradação da MS da silagem aditivada com 45% de cana e 15% de farelo de cacau foram superiores em todos os períodos estudados, comparando com as demais silagens, que apresentaram taxas de desaparecimento da MS muito próximas. Constata-se que, para atingir 40% de degradação, foi necessário um período de 24 horas para a silagem aditivada com 45% de cana e 15% de farelo, de 36 horas para a silagem aditivada com 15% de farelo de cacau e de 42 horas para a silagem de capim-elefante e para a silagem aditivada com 30% de cana. Essa diferença entre os períodos de degradação ruminal da MS pode ser atribuída ao baixo teor de FDN da silagem contendo cana e farelo de cacau, que promoveu uma degradação mais rápida da MS desta silagem. Em função disso, ocorre uma passagem mais rápida do alimento, liberando espaço no rúmen, fatores que

provavelmente influenciam o consumo animal, que, por sua vez, se constitui num dos maiores problemas da utilização de forrageiras com baixo valor nutritivo.

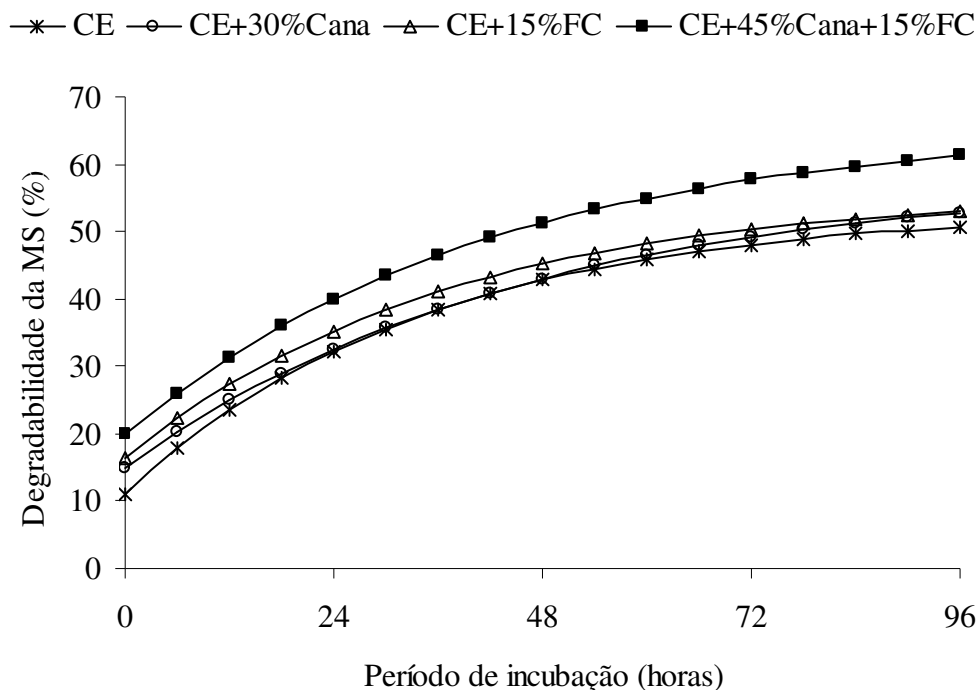


Figura 1- Degradabilidade da matéria seca das silagens de capim-elefante (CE) aditivado com cana-de-açúcar e, ou farelo de cacau (FC) em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação:  $y = a + B(1 - e^{-c*t})$ .

Mais da metade da PB das silagens apresentou-se na forma solúvel em água ou fração *a*, apresentando valores entre 51,9 e 62,2% (Tabela 5), resultados próximos aos encontrados por Cabral et al. (2005), que verificaram 56% da fração *a* em silagem de capim-elefante e superiores aos 43,9% achados por Sarti et al. (2005) para capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano. As silagens aditivadas com farelo de cacau demonstraram maior fração solúvel da PB (Tabela 5), o que pode ser atribuído aos maiores teores de PB e menores teores de N-NH<sub>3</sub> apresentados nestas silagens (Tabela 2). Esses resultados indicam que grande parte desta fração solúvel esteja disponível na forma de nitrogênio não-protéico (NNP), como sugerem Sniffen et al. (1992) e Cabral et al. (2003), e comprovado por Cabral et al. (2004), que encontraram 56,9% de NNP, quando fracionaram os compostos nitrogenados da silagem de capim-elefante. Os valores da fração *B* variaram entre 11,3 e 20,4%, próximo aos 14% para silagem de capim-elefante verificados por Cabral et al. (2005). Entretanto, as taxas de degradação da PB, em %h<sup>-1</sup>, fração *c*, foram mais elevadas para as silagens que continham farelo de cacau, entre 5,8 e 4% (Tabela 4), em relação a 0,8 e 1,6% das silagens sem farelo de cacau.

**Tabela 5** - Estimativa dos parâmetros de degradação ruminal da proteína bruta das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e farelo de cacau (FC)

Silagem	Parâmetro				R <sup>2</sup>
	<i>a</i>	<i>B</i>	<i>i</i>	<i>c</i>	
Capim-elefante	53,1	20,4	26,5	0,008	0,91
CE + 30% cana-de-açúcar	51,9	12,4	35,7	0,016	0,72
CE + 15% FC	62,2	11,3	26,5	0,058	0,86
CE + 45% cana + 15% FC	59,8	20,3	19,9	0,04	0,96

*a* = fração solúvel (%); *B* = fração insolúvel potencialmente degradável (%); *i* = fração não-degradável (%); *c* = taxa fracional de degradação (%h<sup>-1</sup>); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

Em relação à DP da PB, excetuando a silagem contendo 30% de cana-de-açúcar, os valores obtidos para as demais silagens mostraram-se um pouco superiores aos 70% encontrados por Cabral et al. (2005) para silagem de capim-elefante cortado com 120 dias de crescimento. Apenas a silagem capim-elefante aditivado com 45% de cana e 15% de farelo de cacau apresentou DP acima de 80% (Tabela 6), comparável aos 78% encontrados por Sarti et al. (2005) para silagem de capim-elefante com inoculante enzimo-bacteriano. A inclusão associada da cana-de-açúcar com o farelo de cacau, na ensilagem do capim-elefante, aumentou a disponibilidade da PB da silagem, melhorando a qualidade do capim-elefante utilizado, que apresentava apenas 3,8% de PB.

Percebe-se que as silagens aditivadas com farelo de cacau apresentaram valores superiores de DE da PB, em relação às não aditivadas, independente da taxa de passagem. Considerando a taxa de passagem de 5%h<sup>-1</sup>, para as silagens aditivadas com farelo de cacau, foram encontrados valores superiores a 68% (Tabela 6), acima dos 60% encontrados por Veloso et al. (2006) para folíolos de leucena. Verificou-se um aumento na DE em todas as taxas de passagens, com a utilização do farelo de cacau, em relação as silagens que não receberam este aditivo, o que pode ser explicado pelo elevado teor de PB, 13,8%, deste aditivo, embora 35,3% deste nutriente estejam indisponíveis na forma de NIDA (Tabela 1). A variabilidade nos valores das frações *a*, *B* e *c* da PB das silagens estudadas pode ser creditada às características do material ensilado (composição química) e qualidade durante o processo de ensilagem.

**Tabela 6 -** Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da proteína bruta das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e farelo de cacau (FC), calculadas para taxas de passagem de 2, 5 e 8%h<sup>-1</sup>

Silagem	DP	DE		
		Taxa de passagem (%h <sup>-1</sup> )		
		2	5	8
Capim-elefante	73,5	58,9	55,9	55,0
CE + 30% cana-de-açúcar	64,3	57,4	54,9	54,0
CE + 15% FC	73,5	70,6	68,3	66,9
CE + 45% cana + 15% FC	80,1	73,3	68,8	66,6

Além de apresentar maiores teores de PB das silagens contendo farelo de cacau, as silagens revelaram, em sua composição químico-bromatológica, menores valores em FDA, evidenciando uma correlação negativa entre o teor de FDA, em relação ao de PB e DP e DE da PB.

Quando se observa a taxa de desaparecimento da PB nos períodos de 0 a 96 horas (Figura 2), percebe-se que as silagens aditivadas com farelo de cacau apresentaram maior potencial de degradação em todos os períodos e, a partir das 24 horas, houve um aumento desse potencial para a silagem capim-elefante aditivado com 45% de cana e 15% de farelo de cacau. Não foram observadas variações entre as silagens que não receberam farelo de cacau (Figura 2). A alta taxa de desaparecimento da proteína das silagens favoreceu uma alta concentração de amônia no rúmen, principalmente para as silagens contendo farelo de cacau, que tiveram valores acima de 60% da PB desaparecida logo nas primeiras horas de incubação, o que indica que estas silagens possuem bom potencial de produção de proteína microbiana, mesmo com baixos teores de PB na MS, desde que no rúmen tenha quantidade de carboidratos fermentáveis suficientes para fornecer a energia mínima requerida.

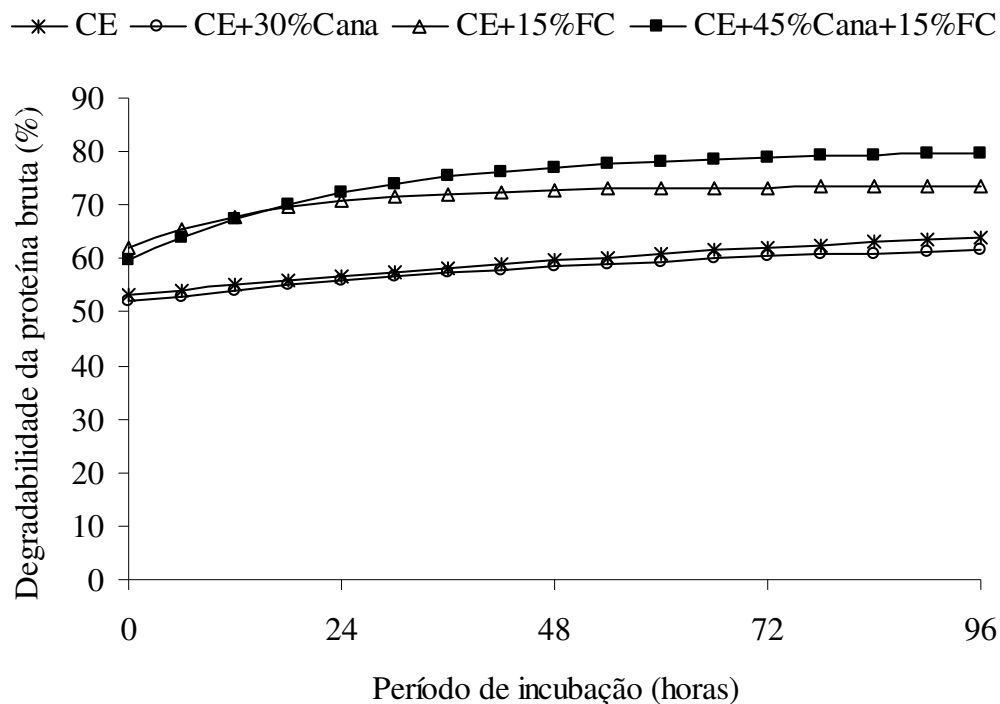


Figura 2 - Degradabilidade da proteína bruta das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC) em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação:  $y = a + B(1 - e^{-c \cdot t})$ .

Dentre as silagens avaliadas, foi verificada a elevada fração não-degradável *i* da FDN nas silagens de capim-elefante sem aditivo e aditivada com 30% de cana-de-açúcar (Tabela 7). Considerando que os teores de carboidratos fibrosos (CF = FDN) apresentam lenta e incompleta digestão no trato gastrointestinal dos ruminantes (Mertens, 1996), pode-se presumir que a baixa degradação dessas silagens pode ser atribuída aos elevados teores de FDN (Tabela 2), em decorrência do avançado estágio de crescimento em que o capim foi cortado para confecção das silagens, o que explica, também, a baixa DP da MS encontrada neste estudo, pois, segundo Cabral et al. (2005), a FDN representa a maior proporção da MS e exerce forte efeito sobre a digestão ruminal das forragens.

A silagem aditivada com 45% de cana e 15% de farelo de cacau destacou-se pela elevada degradabilidade da fração *B*, 60,3% e menor fração não-degradável 39,7, valores próximos aos encontrados por Freitas et al. (2006), que relataram 58,9% da fração *B* e 41,1% da fração não-degradável para cana-de-açúcar IAC86-2480, a mesma variedade utilizada como aditivo neste experimento, o que indica que a inclusão associada desses aditivos no momento da ensilagem favorece o aumento da degradação ruminal da FDN das silagens. Já para a fração *a*, registraram-se, para todas as silagens estudadas, valores próximos a zero, o que já era esperado, uma vez que a FDN não contém fração solúvel e requer maior tempo de colonização.

**Tabela 7 -** Estimativa dos parâmetros de degradação ruminal da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC)

Silagem	Parâmetro				R <sup>2</sup>
	<i>a</i>	<i>B</i>	<i>i</i>	<i>c</i>	
Capim-elefante	0,0	49,4	50,6	0,0238	0,98
CE + 30% cana-de-açúcar	0,1	47,9	52,0	0,0212	0,97
CE + 15% FC	0,3	52,3	47,4	0,0194	0,99
CE + 45% cana + 15% FC	0,0	60,3	39,7	0,0164	0,97

*a* = fração solúvel (%); *B* = fração insolúvel potencialmente degradável (%); *i* = fração não-degradável (%); *c* = taxa fracional de degradação (%h<sup>-1</sup>); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

Foram observados maiores valores de DP da FDN para as silagens contendo farelo de cacau. Destaca-se a silagem aditivada com 45% de cana e 15% de farelo de cacau, que apresentou 60,3% de DP da FDN (Tabela 8), próximo aos encontrados por Sarti et al. (2005), quando avaliaram a degradabilidade ruminal da silagem de capim-elefante e relataram valor de 60% para a DP da FDN e dos 60,5% de DP da FDN em 72 horas de incubação, obtidos por diversos autores e registrados por Valadares Filho et al. (2006). Em contrapartida, os resultados encontrados para as demais silagens foram considerados baixos, o que pode ser atribuído ao baixo valor nutritivo da forrageira utilizada.

**Tabela 8 -** Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e farelo de cacau (FC), calculadas para taxas de passagem de 2, 5 e 8%h<sup>-1</sup>

Silagem	DP	DE		
		Taxa de passagem (%/h)		
		2	5	8
Capim-elefante	49,4	26,8	15,9	11,3
CE + 30% cana-de-açúcar	48,0	24,7	14,4	10,1
CE + 15% FC	52,6	26,1	14,9	10,5
CE + 45% cana + 15% FC	60,3	27,2	14,9	10,3

A curva de desaparecimento da fração FDN (Figura 3) mostra pouca variação entre as silagens. Os valores de degradação da FDN só atingiram os 30% próximo das 48 horas de incubação. Contudo, a partir deste período, a silagem capim-elefante aditivado com 45% de cana e 15% de farelo de cacau apresentou maiores valores de degradação ruminal da FDN. Apesar do maior potencial de degradação da FDN, constataram-se menores taxas de degradação

(fração *c*) para as silagens contendo farelo de cacau, indicando que mesmo com maior potencial de degradação, o tempo de permanência da FDN destas silagens no rúmen foi maior do que o das silagens que não continham este aditivo, o que pode ser atribuído pelo elevado teor de lignina deste aditivo.

Estudando a degradabilidade ruminal de silagens, Molina et al. (2003) verificaram valores de DP, no tempo de incubação de 96 horas, de 67,47, 66,03, 60,47 e 58,80%, respectivamente, para as silagens de sorgo BR 303, AG 2006, BR 700 e BR 701. Os valores encontrados por estes autores, para a DP da FDN, são próximos dos 60,3% observados para as silagens de capim-elefante contendo 45% de cana e 15% de farelo de cacau. Por outro lado, os valores observados para DE da FDN não variaram, observando-se amplitude máxima de menos de 1,5 unidades percentuais nos valores de DE para a taxa de passagem de 5%h<sup>-1</sup>. Os resultados observados, entre 14,4 e 15,9%, foram inferiores aos encontrados por Lopes & Aroeira (1999), quando avaliaram a degradabilidade do capim-elefante e verificaram valor de 34% de DE da FDN com a mesma taxa de passagem. Os baixos valores de DE encontrados podem ser explicados pelo avançado estágio de crescimento do capim utilizado neste estudo, que apresentava elevado teor de lignina, componente que não é degradado no rúmen e ainda influencia numa maior permanência do alimento no rúmen.

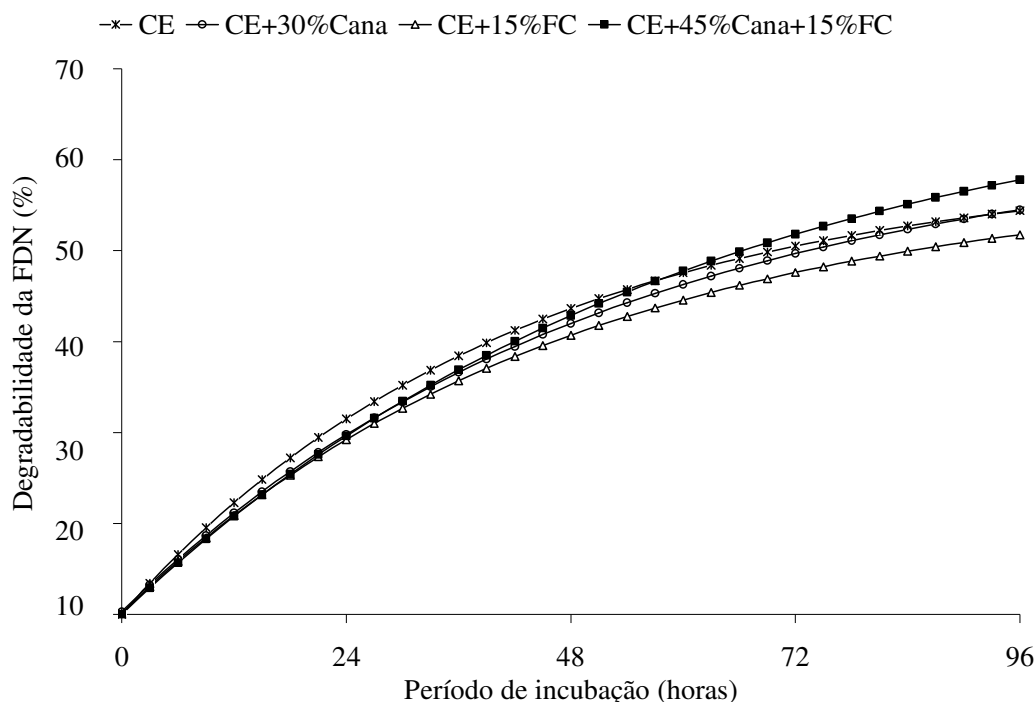


Figura 3 - Degradabilidade da fibra em detergente neutro das silagens de capim-elefante (CE) contendo cana-de-açúcar e ou farelo de cacau (FC) em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação:  $y = a + B (1 - e^{-c \cdot t})$ .

## 4 CONCLUSÕES

A adição de farelo de cacau na ensilagem do capim-elefante aumenta a fração solúvel da matéria seca e da proteína bruta, além de elevar as taxas da degradação da fração *B* e a degradabilidade efetiva da proteína bruta em todas as taxas de passagens.

Dentre as silagens estudadas, a silagem contendo 45% de cana e 15% de farelo de cacau se destaca pela maior degradação potencial da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro, em todos os períodos estudados, e apresentam as maiores degradabilidades efetivas da MS e da PB em todas as taxas de passagens.

A inclusão simultânea da cana-de-açúcar e do farelo de cacau ao capim-elefante, em estágio de crescimento avançado, no momento da ensilagem, apresenta-se como uma alternativa para aumentar a degradabilidade e, possivelmente o consumo destas silagens.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, S.J.T.; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim- elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.41, p.409-415, 2004.
- AZEVÊDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação in vitro da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003.
- BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; SOUZA, I.S. et al. Efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.1-6, 2006.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005. (supl.)
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, p.1250-1258, 2003.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Taxas de Digestão das Frações Protéicas e de Carboidratos para as Silagens de Milho e de Capim-Elefante, o Feno de Capim-Tifton-85 e o Farelo de Soja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. 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.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim-elefante para novilhos. 1. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.
- DESCHAMPS, F.C.; BRITO, C.J.F.A. de. Qualidade da forragem e participação coletiva na produção de matéria seca de diferentes frações de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum Macl). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 5, p. 1418-1423, 2001.
- FERRARI Jr. E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.
- FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.229-236, 2006.

LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M. Degradabilidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) mais uréia no rúmen de vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.51, n.4, p.383-386, 1999.

MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. Degradação ruminal da matéria seca de clones de capim-elefante em função da relação folha/colmo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1316-1322, 2006.

MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. Chap. II. In: FORBES, J.M, FRANCE, J (Eds.). Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. *Commonwealth Agricultural Bureaux*, Cambridge University Press, England, 1993, p.13-51.

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Wisconsin, USA. Wisconsin, [s.ed.], 1996. *Proceedings*. p.81-92.

MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Parâmetros de degradabilidade potencial dos componentes da parede celular das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), na presença ou ausência de tanino no grão, avaliados pela técnica in situ. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.5, p.1138-1143, 2003.

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

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal Agricultural Science*, v.92, n.1, p.449-453, 1979.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO JÚNIOR, J.N., SILVA, F.F. et al. Farelo de cacau (*Theobroma cacao*) na alimentação de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002. Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.

RIBEIRO Jr, J.I. *Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)*. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.5, p.658-664, 2004.

RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.

SARTI, L.L.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F. et al. Degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibra de silagens de milho e de capim-elefante. *Ciência Animal Brasileira*, v.6, n.1, p.1-10, 2005.

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

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

SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. et al. 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.

TEIXEIRA, F.A.; SANTOS, L.C.; NASCIMENTO, P.V.N. et al. Perdas por nitrogênio amoniacal em silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) acrescido de farelo de cacau (*Theobroma cacao*). *Revista Electrónica de Veterinária*, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html> (acessada em 12 de abril de 2005) v.6, n.11, 2005.

TEIXEIRA, J.C. *Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes*. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed). *Digestibilidade em ruminantes*. Lavras: UFLA/FAEP, 1997. p.7-27.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2.ed.Viçosa: UFV/DZO, 2006. 329p.

VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. et al. Degradabilidade in situ da proteína bruta e da matéria seca de alguns alimentos em vacas gestantes e lactantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.20, n.1, p.111-122, 1991.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VELOSO, C.M.; NORBERTO, M.M.; CARVALHO, G.G.P. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de folhas e folíolos de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, 2006.

VELLOSO, L.; ROCHA, G. L.; FARIA, V. P. Avaliação de silagens de milho com ou sem aditivo, pelo sistema Flieg. *Boletim de Indústria Animal. Nova Odessa*, v.30, n.2, p.245-251, 1973.