

**TORTAS DE NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus*) E DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas*):  
CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO COMO  
ADITIVOS NA ENSILAGEM DE CAPIM  
ELEFANTE**

**ERIC HAYDT CASTELLO BRANCO VAN CLEEF**

**2008**

**ERIC HAYDT CASTELLO BRANCO VAN CLEEF**

**TORTAS DE NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus*) E DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas*):  
CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO COMO  
ADITIVOS NA ENSILAGEM DE CAPIM  
ELEFANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. José Cleto da Silva Filho

**LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2008**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Van Cleef, Eric Haydt Castello Branco.

Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e de pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante / Eric Haydt Castello Branco Van Cleef. -- Lavras : UFLA, 2008.  
77 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: José Cleto da Silva Filho.

Bibliografia.

1. *Raphanus sativus*. 2. *Jatropha curcas*. 3. *Pennisetum purpureum*. 4.  
Silagem. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.08552

**ERIC HAYDT CASTELLO BRANCO VAN CLEEF**

**TORTAS DE NABO FORRAGEIRO (*Raphanus sativus*) E  
DE PINHÃO MANSO (*Jatropha curcas*):  
CARACTERIZAÇÃO E UTILIZAÇÃO COMO ADITIVOS  
NA ENSILAGEM DE CAPIM ELEFANTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção o título de “Mestre”.

APROVADA em 11 de fevereiro de 2008;

Prof. Dr. Edílson Rezende Cappelle - DZO/CEFET-Rio Pomba

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Nadja Gomes Alves - DZO/UFLA

Prof. Dr. Pedro Castro Neto - DEG/UFLA

Prof. José Cleto da Silva Filho, DZO/UFLA

(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2008**

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para minha formação, seja acadêmica ou pessoal,

A meus pais, Heliane e Coenraad (*in memoriam*),

À minha irmã, Karen,

À minha namorada, Ligia,

À minha avó, Heliette,

Pelo amor incondicional que tiveram e têm por mim em todos os momentos da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela possibilidade de mais uma etapa cumprida,

A CAPES pela bolsa de estudos concedida,

À minha família pelo apoio e dedicação,

Aos professores da UFLA pelo excelente curso, especialmente ao meu orientador, professor José Cleto da Silva Filho,

Aos meus colegas de curso pelas ótimas horas que passamos juntos nos grupos de estudos, festas e etc,

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia pela amizade e serviços prestados,

Aos membros da banca examinadora, professores Edilson Rezende Cappelle, Pedro Castro Neto e Nadja Gomes Alves,

Aos amigos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

**ERIC HAYDT CASTELLO BRANCO VAN CLEEF**, filho de Heliane Haydt Castello Branco van Cleef e Coenraad Franz Henricus Maria van Cleef (*in memoriam*), natural de São Paulo – SP nasceu em 07 de abril de 1982.

Em agosto de 2001 ingressou na Universidade Federal de Lavras – UFLA, no curso de Zootecnia, concluindo-o em junho de 2006.

Em julho de 2006 ingressou no curso de especialização em Julgamento das Raças Zebuínas nas Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU, obtendo o título de “Especialista” em janeiro de 2008.

Em agosto de 2006, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia (área de concentração - Nutrição de Ruminantes) na Universidade Federal de Lavras – UFLA, obtendo o título de “Mestre” em fevereiro de 2008.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1 Co-produtos na alimentação animal.....	3
2.2 Biodiesel .....	3
2.2.1 Co-produtos do biodiesel na alimentação animal .....	4
2.3 Nabo forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> ) .....	5
2.4 Pinhão manso ( <i>Jatropha curcas</i> ) .....	6
2.5 Capim elefante ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) .....	8
2.6 Ensilagem.....	9
2.7 Aditivos na ensilagem.....	10
2.8 Qualidade da silagem.....	11
2.9 Composição química dos alimentos.....	12
2.10 Digestibilidade e digestibilidade “in vitro” .....	13
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1 Localização e condições climáticas .....	15
3.2 Tratamentos .....	16
3.3 Co-produtos agroindustriais.....	16
3.4 Preparo da silagem.....	17
3.5 Condução do experimento .....	17
3.6 Análises químicas .....	18
3.7 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	19
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
4.1 Composição bromatológica dos co-produtos, misturas antes de ensilar e silagens .....	23
4.2 Teores de matéria seca (MS) .....	30
4.3 Teores de proteína bruta (PB).....	32
4.4 Teores de extrato etéreo (EE) .....	34



4.5 Teores de matéria mineral (MM).....	36
4.6 Teores de fibra em detergente neutro (FDN).....	38
4.7 Teores de fibra em detergente ácido (FDA) .....	41
4.8 Teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) .....	44
4.9 Teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) .....	46
4.10 Teores de celulose (CEL) .....	49
4.11 Teores de lignina (LIG) .....	51
4.12 Valores de pH .....	53
4.13 Valores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH <sub>3</sub> (% N total)] .....	54
4.14 Valores de poder tampão (PT) .....	56
4.15 Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) .....	57
4.16 Ácidos graxos voláteis .....	59
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## LISTA DE SIGLAS

Ca: Cálcio

CEL: Celulose

CE: Capim elefante

CNF: Carboidratos não fibrosos

CV: Coeficiente de variação

DIVMS: Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

EE: Extrato etéreo

FDA: Fibra em detergente ácido

FDN: Fibra em detergente neutro

FV: Fator de variação

GL: Grau de liberdade

HC: Hemicelulose

LIG: Lignina

MO: Matéria orgânica

MM: Matéria mineral

MS: Matéria seca

NH<sub>3</sub>: Amônia

N-NH<sub>3</sub> (%NT): Teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total

NIDA: Nitrogênio insolúvel em detergente ácido

NIDN: Nitrogênio insolúvel em detergente neutro

P: Fósforo

PB: Proteína bruta

pH: potencial hidrogeniônico

PT: Poder Tampão

QM: quadrado médio

$R^2$ : Coeficiente de determinação

TNF: Torta de nabo forrageiro

TPM: Torta de pinhão manso

SCE: Silagem de capim elefante

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Tratamentos experimentais .....	16
TABELA 2. Médias da composição bromatológica, digestibilidade e poder tampão dos co-produtos utilizados na ensilagem.....	23
TABELA 3. Médias da composição bromatológica, digestibilidade in vitro e poder tampão do capim elefante e das misturas desse com os co-produtos, antes da ensilagem .....	27
TABELA 4. Médias da composição bromatológica, digestibilidade, nitrogênio amoniacal e pH das silagens de capim elefante e das misturas do capim elefante com os co-produtos.....	28
TABELA 5. Valores médios de matéria seca (%) do material original e das silagens para as combinações entre os fatores níveis e tortas e do capim puro.....	30
TABELA 6. Valores médios de matéria seca (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados .....	31
TABELA 7. Valores médios de matéria seca (%) das silagens contendo os dois co-produtos, em função das tortas e dos níveis de inclusão.....	32
TABELA 8. Valores médios de proteína bruta (%) do material original e das silagens para as combinações entre os fatores níveis e tortas e do capim puro.....	32
TABELA 9. Valores médios de proteína bruta (%) do material original e das silagens, em função do tempo e dos níveis de inclusão .....	33
TABELA 10. Valores médios de proteína bruta (%) das silagens, em função das tortas estudadas .....	34

TABELA 11. Valores médios de extrato etéreo (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados .....	34
TABELA 12. Valores médios de extrato etéreo (%) das silagens, em função do tratamento adicional e das combinações entre os fatores níveis e tortas .....	35
TABELA 13. Valores médios de extrato etéreo (%) das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão.....	36
TABELA 14. Valores médios de matéria mineral (%) das silagens, em função do tratamento adicional e das combinações entre os fatores (níveis e tortas).....	37
TABELA 15. Valores médios de matéria mineral (%) das silagens, em função das tortas estudadas .....	37
TABELA 16. Valores médios de matéria mineral (%) do material original e das silagens, em função do tempo e dos níveis de inclusão .....	38
TABELA 17. Valores médios de FDN (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional .....	39
TABELA 18. Valores médios de FDN (%) do material original e das silagens em função das tortas e dos níveis de inclusão nos tempos estudados .....	40
TABELA 19. Valores médios de FDN (%) do material original e das silagens em função dos tempos, das tortas e dos níveis de inclusão.....	41
TABELA 20. Valores médios de FDA (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional .....	42
TABELA 21. Valores médios de FDA (%) das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão .....	43

TABELA 22. Valores médios de FDA (%) do material original e das silagens, em função das tortas e dos tempos .....	43
TABELA 23. Valores médios de FDA (%) do material original e das silagens, em função do tempo e dos níveis de inclusão .....	44
TABELA 24. Valores médios de NIDN (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional .....	45
TABELA 25. Valores médios de NIDN (%) das silagens, em função dos níveis de inclusão estudados.....	45
TABELA 26. Valores médios de NIDN (%) do material original e das silagens, em função das tortas e dos tempos .....	46
TABELA 27. Valores médios de NIDA (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional .....	47
TABELA 28. Valores médios de NIDA (%) das silagens, em função dos níveis de inclusão das tortas .....	47
TABELA 29. Valores médios de NIDA (%) das silagens, em função das tortas estudadas .....	48
TABELA 30. Valores médios de NIDA (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados .....	48
TABELA 31. Valores médios de celulose (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional .....	49
TABELA 32. Valores médios de celulose (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados.....	50
TABELA 33. Valores médios de celulose (%) das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão.....	51

TABELA 34. Valores médios da lignina (%) das silagens, em função do tratamento adicional e da combinação dos fatores níveis e tortas.....	51
TABELA 35. Valores médios de lignina (%) das silagens, em função dos níveis de inclusão estudados.....	52
TABELA 36. Valores médios de lignina (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados .....	52
TABELA 37. Valores médios de pH das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão.....	54
TABELA 38. Valores médios do nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) das silagens, em função do tratamento adicional e da combinação entre os fatores níveis e tortas .....	54
TABELA 39. Valores médios de nitrogênio amoniacal das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão .....	55
TABELA 40. Valores médios da variável: poder tampão (PT) das silagens, em função do tratamento adicional e das combinações dos níveis e tortas.....	56
TABELA 41. Valores médios de poder tampão das silagens, em função das tortas e níveis de dos inclusão.....	57
TABELA 42. Valores médios da variável digestibilidade in vitro da matéria seca (%), em função do tratamento adicional e da combinação entre os fatores níveis e tortas .....	57
TABELA 43. Valores médios de DIVMS (%) em função dos tempos, das tortas e dos níveis de inclusão.....	58
TABELA 44. Valores médios de DIVMS (%) em função dos tempos, das tortas e dos níveis de inclusão.....	59
TABELA 45. Médias dos valores de ácidos graxos voláteis das silagens experimentais .....	60

## RESUMO

VAN CLEEF, Eric Haydt Castello Branco. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante**. Lavras: UFLA, 2008. 77p. (Dissertação - Mestrado em Nutrição de Ruminantes).<sup>1</sup>

Com o advento do biodiesel novos co-produtos estão sendo gerados, trazendo a necessidade de se estudar a viabilidade de uso dessas fontes alimentares alternativas. O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa Animal da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e objetivou-se a determinação da composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca das tortas de nabo forrageiro (TNF) e pinhão manso (TPM) e avaliar o efeito da adição destes co-produtos na qualidade da silagem de capim elefante. Os co-produtos foram ensilados em silos experimentais de PVC, adaptados com válvula tipo Bünsen, com capacidade para aproximadamente 4kg. O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições, em que os tratamentos estavam arrançados segundo um esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos de parcela seguiram um esquema fatorial 2 x 3 (2 tipos de torta - nabo forrageiro e pinhão manso; 3 níveis de inclusão de torta - 3, 6, e 9%) mais 1 tratamento adicional (capim puro). Os dados foram analisados utilizando rotinas do software Statistical Analysis System (SAS, 1999). Foram determinados os valores de MS, EE, PB, FDN, FDA, NIDN, NIDA, MM, CEL, LIG, PT, N-NH<sub>3</sub>, DIVMS, pH, Ca e P. Houve efeito (P<0,05) dos níveis de inclusão das tortas nos teores de MS das silagens, sendo que a TNF proporcionou maior teor de MS para as silagens, porém, nenhum dos tratamentos deste estudo proporcionou um teor de MS considerado ideal para obtenção de uma boa silagem. Houve efeito dos níveis de inclusão sobre o teor de PB e EE das silagens, sendo que as que continham TNF apresentaram valores médios superiores às com TPM. Os teores médios de FDN e FDA foram diminuídos (P<0,05) com a adição das tortas nos diferentes níveis de inclusão, sendo que os menores valores médios foram obtidos nas silagens contendo 9% de TNF. As silagens que continham TNF apresentaram teores médios de NIDN superiores (P<0,05) aos encontrados nas com TPM. Os valores médios de NIDA de todos os tratamentos estudados estão conforme o recomendado. Houve efeito da adição das tortas nos diferentes níveis sobre os teores médios de LIG. Em todos os tratamentos em que foi adicionada TNF obtiveram-se valores médios de pH considerados ideais para obtenção de uma boa silagem, já para os contendo TPM, isso somente ocorreu no nível 6% de



inclusão. Em todos os tratamentos, com exceção do que continha 9% de TPM, os valores médios de N-NH<sub>3</sub> estão dentro do recomendado. A DIVMS foi diminuída conforme a adição de níveis crescentes das tortas, sendo que para as silagens com TPM, a queda foi mais acentuada. De acordo com a composição química das tortas, elas apresentam potencial para utilização na nutrição animal. As tortas proporcionam características químicas e fermentativas diferenciadas para as silagens, nos níveis estudados, indicando que devem ser utilizadas de maneira diferente, sendo que a TNF, além de ter apresentado melhor composição química e melhor digestibilidade, proporcionou silagens de melhor qualidade.

---

<sup>1</sup> Comitê orientador: José Cleto da Silva Filho - UFLA (orientador), Nadja Gomes Alves - UFLA e Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA (coorientadores)

## ABSTRACT

VAN CLEEF, Eric Haydt Castello Branco. **Turnip (*Raphanus sativus*) and physic nut (*Jatropha curcas*) cakes: characterization and use as additives in elephant grass silage.** Lavras: UFLA, 2008. 77p. (MSc. Thesis - Ruminant Nutrition).<sup>1</sup>

With the advent of biodiesel new by-products are being produced, bringing the need of studies about the viability of use of these alternative feed sources. The experiment was carried out in the Laboratory of Animal Nutrition of the Federal University of Lavras (UFLA) and with the objective to determinate the chemical composition and the *in vitro* dry matter digestibility of turnip (TNF) and physic nut (TPM) cake and the evaluation of the effects of the addition of these by-products upon the quality of elephant grass silage. The by-products were ensiled in experimental PVC silos, fitted with Bunsen-type valves and approximately 4kg of capacity. The experiment was installed under a completely randomized design with three replicates, and the treatments were arranged in a scheme of subdivided parcels in the time. The parcel treatments were in a factorial scheme 2x3 (2 types of cake – turnip and physic nut; 3 inclusion levels of cakes – 3, 6 e 9%) and one more additional treatment (pure grass). The data were analyzed using the Statistical Analysis System software (SAS, 1999). The values of DM, EE, CP, NDF, ADN, NDIN, ADIN, ASH, CEL, LIG, BP, IVDMD, N-NH<sub>3</sub>, pH, Ca e P were determined. There was effect (P<0,05) of the inclusion levels of cakes in the silages DM values, however, none of the treatments provided a DM value considered ideal for the attainment of a good silage. There was effect of the inclusion levels upon the CP and EE values of the silage, and those ones containing TNF showed higher values when compared with the ones containing TPM. The average values of NDF and ADN decreased with the addition of the cakes in the different levels, and the smallest average values were found in the silages containing 9% of TNF. The silages containing TNF presented NDIN values bigger than those found in the silages with TPM. The ADIN values of all the treatments were in accordance with the recommended ones. There was effect of the addition of the cakes upon the LIG values. All of the treatments with TNF had pH values considered ideals for a good silage, and those with TPM, only the treatment with 6% of this cake showed the same effect. In all the treatments, except that containing 9% of TPM, the N-NH<sub>3</sub> values were great for a good silage. The IVDMD decreased with the addition of the cakes in the increasing levels, and in the silages with TPM, the reduction was higher than the others. According to the chemical composition of the cakes, they seemed to have

potential to use for animal nutrition. The cakes provided different chemical characteristics for the silages, in the levels that were used, and it indicates that the cakes should be used in different ways, and the TNF showed the best chemical composition, the best digestibility and provided silages with better quality.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: José Cleto da Silva Filho - UFLA (Advisor), Nadja Gomes Alves - UFLA and Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA (Co-advisors)

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de co-produtos agroindustriais na alimentação animal nos trópicos está se tornando uma prática comum especialmente na estação mais seca do ano, quando a disponibilidade de forragens é baixa. Esses alimentos alternativos estão sendo avaliados e considerados, principalmente, pelo seu potencial como fontes de energia e proteína.

A ingestão de co-produtos oriundos da agroindústria é normalmente menor que o nível de exigência para a manutenção do peso vivo dos animais. Isso ocorre em razão de fatores como: textura (que nem sempre é adequada para o consumo), baixa digestibilidade e deficiência de nutrientes.

O uso de co-produtos agroindustriais como fonte de nutrientes em dietas para animais tem sido praticado há décadas por nações industrializadas, onde milhões de toneladas desse material são produzidas a cada ano. Esse fato deve-se aos resultados de intensivas pesquisas desenvolvidas para encontrar métodos eficientes de reciclagem das “sobras” das indústrias.

A principal limitação que existe quanto à utilização dos co-produtos, em dietas para animais, está relacionada com a incerteza da real resposta em termos de produção animal e, também, as possíveis necessidades de suplementação para promover uma dieta adequada, para a maximização da produção. Esses problemas são encontrados em todos os níveis da produção animal, desde sistemas de produção de subsistência até a criação comercial.

O custo da alimentação representa a maior proporção dentro de um sistema de produção de carne ou leite. Os produtores dentro dessa realidade devem utilizar eficientemente os recursos disponíveis para maximizar o desempenho dos animais e, conseqüentemente, minimizar os custos. Quando os animais são submetidos a forragens de qualidade mediana à baixa, a

suplementação de proteína e/ou energia é necessária para promover um incremento, tanto na utilização da forragem quanto no desempenho dos animais.

Entre as espécies economicamente exploradas no processo de produção animal, os ruminantes possuem o maior potencial para o aproveitamento de co-produtos agroindustriais devido às características peculiares de seu aparelho digestório e a simbiose com os microorganismos do rúmen, fazendo com que estes alimentos sejam transformados em nutrientes que podem ser aproveitados pelo animal.

No Brasil é produzida grande quantidade de co-produtos da agricultura e da agroindústria, com potencial de uso na alimentação de ruminantes. Algumas limitações podem fazer com que estes alimentos tenham utilização mais restrita, entre elas a grande quantidade de umidade, problemas na sua conservação e a presença de fatores antinutricionais e tóxicos.

Hoje, com o advento do biodiesel, novos co-produtos estão sendo disponibilizados. Surge, então, a necessidade de estudar-se a viabilidade de inclusão dessas fontes alimentares alternativas, como as tortas e os farelos gerados por essa nova cadeia, e de se quantificar a resposta animal em termos produtivos e econômicos.

Objetivou-se neste trabalho, a determinação da composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* das tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e de pinhão manso (*Jatropha curcas*) e avaliar o efeito da adição desses co-produtos na qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*).

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Co-produtos na alimentação animal**

Segundo Prado e Moreira (2002), o Brasil possui grande quantidade de co-produtos da agricultura e da agroindústria com potencial de uso na alimentação de ruminantes. Porém, existem algumas limitações que fazem com que os mesmos tenham utilização restrita, entre elas: a grande quantidade de água (alto custo de transporte), a conservação de seus resíduos e, a necessidade, em alguns casos, de tratamentos para melhoria de seu valor nutritivo (Paulino et al., 2006).

Alguns desses co-produtos são potencialmente ótimas fontes de nutrientes para os animais e são degradados prontamente no rúmen (Krishna 1985; Odunlami, 1988). Porém, outros trabalhos têm mostrado que em razão da baixa degradabilidade, alguns desses materiais devem sofrer tratamentos para que possam ser fornecidos aos animais (Smith et al., 1988).

### **2.2 Biodiesel**

Biodiesel é um combustível renovável, biodegradável, sucedâneo ao óleo diesel mineral. Diferentemente do óleo mineral, o biodiesel não contém enxofre, é biodegradável, não é corrosivo, é renovável e não contribui para o aumento do efeito estufa. É biologicamente correto e surge com a perspectiva de inclusão social que a produção de matérias-primas de origem vegetal (Cristo & Ferreira, 2006).

O biodiesel é fabricado por um processo químico chamado “transesterificação”, no qual a glicerina é separada da gordura ou do óleo

vegetal. O processo gera dois produtos: ésteres (o nome químico do biodiesel) e glicerina, produto valorizado no mercado de sabões (Parente, 2003).

O uso do biodiesel como combustível poderá se tornar um apoio às políticas governamentais na área social e ambiental, tendo em vista a contribuição que esse combustível poderá representar para a atividade econômica do país. Entre elas pode-se destacar: criação de emprego e geração de renda no campo; redução dos índices de emissões de gases causadores do efeito estufa; redução da emissão de poluentes locais com melhorias na qualidade de vida e da saúde pública; possibilidade de utilização dos créditos de carbono vinculados ao mecanismo de desenvolvimento limpo decorrentes do Protocolo de Quioto; uso de terras inadequadas para a produção de alimentos; e diversificação da matriz energética (Brasil, 2005).

Em oposição a essas vantagens, a viabilidade econômica para o uso comercial do biodiesel ainda requer análises mais aprofundadas, que deverão envolver, além das variáveis meramente econômicas, a mensuração das vantagens indiretas com a utilização de um combustível de origem renovável e a maior utilização de mão-de-obra na cadeia produtiva, promovendo, assim, a inclusão social dos brasileiros menos favorecidos, além da possibilidade do país se beneficiar dos créditos de carbono, advindos dos projetos de produção de combustíveis renováveis (Brasil, 2005).

### **2.2.1 Co-produtos do biodiesel na alimentação animal**

Existe a possibilidade de utilização dos co-produtos oriundos do biodiesel (tortas e farelos) na alimentação animal (Evangelista et al., 2004).

As tortas são obtidas após a extração mecânica do óleo e os farelos através da extração por solventes. Esse último método de extração possibilita a obtenção

de um material com baixo teor de óleo (menor que 1,5%), assim resultando em um maior teor de proteína bruta (Evangelista et al., 2004).

Na nutrição de ruminantes, tanto o grão quanto a torta de girassol tornam-se alternativa de alimento por possuírem altos teores de proteína e energia, e os efeitos da sua adição nas dietas vêm sendo estudados por diversos autores (Bett et al., 2004).

Em um estudo utilizando farelo de girassol como suplemento em dietas de vacas leiteiras, não foi encontrado nenhum efeito sobre os teores de gordura e de proteína do leite (Vicent et al., 1990).

O farelo e as cascas da semente de algodão também são utilizados na alimentação animal, fornecendo proteína e energia e são usados principalmente em dietas de ruminantes, pois eles não são prejudicados pelo fator tóxico (gossipol) presentes nesses materiais, se forem fornecidos em quantidades controladas (Matos, 2007).

### **2.3 Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*)**

O nabo forrageiro pertence à família Brassicaceae (ou Cruciferae), é uma das espécies mais antigas no que diz respeito à extração de óleo vegetal sendo cultivado, em maiores quantidades, na Ásia Oriental (ITIS, 2007).

Segundo Pereira (2006), o nabo forrageiro teve sua origem no sul da Europa e apresenta as seguintes características: é uma cultura anual de inverno, herbácea, ereta, ramificada, dotada de pêlos ásperos, raiz pivotante e às vezes tuberosa, podendo atingir até 180 cm de comprimento, folhas alternadas, inflorescências na base do caule em racemos longos e flores predominantemente brancas.

Por causa das características positivas principalmente com relação à tolerância a baixas temperaturas (geadas), elevadas capacidade de reciclagem de



nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), desenvolvimento rápido (150 a 200 dias) e boa resistência à acidez de solos, essa cultura tem sido muito empregada nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil, na adubação verde de inverno e como planta de cobertura, para proteger o solo (Tomm et al., 2002; Crusciol et al., 2005; citados por Wilhelm et al, 2006 ).

O nabo forrageiro pode ser utilizado em consórcio com leguminosas e como forrageira, apesar de parecer ser menos palatável que a aveia preta e o azevém (Pereira, 2006).

De acordo com Wilhelm et al. (2006), a torta de nabo forrageiro (oriunda do processo de extração mecânica do óleo), apresenta um alto valor de mercado, porque além de ser isenta de resíduos de solvente, tem um elevado teor de proteínas e gordura.

Por se tratar de uma planta oleaginosa de fácil cultivo e produtividade mínima de 500 kg de sementes por hectare (com teor de óleo entre 40 e 54%), o óleo de nabo já integra o quadro nacional de matérias-primas regionais para produção de biodiesel (Wilhelm et al. 2006).

#### **2.4 Pinhão manso (*Jatropha curcas*)**

O pinhão manso (*Jatropha curcas*) é um arbusto da família Euforbiaceae, é nativo da América do Sul e tem sido explorado agronomicamente com sucesso na América Central, Índia e África. Essa planta já é conhecida no Brasil desde o período colonial, porém, seu processo de domesticação iniciou-se somente nos últimos 30 anos (Saturnino et al., 2005).

Pode-se encontrar o pinhão manso em regiões tropicais de todo o mundo e a planta cresce rapidamente em solos pedregosos e de baixa umidade (Makkar, Becker & Sporer, 1998).

De acordo com Heller (1996), o pinhão manso é uma pequena árvore ou um grande arbusto que chega até 5m de altura. É latexcente, possui folhas alternas, longo-pecioladas, cordiformes, lobadas, com cinco lobos. As flores são unissexuadas, pequenas, pentâmeras, amarelo-esverdeadas em panículas terminais ou axilares e com as flores masculinas ocupando as extremidades superiores dos ramos. Os frutos são cápsulas tricocas, coriáceas, lisas com três sementes lisas e escuras (Oliveira, Godoy & Costa, 2003).

O pinhão manso é uma planta de multipropósito, pois possui propriedades medicinais e também fornece óleo para variadas funções. Com isso, tem ganhado cada vez mais importância econômica (Aregheore, Becker & Makkar, 2003).

Com o advento da produção de biodiesel no Brasil, gera-se uma grande expectativa quanto à utilização do pinhão manso pelas suas vantagens em relação a matérias-primas já estudadas. Entre essas vantagens destacam-se: é uma cultura perene, possui uma baixa exigência hídrica, baixa exigência nutricional e, principalmente, seu grande rendimento agrônomico, com média de cinco toneladas de semente por hectare, o que significa 1,75 toneladas de óleo vegetal por hectare (Paulino et al., 2006).

Apesar do seu grande potencial, o pinhão manso apresenta desvantagens em relação às outras oleaginosas por causa da presença de fatores antinutricionais (fitatos e inibidores de tripsina) e compostos tóxicos (curcuma e ésteres de forbol) (Makkar et al., 1997; Martinez-Herrera et al., 2006). Porém, pode ser utilizado na alimentação animal, desde que tratamentos adequados e eficientes sejam realizados para a redução ou eliminação desses fatores, porém a viabilidade econômica é questionável (Aregheore, Becker & Makkar, 2003).

Pesquisas incipientes realizadas por Aderibigde et al. (1997) mostram valores de digestibilidade da matéria orgânica da torta de pinhão manso em torno de 60% e do farelo em torno de 70%. Porém, um dos grandes problemas

encontrados nesse tipo de vegetal é a grande variabilidade que existe entre suas variedades.

## **2.5 Capim elefante (*Pennisetum purpureum*)**

O capim elefante foi introduzido no Brasil por volta de 1920, por meio de estacas trazidas dos Estados Unidos para o Rio Grande do Sul. Posteriormente, o Ministério da Agricultura promoveu sua distribuição nas diversas regiões do país, por meio de estacas trazidas de Cuba (Faria, 1993).

Originário da África, o *Pennisetum purpureum* SCHUM tornou-se conhecido pelo nome de seu descobridor, coronel Napier, embora possua outras denominações comuns empregadas nas diferentes regiões do país, como capim-elefante, napier, capim-gigante e capim cana-africana (Pereira, 1999).

A espécie é perene, possui crescimento cespitoso e rizomatoso, colmos eretos e cilíndricos, folhas compridas (30 a 120cm) e largas (2 a 4cm), inflorescência primária terminal do tipo panícula e perfilhos basais e aéreos. A planta pode chegar aos três metros de altura (Jacques, 1997). Apresenta diversas variedades ou cultivares diferenciados por caracteres agronômicos (Diz, 1994; Ocumpaugh & Sollenberger, 1995).

De acordo com Azevedo (1985), no Brasil são utilizadas várias espécies forrageiras, em decorrência, principalmente, das variações climáticas e edáficas que ocorrem, freqüentemente, proporcionando alterações no potencial forrageiro das mesmas. Porém, as forrageiras do grupo elefante apresentam adaptação favorável às condições de clima e solo em praticamente todo o território brasileiro, fazendo com que sejam utilizadas em larga escala, para a formação de capineiras e pastagens.

Ferreira (1973) afirmou que o capim napier (*Pennisetum purpureum* SCHUM), amplamente difundido por quase todo o Brasil central, apresenta

importante característica de alta produtividade por hectare/ano. No entanto, a maior parte da produção concentra-se na época chuvosa, quando a abundância de pasto dispensa o fornecimento de verde picado aos bovinos. Por isso, tem sido pesquisada a sua conservação na forma de silagem, incluindo tratamentos prévios que beneficiariam a qualidade da silagem resultante.

Entre as alternativas de suplementação com volumosos para bovinos no período da seca, Lima (1992) afirma que, na época em que a pastagem é escassa e apresenta baixo valor nutritivo, a silagem constitui um dos métodos mais importantes de conservação de forragem.

## **2.6 Ensilagem**

A ensilagem pode ser definida como um método de conservação de forragens baseado em fermentação láctica espontânea sob condição de anaerobiose (Stefanie et al., 2000).

Quando a forragem é ensilada sem a adição de produtos químicos, os preservativos que inibem mudanças microbianas e enzimáticas são unicamente os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação anaeróbica (Silveira, 1975).

Brady (1960) relatou que, em média, até 65% da proteína poderá ser desdobrada durante o processo de fermentação, principalmente em silagens com alta umidade.

De acordo com Ojeda, Esperance & Diaz (1990), os principais fatores que caracterizam a “ensilabilidade” de um material são: conteúdo de matéria seca, concentração de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados e capacidade tampão.

O alto teor de água, o baixo teor de carboidratos solúveis e alto poder tampão das forrageiras a serem ensiladas, são causas que induzem à ocorrências

de fermentações secundárias ou clostrídicas, mas são fatores perfeitamente controláveis (Boin, 1973).

De acordo com Breirem & Ulvesli (1960), o termo qualidade da silagem não é geralmente usado para denotar seu valor nutritivo, mas sim para descrever até que ponto o processo fermentativo ocorreu de maneira desejável.

Os parâmetros geralmente utilizados para critério de classificação das silagens são os ácidos orgânicos, o pH e o nitrogênio volátil como porcentagem do nitrogênio total. Por meio deles podem-se obter informações sobre transformações e perdas ocorridas durante o processo de fermentação (Silveira, 1975).

O principal objetivo na conservação de plantas forrageiras, sob fermentação natural, é alcançar condições de anaerobiose, minimizando perdas de nutrientes e evitando mudanças adversas na composição química da planta. Além disso, é necessário o adequado aporte de substrato na forma de carboidratos solúveis para suprir as bactérias lácticas (McDonald, Henderson & Heron, 1991).

Segundo Lima (1992), as principais limitações à ensilagem das cultivares do capim-elefante são: a alta umidade e baixos teores de carboidratos solúveis e de proteína bruta. E para minimização destes problemas pode ser realizada com a utilização de aditivos.

## **2.7 Aditivos na ensilagem**

McDonald, Henderson & Heron (1991) definiram aditivo como qualquer material adicionado à forragem no momento da ensilagem, apresentando como funções: a estimulação ou inibição da fermentação; inibição da deterioração aeróbica; fornecimento de nutrientes para melhorar o valor nutritivo da silagem; e redução das perdas de nutrientes por efluentes devido ao seu poder absorvente.

Corrêa & Pott (2001) afirmaram que os aditivos podem ser divididos em três categorias gerais: a) estimulantes da fermentação, como enzimas e inoculantes bacterianos; b) inibidores de fermentação, como ácidos orgânicos e inorgânicos; e c) substratos ou fontes de nutrientes, como melaço e uréia. Alguns substratos podem estar associados a mais de um efeito, como os que estimulam a fermentação, têm capacidade absorvente e também são fontes de nutrientes.

## **2.8 Qualidade da silagem**

De acordo com Vilela (1998), a qualidade de uma silagem é determinada por meio da eficácia do processo fermentativo, aferida a partir do pH, da concentração de ácidos orgânicos e do nitrogênio amoniacal (% do N total).

O valor de pH ideal, para que haja boa fermentação, deve ser entre 3,8 e 4,2. Valores superiores a esses seriam indicativos da presença de fermentação proteolítica, com produção de aminas e ácido butírico. E, juntamente com a produção do ácido butírico, ocorre a liberação de dióxido de carbono, fazendo com que o pH aumente (Woolford, 1984).

Nas forragens verdes, aproximadamente 80% do nitrogênio está na forma de proteína e o restante está na forma de nitrogênio não-protéico. O teor de nitrogênio em forma de amônia (N-NH<sub>3</sub>) é, geralmente, menor que 1% do nitrogênio total (McDonald, Henderson & Heron, 1991).

De acordo com Silveira (1975), elevados teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) estão associados à baixa qualidade da silagem, por causa da intensa degradação dos compostos protéicos. Silagens de boa qualidade apresentam concentrações de amônia inferiores a 10% do nitrogênio total (Muck, 1998).

O teor de matéria seca é um importante fator para a obtenção de uma silagem com um bom padrão de fermentação (McCullough, 1977). Esse autor sugeriu como faixa ideal para o teor de matéria seca entre 28 e 32%.

De acordo com McDonald (1981), um teor de matéria seca muito baixo favorece baixa pressão osmótica, proporcionando o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que desdobram açúcares em ácido butírico, ácido acético, amônia e gás carbônico, comprometendo a qualidade da silagem.

Outro fator que contribui para uma silagem de boa qualidade é o teor de carboidratos solúveis (Woolford, 1984). De acordo com esse autor, o teor deve ser de, no mínimo, 8 a 10% da matéria seca para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacillus*, responsáveis pela produção de ácido láctico, que provoca rápida redução do pH da silagem e inibe o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium*.

A qualidade da silagem também depende do poder tampão do material a ser ensilado. Esse parâmetro é definido como a capacidade que o material tem de resistir às mudanças de pH, sendo que, quanto maior o poder tampão, mais ácido deve ser produzido para abaixar o pH até níveis satisfatórios, para inibição das bactérias do gênero *Clostridium* (McDonald, Henderson & Heron, 1991).

## **2.9 Composição química dos alimentos**

Silva & Queiroz (2002), afirmaram que dentro da nutrição animal, a análise de alimentos é um dos principais pontos a serem observados. O objetivo da análise é conhecer a composição química dos alimentos e também verificar sua identidade e pureza (orgânica ou inorgânica).

Os métodos existentes propostos por Weende e Van Soest, fornecem informações suficientes para determinação da composição química dos alimentos (Silva & Queiroz, 2002).

## 2.10 Digestibilidade e digestibilidade “in vitro”

De acordo com Silva & Queiroz (2002), a digestibilidade dos alimentos é medida, nas diferentes espécies animais, conforme interesse do pesquisador e usando-se distintas técnicas de campo e de laboratório.

O coeficiente de digestibilidade é um parâmetro de grande importância para a determinação do valor nutritivo de um alimento, o qual pode ser influenciado por vários fatores, como distúrbios digestivos, nível de consumo, entre outros (Crurch & Pond, 1977).

Estudos de Conrad, Pratt & Hibbs (1964) e de Conrad (1966), determinaram a relação entre digestibilidade e consumo de matéria seca (MS) e concluíram que, com a digestibilidade em torno de até 65% ocorreria redução no consumo por apresentar uma regulação física. Esses autores mostraram ainda que com valores superiores a esse, a digestibilidade passaria a ser um fator de grande importância como promotor de consumo.

Van Soest (1994) observou que o consumo e a eficiência de utilização de energia, de determinado alimento variam entre os animais, sendo, portanto, mais fácil o estabelecimento de valores alimentares para a digestibilidade, ou seja, a digestibilidade tem sido utilizada como variável de qualidade, indicando a proporção do alimento que está apta a ser utilizada pelo animal.

Desenvolver e aplicar métodos de laboratório para determinar a composição e qualidade de um alimento ou nutriente é uma linha de pesquisa intensa, com grande sucesso nos últimos tempos. As metodologias *in vitro* se apresentam como alternativa aos métodos *in vivo* e *in situ*, os quais, normalmente, requerem maiores esforços em relação à mão-de-obra, infraestrutura e custos. Os métodos *in vitro* devem ser capazes de representar o processo de digestão que ocorre no rúmen, abomaso ou intestino para estimar quantitativamente a taxa e o grau de digestão, de forma semelhante ao que acontece *in vivo* (Berchielli et al., 2006).



A digestibilidade “in vitro” tem sido utilizada, extensivamente, nas análises de alimentos, já que apresenta uma alta correlação com a digestibilidade “in vivo” (Silva & Queiroz, 2002).

Uma das metodologias mais usadas, até hoje, é a proposta por Tilley & Terry (1963), ou técnica de dois estágios. No primeiro estágio, a amostra é incubada com inóculo ruminal e no segundo em solução ácida de pepsina. O resíduo representa a fração não degradada ou indigestível e, por diferença, é calculada a digestibilidade do alimento analisado.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e condições climáticas**

O trabalho foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situada no município de Lavras, sul de Minas Gerais, posicionada a 21° 14' de latitude sul e 45° 00' de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 918m. O clima, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cwa, tendo duas estações distintas: chuvosa (outubro a março), e seca (abril a setembro). A precipitação média anual é de 1529,7 mm e as temperaturas médias de máximas e mínimas são 26,1 e 14,8°C, respectivamente, com temperatura média anual de 19,4°C (Brasil, 1992).

### 3.2 Tratamentos

O experimento foi constituído de sete tratamentos, como descreve-se na Tabela 1.

**TABELA 1.** Tratamentos experimentais

---

<b>TRATAMENTOS EXPERIMENTAIS</b>
<b>T1 = ADICIONAL = 100% Capim elefante</b>
<b>T2 = 97% Capim elefante + 3% Torta de nabo forrageiro</b>
<b>T3 = 94% Capim elefante + 6% Torta de nabo forrageiro</b>
<b>T4 = 91% Capim elefante + 9% Torta de nabo forrageiro</b>
<b>T5 = 97% Capim elefante + 3% Torta de pinhão manso</b>
<b>T6 = 94% Capim elefante + 6% Torta de pinhão manso</b>
<b>T7 = 91% Capim elefante + 9% Torta de pinhão manso</b>

---

### 3.3 Co-produtos agroindustriais

Na confecção das silagens foram utilizadas tortas de nabo forrageiro e de pinhão manso resultantes da extração “a frio” de óleo para a produção de biodiesel.

A extração foi feita com a utilização de uma miniprensa mecânica, de aço inoxidável, modelo MPE-40 da Ecirtec LTDA., com capacidade para extração de 40 kg/h.

As tortas foram obtidas no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras - MG e o capim elefante obtido no Departamento de Zootecnia do Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba (CEFET-RP).

### **3.4 Preparo da silagem**

O capim elefante foi picado em picadeira eletromecânica, antes de ser ensilado. Já as tortas (de nabo forrageiro e de pinhão manso) não sofreram nenhum tipo de pré-processamento.

As tortas foram pesadas e misturadas manualmente ao capim elefante e o material foi ensilado em silos de PVC, com diâmetro de 10cm e altura de 60cm, adaptados com válvula tipo Bunsen e com capacidade aproximada de quatro quilos de silagem.

A compactação da massa ensilada foi realizada manualmente com barra de ferro e madeira e, após a total compactação, os silos foram fechados, vedados com fita adesiva, identificados com etiquetas e acondicionados em local sob proteção da luz solar e chuva.

Foram retiradas amostras de cada resíduo isoladamente, bem como de cada tratamento antes da ensilagem, sendo que parte foi conservada em congelador e outra foi para a estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, moída e armazenada em potes de plástico (devidamente identificados) para análises posteriores.

### **3.5 Condução do experimento**

O material permaneceu ensilado por 62 dias. Após esse período, os silos foram abertos e três amostras de cada um foram retiradas, tomando-se o cuidado

em desprezar as partes superiores e inferiores do material ensilado. Dessas amostras, uma foi pesada e seca em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas e as outras foram colocadas em sacos plásticos devidamente identificados e guardadas em congelador.

Uma amostra adicional de 250g de cada tratamento foi tomada para a extração do suco da silagem para a determinação do pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis.

### **3.6 Análises químicas**

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG.

As amostras secas foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 30mesh, armazenadas em potes plásticos devidamente identificados e encaminhadas ao laboratório.

As amostras dos co-produtos foram analisadas antes da ensilagem e nas silagens prontas, tendo sido realizadas determinações dos teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo conforme recomendações da Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C., 1990).

Fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, celulose e lignina foram determinados segundo técnicas descritas por Van Soest (1967).

O teor de hemicelulose foi calculado pela equação  $HC = FDN - FDA$  e o teor de MO calculado pela equação  $MO = MS - MM$ .

O teor de CNF foi calculado segundo a equação  $CNF = 100 - (FDN + PB + EE + MM)$ , proposta por Hall (2000).

O teor de nitrogênio amoniacal no suco da silagem foi obtido de acordo com Tosi (1973).

As medidas do pH foram feitas com o uso de um potenciômetro (Silva & Queiroz, 2002).

A digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) foi determinada segundo técnica descrita por Tilley & Terry (1963).

As determinações do poder tampão foram realizadas utilizando-se amostras do material original, de acordo com a técnica descrita por Playne & McDonald (1966).

Para a determinação de fósforo foi utilizada técnica de oxidimetria e na de Cálcio, colorimetria.

A determinação de ácidos graxos voláteis foi realizada no laboratório de nutrição animal da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, de acordo com técnica de cromatografia gasosa, com equipamento Shimadzu CG17 A.

### **3.7 Delineamento experimental e análises estatísticas**

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, em que os tratamentos estavam arrançados segundo um esquema de parcelas subdivididas no tempo (material original no dia 0 e silagens no dia 62). Os tratamentos de parcela seguiram um esquema fatorial 2 x 3 (2 tipos de torta - nabo e pinhão; 3 níveis de inclusão de torta - 3, 6, e 9%) mais 1 tratamento adicional (capim puro).

As análises para as variáveis MS, PTN, EE, MM, FDN, FDA, LIG, CEL e DIVMS seguiram o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \mu + a_i + e_{ij} + d_k + ad_{ik} + \varepsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

$y_{ijk}$  é o valor da variável dependente na j-ésima repetição do i-ésimo tratamento no k-ésimo tempo analisado, com  $j=1, 2, 3$ ;

$\mu$  é uma constante inerente a cada observação;

$a_i$  é o efeito do i-ésimo tratamento, com  $i = 1, \dots, 7$ ;

$e_{ij}$  é o erro experimental associado a parcela, considerado erro (a) da análise de variância, normalmente distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$ ;

$d_k$  é o efeito do k-ésimo tempo analisado, com  $k = 1, 2$ ;

$ad_{ik}$  é o efeito da interação do k-ésimo tempo analisado com o i-ésimo tratamento;

$\varepsilon_{ijk}$  é o erro experimental associado a subparcela, considerado erro (b) da análise de variância, normalmente distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$ ;

Para  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ .

$a_i = n_l + t_m + nt_{lm}$ , em que:

$n_l$  é o efeito do l-ésimo nível de inclusão de torta, com  $l = 1, 2, 3$ ;

$t_m$  é o efeito do m-ésimo tipo de torta, com  $m = 1, 2$ ;

$nt_{lm}$  é o efeito da interação do l-ésimo nível de inclusão de torta com o m-ésimo tipo de torta;

Para  $i = 7$ .

$a_i = g_n$ , em que:

$g_n$  é o efeito do tratamento adicional, com  $n = 1$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando rotinas do software Statistical Analysis System (SAS, 1999).

As médias da combinação dos fatores (níveis e tortas) foram comparadas à média do tratamento adicional, na parcela, por meio do teste F da análise de variância, com um nível nominal de significância de 5%, e na subparcela, quando interagidos com o tempo foram comparadas pelo teste de Scheffé.

O efeito dos tipos de torta, quando significativo, foi obtido pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5% e o efeito de níveis de inclusão de torta, quando significativos, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott com o mesmo nível de significância.

As análises das variáveis pH, nitrogênio amoniacal e poder tampão seguiram o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ij} = \mu + a_i + \varepsilon_{ij}, \text{ em que:}$$

$y_{ij}$  é o valor da variável dependente na j-ésima repetição que recebeu o i-ésimo tratamento, com  $j=1, 2, 3$ ;

$\mu$  é uma constante inerente a cada observação;

$a_i$  é o efeito do i-ésimo tratamento, com  $i=1, \dots, 7$ ;

$\varepsilon_{ij}$  é o erro experimental normalmente distribuído com média zero e variância  $\sigma^2$ ;

Para  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ .

$$a_i = n_l + t_m + nt_{lm}$$

$n_l$  é o efeito do l-ésimo nível de inclusão de torta, com  $l = 1, 2, 3$ ;

$t_m$  é o efeito do m-ésimo tipo de torta, com  $m = 1, 2$ ;

$nt_{lm}$  é o efeito da interação do l-ésimo nível de inclusão de torta com o m-ésimo tipo de torta;

Para  $i = 7$ .



$a_i = g_n$ , em que:

$g_n$  é o efeito do tratamento adicional, com  $n = 1$

Os dados, como nas outras variáveis, foram submetidos à análise de variância utilizando rotinas do software Statistical Analysis System (SAS, 1999).

As médias da combinação dos fatores (níveis e tortas) foram comparadas à média do tratamento adicional por meio do teste F da análise de variância, com um nível nominal de significância de 5%.

O efeito dos tipos de torta, quando significativo, foi obtido pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5% e o efeito de níveis de inclusão de torta, quando significativos, tiveram suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, com o mesmo nível de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição bromatológica dos co-produtos, misturas antes de ensilar e silagens

Os resultados das análises bromatológicas, da digestibilidade *in vitro* e do poder tampão do material original e das misturas, amostrados no momento da ensilagem, encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Os resultados das análises bromatológicas, digestibilidade *in vitro*, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e pH das silagens são apresentados na Tabela 4.

**TABELA 2.** Médias da composição bromatológica, digestibilidade e poder tampão dos co-produtos utilizados na ensilagem

Variável	Co-produtos	
	TNF <sup>1</sup>	TPM <sup>2</sup>
MS (%) <sup>3</sup>	92,83	92,96
MO (%)	84,65	87,23
PB (%MS)	31,62	17,44
EE (%MS)	26,02	27,54
FDN (%MS)	21,71	47,62
FDA (%MS)	13,71	37,77
HC (%MS)	8,00	9,85
CEL (%MS)	12,05	37,32
LIG (%MS)	3,74	3,64
NIDN (%N Total)	32,44	50,22
NIDA (%N Total)	24,36	32,85
MM (%MS)	8,18	5,73
CNF (% MS)	12,47	1,67
Ca (% MS)	0,31	0,40
P (%MS)	0,67	0,64
DIVMS (%)	66,66	51,07
PT <sup>4</sup>	16,70	18,42

<sup>1</sup> Torta de nabo forrageiro; <sup>2</sup> Torta de pinhão manso; <sup>3</sup> Com base na matéria natural; <sup>4</sup> Poder tampão (eq.mg NaOH/100g MS).

Os valores de MS da TNF e TPM (92,83 e 92,96%, respectivamente) são indicativos de que as sementes de nabo forrageiro e de pinhão manso passam pelo processo de extração de óleo, com uma concentração muito baixa de água. Valores semelhantes são encontrados em tortas de outras plantas oleaginosas como: 91,45% na torta de babaçu (Souza, Camarão & Rego, 2000); 91,87% na torta de mamona (Costa et al., 2004) e 92,43% para torta de girassol (Costa et al., 2005).

Os valores de PB de 31,62% na TNF e de 17,44% na TPM indicam que, principalmente o primeiro co-produto, tem potencial para ser utilizado como substituto de fontes protéicas utilizadas na formulação de rações.

As elevadas concentrações de EE nas tortas (26,02% e 27,54% respectivamente) se devem, provavelmente, à ineficiência do processo de extração mecânica do óleo. Trabalhando com tortas de mamona e amendoim, Evangelista et al. (2004), encontraram valor médio de 21,44% de EE. Esses autores, comparando diferentes métodos de extração do óleo (por solvente e mecânica), concluíram que o método de extração mecânica foi o menos eficiente. O valor de FDN para TPM (47,62%), é semelhante ao encontrado por Evangelista et al. (2004), quando estudaram a torta de mamona nativa (46,18%). Já na TNF o valor observado (21,71 % de FDN) foi inferior ao de muitas tortas estudadas, como a de girassol, que apresentou valor de FDN de 38,3%, segundo Oliveira et al. (2007). O aumento progressivo no teor de FDN pode acarretar em redução na ingestão da matéria seca em razão do efeito físico de enchimento do rúmem pelo material excessivamente fibroso, reduzindo a taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo (Resende et al., 1994). Os valores encontrados neste experimento indicam que não causarão redução no consumo de alimentos, uma vez que os valores de FDN encontrados nas tortas, principalmente na TNF (21,71%) são considerados baixos.

Na TPM, o valor de FDA (37,62%) foi semelhante a aditivos já utilizados na ensilagem de capim, como a casca de café, que apresenta 39,85%, segundo Souza et al. (2003). O valor de FDA da TNF (13,71%) apresentou-se menor que a de outras tortas já estudadas, como a de mamona cultivar guarani e a de amendoim, que apresentaram 30,03 e 19,32% de FDA, respectivamente (Evangelista et al., 2004).

Em relação aos valores de FDA, Van Soest (1994) relatou que um teor elevado dessa fração dificulta a fragmentação do alimento e sua digestão. De acordo com Tomlinson, James & McGilliard (1991), teores de FDA abaixo de 20% e de FDN menores que 30% afetam negativamente o consumo de MS em bovinos, em função de mecanismos metabólicos. E teores acima de 25 e 40% para FDA e FDN, respectivamente, começam a limitar o consumo de MS, devido ao fator físico de enchimento.

Os valores de lignina na TNF (3,74%) na TPM (3,64%) são considerados baixos quando comparados com outros co-produtos como, por exemplo, a torta de girassol, que apresenta 8,7% de lignina em sua composição (Oliveira et al., 2007). A lignina, de acordo com Van Soest (1967), é uma fração de baixa solubilidade e está relacionada diretamente com a menor digestão das outras frações fibrosas das plantas, sendo assim, é pouco provável que o teor de lignina, contido nos co-produtos estudados, prejudique o aproveitamento das frações fibrosas pelos animais.

Os valores encontrados de NIDA (24,36 e 32,85%) e NIDN (32,44 e 50,22%) em função do nitrogênio total, na TNF e na TPM, respectivamente, foram superiores aos encontrados por Oliveira et al. (2006), quando trabalharam com a torta de mamona (6,8% de NIDA e 12,5% de NIDN).

De acordo com Silva & Queiroz (2002), o NIDA e o NIDN podem estar presentes naturalmente nas plantas e podem ser uma estimativa dos danos causados pelo calor, durante o armazenamento ou processamento, sendo que o

nitrogênio de amostras aquecidas excessivamente é normalmente indisponível para os animais. As tortas estudadas não sofreram nenhum tipo de processamento prévio e foram analisadas logo que as sementes foram prensadas, sendo assim, os teores de NIDA e NIDN das tortas não devem ter sido alterados por este fator.

Com relação à MM, os valores encontrados nas TNF e TPM (8,18 e 5,73%, respectivamente) foram superiores aos encontrados nas tortas de girassol (3,9%) e menores que em outros ingredientes utilizados como concentrados protéicos, como o farelo de soja, que apresentou 10,20% de MM (Oliveira et al., 2007).

Os teores de Ca e P encontrados na TNF (0,31 e 0,67%) e na TPM (0,40 e 0,64%), respectivamente, foram semelhantes aos valores encontrados por Costa et al. (2005), estudando a torta de girassol, que foram de 0,35% para Ca e 0,70% para P.

A DIVMS obtida na TNF foi de 66,66%, valor superior ao da TPM (51,07%). Essa diferença, provavelmente, seja em razão dos maiores valores de FDA, encontrados na segunda torta. Outro fator que pode contribuir para a menor digestibilidade da TPM é a presença de fatores antinutricionais, como ésteres de forbol (Aderibigbe et al., 1997).

Os valores de DIVMS obtidos neste estudo, para TPM e TNF, foram menores que os encontrados em ingredientes protéicos já utilizados, como o farelo de algodão, que apresenta 70,5% (Ezequiel, Soares & Seixas, 2001), o que era de se esperar, já que os materiais estudados se tratam de fontes alternativas.

**TABELA 3.** Médias da composição bromatológica, digestibilidade in vitro e poder tampão do capim elefante e das misturas desse com os co-produtos, antes da ensilagem (...continua...)

Variável	CE <sup>1</sup>	Níveis de adição (%)	Misturas	
			CE +TNF <sup>2</sup>	CE +TPM <sup>3</sup>
MS (%)	21,27	3	23,95	24,05
		6	27,25	25,74
		9	34,40	26,41
PB (% MS)	6,74	3	11,58	9,49
		6	13,84	10,47
		9	16,63	13,92
EE (% MS)	4,76	3	6,52	6,66
		6	8,18	6,79
		9	11,25	8,40
FDN (% MS)	77,83	3	60,24	63,77
		6	56,04	64,06
		9	47,91	53,13
FDA (% MS)	49,30	3	38,77	42,69
		6	38,09	42,51
		9	28,65	37,78
HC (% MS)	28,53	3	21,47	21,08
		6	17,95	21,55
		9	19,26	15,35
CEL (% MS)	46,58	3	33,72	40,26
		6	33,72	39,04
		9	28,18	36,09
LIG (% MS)	9,73	3	9,71	9,88
		6	8,50	8,93
		9	7,66	8,67
NIDN (% NT)	36,48	3	26,89	26,53
		6	25,79	31,71
		9	22,13	23,42
NIDA (% NT)	17,81	3	8,07	13,37
		6	8,30	11,39
		9	8,36	9,55
MM (% MS)	13,87	3	13,37	12,90
		6	13,54	13,68
		9	13,08	12,51

**TABELA 3. Cont.**

<b>DIVMS (%)</b>	55,17	3	51,58	47,70
		6	49,11	47,05
		9	48,41	41,89
<b>Ca (%)</b>	0,27	3	0,31	0,37
		6	0,31	0,39
		9	0,35	0,40
<b>P (%)</b>	0,27	3	0,37	0,35
		6	0,43	0,40
		9	0,48	0,49
<b>PT<sup>4</sup></b>	34,33	3	28,71	29,23
		6	22,36	27,46
		9	19,48	28,28

<sup>1</sup> Capim elefante; <sup>2</sup> Capim elefante com torta de nabo forrageiro; <sup>3</sup> capim elefante com torta de pinhão manso; <sup>4</sup> Poder tampão (eq.mg NaOH/100g MS).

**TABELA 4.** Médias da composição bromatológica, digestibilidade, nitrogênio amoniacal e pH das silagens de capim elefante e das misturas do capim elefante com os co-produtos (...continua...)

Variável	SCE <sup>1</sup>	Níveis de adição (%)	Silagens	
			SCE + TNF <sup>2</sup>	SCE + TPM <sup>3</sup>
<b>MS (%)</b>	22,08	3	21,98	22,34
		6	25,66	25,12
		9	27,52	24,71
<b>PB (%)</b>	7,01	3	10,11	8,27
		6	10,45	8,59
		9	12,10	9,17
<b>EE (%)</b>	4,22	3	7,11	6,44
		6	8,85	7,34
		9	11,44	10,13
<b>FDN (% MS)</b>	71,75	3	62,36	65,71
		6	59,31	63,67
		9	52,18	60,17

**TABELA 4. Cont.**

<b>FDA (% MS)</b>	42,41	3	42,02	43,54
		6	38,68	42,75
		9	33,74	40,10
<b>HC (% MS)</b>	29,34	3	20,34	22,17
		6	20,63	20,92
		9	18,44	20,07
<b>CEL (% MS)</b>	43,42	3	37,37	42,74
		6	36,04	41,28
		9	31,00	40,97
<b>LIG (% MS)</b>	9,32	3	8,82	6,90
		6	8,20	8,03
		9	7,12	7,07
<b>NIDN (% NT)</b>	31,39	3	28,28	25,80
		6	27,56	25,65
		9	22,11	22,42
<b>NIDA (% NT)</b>	10,66	3	8,68	12,93
		6	9,05	11,63
		9	6,90	10,35
<b>MM (% MS)</b>	13,49	3	13,46	12,86
		6	13,27	12,93
		9	12,45	12,05
<b>DIVMS (%)</b>	49,38	3	45,20	41,71
		6	45,00	39,21
		9	41,08	30,61
<b>Ca (%)</b>	0,30	3	0,32	0,35
		6	0,30	0,36
		9	0,29	0,42
<b>P (%)</b>	0,24	3	0,36	0,32
		6	0,41	0,38
		9	0,43	0,43
<b>N-NH3 (% NT)</b>	5,94	3	4,18	9,83
		6	5,36	5,02
		9	5,48	15,36
<b>pH</b>	4,19	3	3,91	4,41
		6	3,85	4,12
		9	3,81	5,16

<sup>1</sup> Silagem de capim elefante; <sup>2</sup> Silagem de capim elefante com torta de nabo forrageiro; <sup>3</sup> Silagem de capim elefante com torta de pinhão manso.



## 4.2 Teores de matéria seca (MS)

Apesar de ter sido encontrada diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre as médias da combinação dos fatores níveis e tortas e a do tratamento adicional (capim puro), no material original, quanto ao teor de MS (%), não foi encontrada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as silagens de capim puro e as contendo os co-produtos, nos níveis estudados (Tabela 5).

**TABELA 5.** Valores médios de matéria seca (%) do material original e das silagens para as combinações entre os fatores níveis e tortas e do capim puro

Tempo	Níveis*tortas	Capim	Estimativa do contraste	Nível de significância <sup>1</sup>
Material original (d 0)	26,97	21,28	5,69	0,001
Silagem (d 62)	24,55	22,07	2,48	0,392

<sup>1</sup> Segundo teste Scheffé.

Houve perda ( $P < 0,05$ ) de MS nas silagens quando comparadas com o material original (Tabela 6). Essa perda pode ter sido consequência do consumo de carboidratos solúveis pelas bactérias do gênero *Lactobacillus* (Woolford, 1984).

**TABELA 6.** Valores médios de matéria seca (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados

<b>Tempo</b>	<b>MS<sup>1</sup></b>
Material original (d 0)	26,97 a
Silagem (d 62)	24,55 b
Erro-padrão da média	0,39

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Nas silagens contendo TNF, houve efeito ( $P < 0,05$ ) do aumento do nível de inclusão sobre o teor de MS, sendo que quanto maior o nível, maior o teor de MS obtido na silagem. Isso pode estar relacionado com os elevados teores de MS, obtidos na TNF (92,83%). Efeito semelhante foi encontrado por Gonçalves et al. (2004) quando incluíram subprodutos do processamento da acerola e goiaba, com teores de MS de 87,11 e 88,80%, respectivamente. Esses autores observaram aumentos significativos nos teores de MS, quando confeccionaram silagens de capim elefante contendo 0, 5, 10, 15 e 20% desses subprodutos.

Houve diferença entre os teores de MS nas silagens contendo TPM entre os níveis de inclusão 3% e os níveis 6% e 9%, os quais não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre si (Tabela 7).

A capacidade dos dois co-produtos em elevar o teor de MS das silagens foi semelhante ( $P < 0,05$ ) para os níveis de inclusão 3 e 6%. Já no nível 9%, a TNF se mostrou mais eficiente que a TPM (30,96% e 25,56%, respectivamente). Aqui pode ser observada a significância ( $P < 0,05$ ) da interação entre tipos de silagem e níveis de inclusão dos co-produtos.

**TABELA 7.** Valores médios de Matéria Seca (%) das silagens contendo os dois co-produtos, em função das tortas e dos níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Silagens <sup>1</sup>		Média (erro padrão)
	CE + TNF <sup>1</sup>	CE + TPM <sup>1</sup>	
3	22,97 (0,62) Ac	23,19 (0,62) Ab	23,08 (0,44) c
6	26,45 (0,62) Ab	25,43 (0,62) Aa	25,94 (0,44) b
9	30,96 (0,62) Aa	25,56 (0,62) Ba	28,26 (0,44) a
Média (erro padrão)	26,79 (0,36) A	24,73 (0,36) B	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

#### 4.3 Teores de proteína bruta (PB)

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) nos teores de PB entre a combinação dos fatores: tortas e níveis e o tratamento adicional, tanto no material original, como nas silagens (Tabela 8), indicando que houve aumento nos teores de PB quando foram adicionadas as tortas nos diferentes níveis.

**TABELA 8.** Valores médios de proteína bruta (%), do material original e das silagens, para as combinações entre os fatores níveis e tortas e do capim puro

Tempo	Níveis*tortas	Capim	Estimativa do contraste	Nível de significância <sup>1</sup>
Material original (d 0)	12,70	6,74	5,96	<0,001
Silagem (d 62)	9,78	7,01	2,77	<0,001

<sup>1</sup> Segundo teste Scheffé

Houve diminuição ( $P < 0,05$ ) nos teores de PB quando comparados o material original e a silagem (Tabela 9). Isso pode ter sido causado por proteólise indesejável enquanto o material permaneceu ensilado (Muck, 1998).

Nas silagens contendo os co-produtos foi observado um incremento ( $P < 0,05$ ) nos teores de PB, quando os níveis de inclusão foram aumentados para 9%, não sendo observada diferença entre os níveis 3 e 6% (Tabela 9). Ferreira et al. (2004) observaram aumento semelhante no teor de PB quando acrescentaram até 48% de bagaço de caju (com 14,2% de PB) às silagens de capim elefante.

**TABELA 9.** Valores médios de proteína bruta (%) do material original e das silagens, em função do tempo e dos níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Material original (d 0) <sup>1</sup>	Silagem (d 62) <sup>1</sup>	Média (erro padrão)
3	10,67 (0,20) Ac	9,19 (0,20) Bb	9,93 (0,15) c
6	12,16 (0,20) Ab	9,52 (0,20) Bb	10,84 (0,15) b
9	15,28 (0,20) Aa	10,64 (0,20) Ba	12,96 (0,15) a
Média (erro padrão)	12,70 (0,10) A	9,78 (0,10) B	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Todos os tratamentos apresentaram valores médios de PB superiores a 6%, que de acordo com Van Soest (1994), é o limite mínimo (como % da dieta total) para que não ocorra diminuição no consumo de matéria seca.

Quando as silagens foram comparadas, observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre as que continham TNF e as com TPM, quanto aos teores de PB, sendo que as primeiras apresentaram valores maiores desse nutriente (Tabela 10). Isso se deve à superioridade da TNF em relação à TPM, quando se avalia os teores de PB (31,62 e 17,44%, respectivamente).

**TABELA 10.** Valores médios de proteína bruta (%) das silagens, em função das tortas estudadas

<b>Tortas</b>	<b>PB<sup>1</sup></b>
Silagens com TNF (d 62)	12,50 a
Silagens com TPM (d 62)	9,98 b
Erro-padrão da média	0,13

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

#### **4.4 Teores de Extrato Etéreo (EE)**

Houve aumento ( $P < 0,05$ ) no teor de EE em razão do processo de ensilagem (Tabela 11). Isso pode ter ocorrido pela diminuição nos teores de outras frações, como por exemplo, a PB.

**TABELA 11.** Valores médios de extrato etéreo (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados

<b>Tempo</b>	<b>MS<sup>1</sup></b>
Material original (d 0)	7,97 b
Silagem (d 62)	8,55 a
Erro-padrão da média	0,15

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Foi encontrada diferença ( $P < 0,05$ ) nos teores de EE entre o tratamento adicional e a combinação dos fatores (níveis e tortas), mostrando que os teores de EE (%) aumentaram em função da adição de TNF e TPM, nos níveis estudados (Tabela 12).

**TABELA 12.** Valores médios de extrato etéreo (%) das silagens, em função do tratamento adicional e das combinações entre os fatores níveis e tortas

Variável	Capim <sup>2</sup>	Níveis*tortas <sup>2</sup>
EE	4,99 B	8,26 A

<sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F, com um nível nominal de significância de 5%.

Foi observada interação ( $P < 0,05$ ) entre os tipos de torta e os níveis de inclusão destes co-produtos em relação ao teor de EE.

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as silagens contendo TNF e TPM, no nível de inclusão 3%, quanto ao teor de EE (Tabela 13). Nas silagens contendo os níveis 6 e 9% dos co-produtos, diferenças ( $P < 0,05$ ) foram observadas, sendo que o valor médio de EE mais alto foi observado nas silagens contendo TNF, no nível 9%.

Nas silagens contendo TNF foi observado um incremento significativo ( $P < 0,05$ ) nos teores de EE em função dos níveis de inclusão. Já nas silagens contendo TPM esse incremento só foi observado no nível 9% quando comparado aos demais níveis, que não foram diferentes entre si ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 13.** Valores médios de Extrato Etéreo (%) das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Silagens <sup>1</sup>		Média (erro padrão)
	CE + TNF <sup>1</sup>	CE + TPM <sup>1</sup>	
3	6,82 (0,20) Ac	6,55 (0,20) Ab	6,68 (0,14) c
6	8,51 (0,20) Ab	7,07 (0,20) Bb	7,79 (0,14) b
9	11,35 (0,20) Aa	9,27 (0,20) Ba	10,31 (0,14) a
Média (erro padrão)	8,89 (0,12) A	7,63 (0,12) B	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

As médias de EE (%) das silagens contendo as tortas foram superiores a 5%, valor a partir do qual poderia limitar o consumo de matéria seca e diminuir a taxa de degradação da fibra, se tomado como porcentagem da dieta total (Palmquist, 1994).

#### 4.5 Teores de matéria mineral (MM)

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os teores de MM do tratamento adicional quando comparado às combinações entre os fatores níveis e tortas, mostrando que os teores de MM foram diminuídos com a adição de TNF e TPM (Tabela 14). Isso ocorreu em razão dos valores de MM das TNF e TPM (8,18 e 5,73%, respectivamente) serem menores que os obtidos no capim elefante (13,87%).

**TABELA 14.** Valores médios de matéria mineral (%) das silagens, em função do tratamento adicional e da combinação entre os fatores (níveis e tortas)

Variável	Capim <sup>1</sup>	Níveis*tortas <sup>1</sup>
MM	13,68 A	13,01 B

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F, com um nível nominal de significância de 5%.

Quando as médias dos valores de MM das silagens contendo TNF e TPM foram comparadas, foi observada diferença ( $P < 0,05$ ) entre elas, sendo que as silagens contendo TNF apresentaram valores superiores aos das contendo TPM (Tabela 15). Isso se deve ao menor teor de MM, presente na TPM (5,73%).

**TABELA 15.** Valores médios de Matéria Mineral (%) das silagens, em função das tortas estudadas

Tortas	MM <sup>1</sup>
Silagem com TNF (d 62)	13,19 a
Silagem com TPM (d 62)	12,82 b
Erro-padrão da média	0,06

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) nos valores de MM do material original e das silagens nos níveis 6 e 9% de inclusão de TNF e TPM. Já no nível 3% de inclusão, não houve diferença ( $P < 0,05$ ) durante o processo de armazenamento (Tabela 16).

Não houve diferença entre o nível 3 e 6% de inclusão das tortas na silagem de capim elefante. Porém, quando se aumentou o nível de 6 para 9% foi observado efeito ( $P < 0,05$ ). Isso demonstra que, nesse nível, foi possível diminuir o teor de MM das silagens.



As inferências com relação à MM das silagens são limitadas pela falta de um estudo detalhado sobre o perfil de minerais contidos nessa fração.

**TABELA 16.** Valores médios de matéria mineral (%) do material original e das silagens, em função do tempo e níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Mateiral original (d 0) <sup>1</sup>	Silagem (d 62) <sup>1</sup>	Média (erro padrão)
3	13,12 (0,10) Ab	13,16 (0,10) Aa	13,14 (0,14) a
6	13,61 (0,10) Aa	13,10 (0,10) Ba	13,36 (0,14) a
9	12,79 (0,10) Ac	12,25 (0,10) Bb	12,52 (0,14) b
Média (erro padrão)	13,17 (0,05) A	12,83 (0,05) B	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

#### 4.6 Teores de fibra em detergente neutro (FDN)

Quando avaliada a variável FDN, observa-se que os valores obtidos nas silagens contendo TNF e TPM (Tabela 17) indicam que a média do tratamento adicional é superior ( $P < 0,05$ ) às médias da combinação dos fatores níveis e tortas. Sendo assim, pode-se inferir que houve efeito da inclusão das tortas, nos níveis estudados, na diminuição da FDN das silagens.

**TABELA 17.** Valores médios de FDN (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional

<b>Tempo</b>	<b>Níveis*tortas</b>	<b>Capim</b>	<b>Estimativa do contraste</b>	<b>Nível de significância<sup>1</sup></b>
Material original (d 0)	57,53	77,63	-20,10	<0,001
Silagem (d 62)	60,57	77,15	-11,18	<0,001

<sup>1</sup> Segundo teste Scheffé

Nas silagens contendo TNF, houve efeito ( $P < 0,05$ ) do aumento dos níveis de inclusão na diminuição dos teores de FDN, sendo que foram encontrados valores menores quando foram incluídos 9% da torta (Tabela 18). Resultados semelhantes a esses foram encontrados por Neiva et al. (2006), quando acrescentaram o subproduto da indústria do maracujá (56,4% de FDN) ao capim elefante, nos níveis 0; 3,5; 7; 10,5 e 14%, no momento da ensilagem.

Já nas silagens com TPM houve diferença ( $P < 0,05$ ) apenas quando 9% da torta foram misturados ao capim, sendo que os níveis de inclusão 3 e 6% não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) entre si.

As médias dos teores de FDN nas silagens contendo TPM foram superiores ( $P < 0,05$ ) às encontradas nas silagens contendo TNF. Isso se deve ao maior valor da fração FDN, contida na TPM (47,62%).

**TABELA 18.** Valores médios de FDN (%) do material original e das silagens em função das tortas e dos níveis de inclusão nos tempos estudados

Tempo	Tortas <sup>2</sup>	Níveis (%) <sup>1</sup>			Erro padrão
		3	6	9	
Material original (d 0)	CE + TNF	60,24 Ab	56,04 Bb	47,91 Cb	0,75
	CE + TPM	63,78 Aa	64,06 Aa	53,13 Ba	
	Erro Padrão	0,75			
Silagem (d 62)	CE + TNF	62,36 Ab	59,31 Bb	52,18 Cb	0,75
	CE + TPM	65,71 Aa	63,67 Aa	60,17 Ba	
	Erro Padrão	0,75			

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada combinação (Tempo-Níveis), não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Comparando as médias dos teores de FDN do material antes de ensilar e das silagens, pode-se observar que não há diferença ( $P > 0,05$ ) dos materiais no nível 3% de inclusão de ambas as tortas e para o nível 6% de inclusão de TPM (Tabela 19). Já nas silagens contendo TNF no nível 6% e naquelas contendo as tortas no nível 9%, observa-se diferença, indicando que o teor de FDN foi aumentado ( $P < 0,05$ ) com a ensilagem desses materiais, nesses níveis.

A interação entre níveis de inclusão e tortas foi significativa ( $P < 0,05$ ), indicando que as tortas possuem características diferenciadas, nos níveis estudados nesse experimento.

**TABELA 19.** Valores médios de FDN (%) do material original e das silagens em função dos tempos, das tortas e dos níveis de inclusão

Níveis (%)	Tortas	Material original (d 0) <sup>1</sup>	Silagem (d 62) <sup>1</sup>	Erro padrão
3	CE + TNF	60,24 A	62,26 A	0,74
	CE + TPM	63,78 A	65,71 A	0,74
6	CE + TNF	56,04 B	59,31 A	0,74
	CE + TPM	64,06 A	63,67 A	0,74
9	CE + TNF	47,91 B	52,18 A	0,74
	CE + TPM	53,13 B	60,17 A	0,74

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Todos os valores médios de FDN encontrados nas silagens estão acima de 40%, valor que, de acordo com Tomlinson, James & McGilliard (1991), começaria a limitar o consumo de matéria seca por causa do fator físico de enchimento ruminal. Porém, quando se misturou TNF e TPM o valor de PDN das silagens melhorou significativamente quando comparamos com a silagem exclusivamente de capim (71,75% de FDN).

#### **4.7 Teores de fibra em detergente ácido (FDA)**

As médias de FDA obtidas nas silagens contendo TNF e TPM (Tabela 20) indicam que a média do tratamento adicional é superior ( $P < 0,05$ ) à média da combinação dos fatores níveis e tortas. Sendo assim, pode-se concluir que houve efeito da inclusão das tortas na diminuição dos teores de FDA das silagens.

**TABELA 20.** Valores médios de FDA (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional

<b>Tempo</b>	<b>Níveis*tortas</b>	<b>Capim</b>	<b>Estimativa do contraste</b>	<b>Nível de significância<sup>1</sup></b>
Material original (d 0)	38,08	49,30	-11,22	<0,001
Silagem (d 62)	40,14	47,41	-7,27	<0,001

<sup>1</sup> Segundo teste de Scheffé

A interação entre os tipos de torta utilizados e os níveis de inclusão foi significativa, como acontecido na variável FDN.

Os valores de FDA das silagens contendo TPM foram superiores ( $P < 0,05$ ) aos das silagens com TNF (Tabela 12). Esse fato se deve à maior concentração de FDA na TPM (37,77%).

Com a inclusão gradual de TNF ao capim elefante, observou-se diminuição ( $P < 0,05$ ) nos teores de FDA das silagens (Tabela 21). Já nas silagens contendo TPM, esse efeito só foi observado quando se elevou o nível de inclusão para 9%, sendo que os níveis 3 e 6% não foram suficientes para que houvesse diminuição no teor de FDA, o que pode estar relacionado ao fato de que não há grande diferença entre os teores de FDA do capim elefante e da TPM (49,30 e 37,77%, respectivamente).

**TABELA 21.** Valores médios de FDA (%) das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Silagens <sup>1</sup>		Média (erro padrão)
	CE + TNF	CE + TPM	
3	40,39 (0,63) Ba	43,12 (0,63) Aa	41,76 (0,44) a
6	38,38 (0,63) Bb	42,63 (0,63) Aa	40,51 (0,44) a
9	31,19 (0,63) Bc	38,94 (0,63) Ab	35,07 (0,44) b
Média (erro padrão)	36,66 (0,36) B	41,56 (0,36) A	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre as médias de FDA obtidas no material original e nas silagens contendo TNF (Tabela 22), mostrando que o teor de FDA neste material foi alterado durante o processo de ensilagem. Já nos tratamentos que receberam TPM não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 22.** Valores médios de FDA (%) do material original e das silagens, em função das tortas e tempos

Tempo <sup>2</sup>	CE + TNF <sup>1</sup>	CE + TPM <sup>1</sup>
Material original (d 0)	35,17 (0,48) Bb	40,99 (0,48) Aa
Silagem (d 62)	38,14 (0,48) Ba	42,13 (0,48) Aa

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Houve decréscimo ( $P < 0,05$ ) nos teores de FDA das silagens contendo as tortas quando se aumentou o nível de inclusão das mesmas (Tabela 23). Isso se deve ao teor médio das TNF e TPM ser menor que o teor de FDA encontrado no capim puro (25,74 e 49,30%), respectivamente.

**TABELA 23.** Valores médios de FDA (%) do material original e das silagens, em função do tempo e dos níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Material original (d 0) <sup>1</sup>	Silagem (d 62) <sup>1</sup>
3	40,73 (0,59) Bb	42,78 (0,59) Aa
6	40,30 (0,59) Aa	40,72 (0,59) Ab
9	33,21 (0,59) Ba	36,92 (0,59) Ac
Média (erro padrão)	38,08 (0,32) B	40,14 (0,32) A

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Todos os valores médios de FDA (%) encontrados neste estudo, foram superiores a 25%, considerado por Tomlinson, James & McGilliard (1991) como limite máximo para que o consumo de matéria seca não seja deprimido. Porém, pode-se observar que os valores médios de FDA dos tratamentos onde houve inclusão de TNF e TPM foram significativamente menores que o valor de FDA obtido na silagem de capim puro (42,41%).

#### **4.8 Teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN)**

Os resultados observados neste experimento (Tabela 24) indicam que a média dos valores de NIDN no tratamento adicional (capim puro) são estatisticamente superiores às médias da combinação dos fatores níveis e tortas. Isso mostra que existe uma diminuição significativa dessa fração quando se adicionam as tortas, nos diferentes níveis de inclusão.

**TABELA 24.** Valores médios de NIDN (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional

Tempo	Níveis*tortas	Capim	Estimativa do contraste	Nível de significância <sup>1</sup>
Material original (d 0)	26,08	36,48	-10,40	<0,001
Silagem (d 62)	25,30	31,39	-6,09	0,020

<sup>1</sup> Segundo teste Scheffé

Houve efeito dos níveis de inclusão das tortas sobre o NIDN das silagens (Tabela 25), sendo que o menor valor médio foi encontrado na silagem com 9% de torta (22,53%). Os menores níveis de inclusão (3 e 6%) não foram diferentes entre si ( $P>0,05$ ).

Os resultados obtidos neste experimento foram diferentes dos obtidos por Ferreira et al. (2004), os quais ensilaram o capim elefante (29,2% de NIDN) com 0; 3,5; 7; 10,5 e 14% de subprodutos da indústria do caju (51,2% de NIDN) e obtiveram aumento significativo nos teores médios de NIDN nas silagens.

**TABELA 25.** Valores médios de NIDN (%) das silagens, em função dos níveis de inclusão estudados

Níveis (%)	NIDN <sup>1</sup>
3	26,88 a
6	27,68 a
9	22,53 b
Erro-padrão da média	0,77

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.



Nas silagens contendo TNF não houve mudança ( $P>0,05$ ) nos valores médios de NIDN, durante o processo de armazenagem. As silagens contendo TPM observou-se que elas, depois de abertos os silos, apresentaram teores menores de NIDN que no material original (Tabela 26).

Os valores médios encontrados nas silagens com TNF foram superiores ( $P<0,05$ ) aos encontrados nas contendo TPM (Tabela 26). Esse resultado é inesperado, sendo que a TNF apresenta menores teores de NIDN na sua composição, quando comparada com a TPM (32,44 e 50,22, respectivamente).

**TABELA 26.** Valores médios de NIDN (%) do material original e das silagens, em função das tortas e dos tempos

Tempo <sup>2</sup>	CE + TNF <sup>1</sup>	CE + TPM <sup>1</sup>	Média (erro padrão)
Material original (d 0)	24,94 (0,77) Ba	27,22 (0,63) Aa	26,08 (0,45) a
Silagem (d 62)	25,98 (0,77) Aa	24,62 (0,63) Bb	25,30 (0,45) a
Média (erro padrão)	25,46 (0,64) A	25,92 (0,64) A	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

#### 4.9 Teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA)

Para variável NIDA, os resultados encontrados nas silagens (Tabela 27) indicam que a média do tratamento adicional é equivalente ( $P>0,05$ ) às médias da combinação dos fatores níveis e tortas. Sendo assim, pode-se inferir que não houve efeito do tempo de permanência do material nos silos sobre os teores de NIDA.

**TABELA 27.** Valores médios de NIDA (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional

<b>Tempo</b>	<b>Níveis*tortas</b>	<b>Capim</b>	<b>Estimativa do contraste</b>	<b>Nível de significância<sup>1</sup></b>
Material original (d 0)	9,84	17,81	-7,97	<0,001
Silagem (d 62)	9,82	10,66	-0,74	0,986

<sup>1</sup> Segundo teste Scheffé

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) de níveis de inclusão sobre teores de NIDA nas silagens (Tabela 28), sendo que o menor valor médio observado foi no nível 9% (8,79%), sendo que os outros níveis não foram diferentes entre si ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 28.** Valores médios de NIDA (%) das silagens, em função dos níveis de inclusão das tortas

<b>Níveis (%)</b>	<b>NIDA<sup>1</sup></b>
3	10,76 a
6	10,09 a
9	8,79 b
Erro-padrão da média	0,38

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott com um nível nominal de significância de 5%.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) das tortas sobre os valores médios de NIDA nas silagens (Tabela 29), sendo que os menores valores foram encontrados nas silagens com TNF (8,22% NT) quando comparadas com as contendo TPM (11,54% NT). Essa diferença se deve ao maior teor de NIDA encontrado na

TPM (32,85% NT), quando comparado ao teor dessa fração na TNF (24,36% NT).

**TABELA 29.** Valores médios de NIDA (%) das silagens, em função das tortas estudadas

<b>Torta</b>	<b>NIDA<sup>1</sup></b>
SCE + TNF (d 62)	8,22 a
SCE + TPM (d 62)	11,54 b
Erro-padrão da média	0,31

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Os valores médios de NIDA encontrados nas silagens (Tabela 30) indicam que há um aumento ( $P < 0,05$ ) dessa fração em função do tempo que o material ficou ensilado. Esse resultado está de acordo com o esperado, uma vez que houve um incremento nos valores de FDA, durante o tempo em que o material permaneceu ensilado.

**TABELA 30.** Valores médios de NIDA (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados

<b>Tempo</b>	<b>NIDA<sup>1</sup></b>
Material original (d 0)	9,84 b
Silagem (d 62)	9,92 a
Erro-padrão da média	0,06

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Todos os valores médios para NIDA encontrados neste estudo, foram menores que 20%, valor esse que, de acordo com Van Soest e Manson (1991), é

o limite para que não haja comprometimento na utilização do nitrogênio em razão da redução da disponibilidade dele e na diminuição da digestibilidade da matéria seca.

Roth & Undersander (1995) afirmaram que em silagens bem conservadas, o teor de NIDA (% NT) deve ser inferior a 12%. Neste estudo, todas as silagens apresentaram valores inferiores a esse limite, indicando que o teor de NIDA não seria prejudicial ao aproveitamento da silagem pelos animais.

#### 4.10 Teores de celulose (CEL)

Para a variável CEL, os resultados médios encontrados neste estudo (Tabela 31) indicam que a média do tratamento adicional é superior ( $P < 0,05$ ) às médias da combinação entre os fatores níveis e tortas. Sendo assim, pode-se inferir que houve efeito da adição das tortas, nos níveis estudados, sobre os teores de CEL.

Essa diminuição nos teores de CEL ocorreu pelo baixo teor de CEL, na TNF (12,05%).

**TABELA 31.** Valores médios de celulose (%) do material original e das silagens para a combinação dos fatores (níveis e tortas) e tratamento adicional

Tempo	Níveis*tortas	Capim	Estimativa do contraste	Nível de significância <sup>1</sup>
Material original (d 0)	35,17	46,58	-11,41	<0,001
Silagem (d 62)	38,23	43,42	-5,19	0,002

<sup>1</sup> Segundo teste Scheffé

Os valores médios de CEL aumentaram ( $P < 0,05$ ) durante o tempo em que o material ficou ensilado (Tabela 32). Esses resultados acompanham o incremento de outras frações fibrosas (FDA e FDN). Já que a fração FDA é formada por lignina e celulose, é de esperado que o teor de CEL acompanhe o aumento teor de FDA.

**TABELA 32.** Valores médios de celulose (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados

<b>Tempo</b>	<b>CEL<sup>1</sup></b>
Material original (d 0)	35,17 b
Silagem (d 62)	38,23 a
Erro-padrão da média	0,41

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%

Os valores médios de CEL encontrados nas silagens com TPM foram superiores ( $P < 0,05$ ) aos das contendo TNF (Tabela 33). Isso ocorreu em função do maior teor de CEL na TPM, quando comparado ao da TNF (37,32% e 12,05, respectivamente).

O teor de CEL nas silagens também sofreu influência dos níveis de inclusão das tortas (Tabela 33), sendo que os menores valores médios foram encontrados nos níveis de 9% de inclusão das duas tortas. Os níveis menores não foram diferentes entre si ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 33.** Valores médios de celulose (%) das silagens, em função das tortas e níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Silagens <sup>1</sup>		Média (erro padrão)
	CE + TNF	CE + TPM	
3	35,54 (0,52) Ba	41,50 (0,52) Aa	38,52 (0,37) a
6	34,89 (0,52) Ba	40,16 (0,52) Aa	37,52 (0,37) a
9	29,59 (0,52) Bb	38,53 (0,52) Ab	34,06 (0,37) b
Média (erro padrão)	33,34 (0,30) B	40,06 (0,30) A	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

#### 4.11 Teores de lignina (LIG)

Para a variável LIG, os resultados médios encontrados neste experimento (Tabela 34) indicam que a média do tratamento adicional foi superior ( $P < 0,05$ ) à média da combinação dos fatores níveis e tortas. Isso mostra que houve diminuição nos teores de LIG quando se adicionou as tortas nos níveis estudados. Isso ocorreu por causa dos baixos teores de LIG nas TNF e TPM (3,74 e 3,64%, respectivamente), quando comparados com a LIG do capim elefante (9,73%).

**TABELA 34.** Valores médios da lignina (%) das silagens, em função do tratamento adicional e da combinação dos fatores níveis e tortas

Variável	<sup>2</sup> Capim	<sup>2</sup> Níveis*tortas
LIG	9,52 A	8,29 B

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F, com um nível nominal de significância de 5%.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) do aumento dos níveis de inclusão das tortas no teor de LIG das silagens (Tabela 35), sendo que no nível 9% foi encontrado o menor valor médio para LIG (7,63%). Os níveis 3 e 6% não foram diferentes entre si ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 35.** Valores médios de Lignina (%) das silagens, em função dos níveis de inclusão estudados

Níveis (%)	LIG <sup>1</sup>
3	8,83 a
6	8,41 a
9	7,63 b
Erro-padrão da média	0,28

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Diferente das frações fibrosas, o teor médio de LIG foi inferior ( $P < 0,05$ ) nas silagens quando comparadas com o material original (Tabela 36).

**TABELA 36.** Valores médios de lignina (%) do material original e das silagens, em função dos tempos estudados

Tempo	LIG <sup>1</sup>
Material original (d 0)	8,89 a
Silagem (d 62)	7,69 b
Erro-padrão da média	0,27

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

#### 4.12 Valores de pH

Os valores de pH obtidos nas silagens experimentais (Tabela 37), com exceção das contendo TPM nos níveis 3 e 9% (4,41 e 5,16, respectivamente), apresentaram valores considerados adequados (3,8 a 4,2), de acordo com Woolford (1984) e McDonald (1981).

De acordo com Van Soest (1994), nas silagens convencionalmente conservadas, o pH alto é indicativo de maior produção de ácido acético e butírico, e isso é característica de processos fermentativos indesejáveis. Assim, o pH não deve ser tomado como parâmetro único para classificar a fermentação das silagens, já que seu efeito inibitório sobre as bactérias depende da velocidade da diminuição da umidade do meio (Woolford, 1984).

Avaliando silagens de capim elefante, com níveis crescentes de polpa cítrica (0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 e 15%), Rodrigues et al. (2005) encontraram valores de pH (3,87; 3,86; 3,89; 3,74; 3,84; 3,80; 3,89; respectivamente) semelhantes aos encontrados neste estudo.

Neiva et al. (2001), trabalhando com adição de subproduto de caju na ensilagem de capim elefante, nos níveis 0, 15, 30, 45, 60 e 100%, obtiveram valores médios de pH (3,8) semelhantes aos do presente trabalho.

Os valores médios de pH encontrados nas silagens contendo TNF foram menores ( $P < 0,05$ ) que os encontrados nas contendo TPM, para os três níveis estudados (Tabela 37).

Os valores médios do pH nas silagens contendo TPM foram afetados ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de inclusão da torta (Tabela 37). A adição de 3 e 9% da TPM ao capim elefante proporcionou elevados valores médios de pH (4,71 e 5,16 respectivamente). O melhor valor médio encontrado para silagens com essa torta foi de 4,12, valor esse que indicaria uma boa fermentação (Woolford, 1984).



**TABELA 37.** Valores médios de pH das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Silagens <sup>1</sup>		Média (erro padrão)
	CE + TNF <sup>1</sup>	CE + TPM <sup>1</sup>	
3	3,91 (0,04) Ba	4,71 (0,04) Ab	4,31 (0,03) b
6	3,85 (0,04) Ba	4,12 (0,04) Ac	3,98 (0,03) c
9	3,81 (0,04) Ba	5,16 (0,04) Aa	4,48 (0,03) a
Média (erro padrão)	3,86 (0,03) B	4,66 (0,03) A	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

#### 4.13 Valores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH<sub>3</sub> (% N total)]

A média dos valores de N-NH<sub>3</sub> encontrados no suco das silagens do tratamento adicional é estatisticamente inferior às médias da combinação dos fatores níveis e tortas (Tabela 38). Sendo assim, pode-se inferir que a adição das tortas aumentou significativamente os teores de N-NH<sub>3</sub> nas silagens experimentais. Isso ocorreu devido ao elevado valor médio de N-NH<sub>3</sub> na TPM (10,07%).

**TABELA 38.** Valores médios do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) das silagens, em função do tratamento adicional e da combinação entre os fatores níveis e tortas

Variável	Capim <sup>1</sup>	Níveis*tortas <sup>1</sup>
N-NH <sub>3</sub> <sup>2</sup>	5,94 B	7,54 A

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F, com um nível nominal de significância de 5%.<sup>2</sup> (% no N total).

Os valores médios de N-NH<sub>3</sub> foram diferentes (P<0,05) nas silagens contendo as duas tortas (TNF e TPM), nos níveis 3 e 6% de inclusão (Tabela 39). Já no nível 6% não houve diferença (P>0,05) entre as mesmas.

Houve efeito (P<0,05) do nível de adição de TPM nas silagens de capim elefante, sendo que o menor valor foi observado no nível de inclusão 6%, seguido do de 3% e 9% (Tabela 39).

Os valores médios de N-NH<sub>3</sub> encontrados neste experimento, com exceção dos encontrados nas silagens contendo TPM no nível 9% de inclusão (15,36%), estão abaixo do valor de 10%, tido como o máximo aceitável para classificar uma silagem como bem preservada (McDonald, 1981). Valores de N-NH<sub>3</sub> superiores a 10% são indicativos da quebra excessiva da proteína em amônia (Van Soest, 1994). Porém, os valores médios encontrados nos sucos das silagens contendo TPM (10,07%) não interferiram na composição química das mesmas, contudo poderiam ocasionar problemas de aceitabilidade pelos animais.

**TABELA 39.** Valores médios de nitrogênio amoniacal das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Silagens <sup>1</sup>		Média (erro padrão)
	CE + TNF <sup>1</sup>	CE + TPM <sup>1</sup>	
3	4,18 (0,63) Ba	9,83 (0,63) Ab	7,00 (0,28) b
6	5,36 (0,63) Aa	5,02 (0,63) Ac	5,19 (0,28) c
9	5,48 (0,63) Ba	15,36 (0,63) Aa	10,42 (0,28) a
Média (erro padrão)	5,00 (0,23) B	10,07 (0,23) A	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

#### 4.14 Valores de poder tampão (PT)

Os valores médios de PT (Tabela 40) indicam que a média do tratamento adicional é superior ( $P < 0,05$ ) à média da combinação dos fatores níveis e tortas. Sendo assim, pode-se inferir que a adição das tortas nos níveis utilizados, fez com que os valores de PT fossem diminuídos ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 40.** Valores médios da variável de poder tampão (PT) das silagens, em função do tratamento adicional e da combinação dos níveis e tortas

Variável	Capim <sup>1</sup>	Níveis*tortas <sup>1</sup>
PT <sup>2</sup>	34,33 A	25,92 B

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F, com um nível nominal de significância de 5%. <sup>2</sup>Poder tampão (eq.mg NaOH/100g MS).

Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os valores médios de PT do material contendo as duas tortas no nível 3% (Tabela 41). Já nos níveis 6 e 9% houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os mesmos, sendo que os menores valores médios foram observados nos que continham TNF.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) de níveis sobre o PT do material contendo TPM. Já o que continha TNF houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre o nível de inclusão 3%, e os outros dois níveis não diferiram entre si (Tabela 41).

**TABELA 41.** Valores médios de poder tampão das silagens, em função das tortas e dos níveis de inclusão

Níveis (%) <sup>2</sup>	Silagens <sup>1</sup>		Média (erro padrão)
	CE + TNF <sup>1</sup>	CE + TPM <sup>1</sup>	
3	*28,71 (1,33) Aa	29,23 (1,33) Aa	28,97 (0,95) a
6	22,36 (1,33) Bb	27,45 (1,33) Aa	24,91 (0,95) b
9	19,48 (1,33) Bb	28,28 (1,33) Aa	23,88 (0,95) b
Média (erro padrão)	23,52 (0,77) B	28,32 (0,77) A	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%. \* Poder tampão (eq.mg NaOH/100g MS).

#### 4.15 Digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS)

Foi observado que a média dos valores de DIVMS do tratamento adicional foi superior ( $P < 0,05$ ) à média dos valores da combinação dos fatores níveis e tortas (Tabela 42), indicando que houve diminuição da DIMVS quando se adicionou as tortas nos níveis estudados.

**TABELA 42.** Valores médios da variável digestibilidade in vitro da matéria seca (%), em função do tratamento adicional e da combinação entre os fatores níveis e tortas

Variável	Capim <sup>1</sup>	Níveis*tortas <sup>1</sup>
DIVMS	52,27 A	44,05 B

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, para o contraste (Adicional vs Fatorial) não diferem entre si pelo teste F com um nível nominal de significância de 5%.

Observa-se diminuição ( $p < 0,05$ ) da DIVMS no material original e nas silagens quando as tortas são adicionadas, sendo que os menores valores médios são das silagens contendo 9% de inclusão (Tabela 43). Este fato pode estar

relacionado ao elevado teor de EE (%) contido em ambas as tortas (26,02% para TNF e 27,54% para TPM). De acordo com Sullivan et al. (2004) existe efeito negativo da inclusão de lipídeos sobre a digestibilidade de forragens, Sendo que teores maiores que 7% na matéria seca total podem ser prejudiciais à degradação do alimento, principalmente se houver elevada proporção de ácidos graxos insaturados (óleos vegetais) que, além de serem tóxicos aos microrganismos ruminais, aderem à partícula do alimento criando uma barreira física à ação de microrganismos e de enzimas microbianas.

Além do problema relacionado ao elevado teor de EE das tortas estudadas, a DIVMS das silagens contendo TPM, pode ter tido uma maior queda por ter sofrido influência da presença dos fatores antinutricionais e tóxicos presentes nesta torta. Porém, mais trabalhos são necessários para que esse efeito seja totalmente entendido.

**TABELA 43.** Valores médios de DIVMS (%) em função dos tempos, das tortas e dos níveis de inclusão

Tempo	Tortas <sup>2</sup>	Níveis (%) <sup>1</sup>			Erro padrão
		3	6	9	
Material original (d 0)	CE + TNF	51,58 Aa	49,11 Ba	48,41 Ba	0,48
	CE + TPM	47,70 Ab	47,05 Ab	41,89 Bb	
	Erro Padrão	0,48			
Silagem (d 62)	SCE + TNF	45,20 Aa	45,00 Aa	41,08 Ba	0,48
	SCE + TPM	41,71 Ab	39,21 Bb	31,61 Cb	
	Erro Padrão	0,48			

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%; <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, dentro de cada combinação (Tempo-Níveis) não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

Em todos os tratamentos houve diminuição ( $P < 0,05$ ) nos valores médios da DIVMS durante a ensilagem (Tabela 44). Bernardino (1996) avaliando silagens de sorgo observou redução nos valores de DIVMS com a ensilagem. Segundo o autor, o fator responsável pode ter sido a diminuição das concentrações de carboidratos durante o processo fermentativo.

Os valores médios de DIVMS de todos os tratamentos que continham TNF e do tratamento com inclusão de 3% de TPM são classificados como satisfatórios (entre 40 e 55%) de acordo com Paiva (1976). Já quando adicionados 6 e 9% de TPM, obteve-se silagem considerada de DIVMS ruim.

**TABELA 44.** Valores médios de DIVMS (%) em função dos tempos, das tortas e dos níveis de inclusão

Níveis (%)	Tortas	Material original (d 0) <sup>1</sup>	Silagem (d 62) <sup>1</sup>	Erro padrão
3	CE + TNF	51,58 A	45,20 B	0,63
	CE + TPM	47,70 A	41,71 B	0,63
6	CE + TNF	49,11 A	45,00 B	0,63
	CE + TPM	47,05 A	39,21 B	0,63
9	CE + TNF	48,41 A	41,08 B	0,63
	CE + TPM	41,89 A	31,61 B	0,63

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste t de Student, com um nível nominal de significância de 5%.

#### 4.16 Ácidos graxos voláteis

Os resultados obtidos na análise de AGV das silagens de capim elefante e nas silagens de capim com os co-produtos, encontram-se na Tabela 45.

**TABELA 45.** Médias dos valores de ácidos graxos voláteis das silagens experimentais

Silagens	Nível de inclusão dos co-produtos (%)	Ácidos Graxos Voláteis/100g MS			
		Acético	Propiônico	Butírico	Lático
CE <sup>1</sup>	0	1,64	0,06	0,03	2,63
CE+TNF <sup>2</sup>	3	1,28	*	0,02	4,79
CE+TNF	6	1,38	*	0,05	6,64
CE+TNF	9	1,45	*	0,05	6,66
CE+TPM <sup>3</sup>	3	2,27	0,20	*	2,98
CE+TPM	6	2,15	0,21	0,23	2,93
CE+TPM	9	2,37	0,35	0,73	1,62

<sup>1</sup> Silagem de capim elefante; <sup>2</sup> Silagem de capim elefante com torta de nabo forrageiro; <sup>3</sup> Silagem de capim elefante com torta de pinhão manso; \* valores menores que 0,01%.

Com relação aos ácidos graxos voláteis (acético, butírico e propiônico), Sprague & Leparulo (1965) identificaram que, à medida que aumenta a quantidade de substrato de fácil fermentação, a silagem resultante apresenta-os em menor concentração. Analisando os dados de AGV obtidos neste experimento (Tabela 45), pode-se observar que os ácidos acético, propiônico e butírico nas silagens com TPM apresentaram um valor maior que os apresentados nas SCE e SCE contendo TNF. Isso se deve à menor concentração de carboidratos de fermentação rápida na torta do pinhão manso.

De acordo com Silveira (1975), todos os ácidos orgânicos que aparecem na silagem contribuem para a acidez total da mesma. Entretanto, o ácido láctico é o maior responsável pelo abaixamento do pH pela sua maior constante de dissociação. Os valores para o ácido láctico foram maiores nas silagens com TNF do que nas silagens de CE e de CE contendo TPM. No entanto, esses valores não estão de acordo com os valores de pH encontrados nas silagens (Tabela 4), como era esperado.

Os valores dos ácidos acético para a silagem de capim, e silagens com TNF (Tabela 45) foram satisfatórios para que houvesse bom padrão de fermentação, que segundo Roth & Undersander (1995), são de, no máximo, 2% de ácido acético, 0,5% de ácido propiônico, 0,1% de ácido butírico.

A única silagem que se pode ser classificada como ruim (<2,0), de acordo com Rodriguez et al. (1999) é a contendo 9% de TPM. Já as outras podem ser classificadas de satisfórias (3,0-2,0), boas (5,0-3,0) e muito boas (>5,0), sendo que as melhores classificadas foram as contendo 6 e 9% de TNF.

As silagens contendo TPM, com exceção dos valores de ácido propiônico (que foram menores que 0,5%), não apresentaram valores satisfatórios para serem classificadas como boas silagens (Tabela 45), já que os valores de ácido acético foram superiores a 2% e os de ácido láctico não entraram no intervalo de 4 a 6%.



## 5 CONCLUSÕES

- De acordo com a composição química das tortas de nabo forrageiro e de pinhão manso, elas apresentam potencial para utilização na nutrição animal. Apesar dos resultados positivos, deve-se considerar que a TPM apresenta limitações de uso na alimentação animal, portanto são necessários mais estudos na identificação e eliminação dos compostos antinutricionais e tóxicos presentes.
- As tortas proporcionam características químicas e fermentativas diferenciadas para as silagens, nos níveis estudados, indicando que devem ser utilizadas de maneira diferente.
- A torta de nabo forrageiro, além de ter apresentado melhor composição química e melhor digestibilidade *in vitro*, proporcionou silagens de melhor qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADERIBIGBE, A.O.; JOHNSON, C.O.L.E.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K.; FOIDIL, N. Chemical composition and effect of heat on organic matter-and nitrogen-degradability and some antinutritional components of *Jatropha* meal. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 67, n. 2/3, p. 223-243, 1997.

ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemist**. 11. ed. Washington,1990. 1015 p.

AREGHEORE, E.M.; BECKER, K.; MAKKAR, H.P.S. Detoxification of a toxic variety of *Jatropha curcas* using heat and chemical treatments, and preliminary nutritional evaluation with rats. **South Pacific Journal of Natural Science**, v. 21, p. 50-56, 2003.

AZEVEDO, G. P. C. de. **Produção, composição química e digestibilidade “in vitro” do capim elefante (*Pennisetum purpureum* SHUM.) “cameroon” em diferentes idades**. 1985. 79 p. Dissertação (Mestrado em ) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

BERCHIELLI, T. T. ; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. v. 1. 583 p.

BERNARDINO, M. L. A. **Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de porte médio com deferentes teores de taninos e suculência no colmo**. 1996. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais; Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

BETT, V; OLIVEIRA, M. S; SOARES, W.V; IZQUIEL, J. B. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* de diferentes variedades de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences** , Maringá, v. 26, n. 4, p. 513-519, Oct./Dec.2004.

BOIN, C. Ácido fórmico como aditivo para preservação de forragens. **Zootecnia**, v.11, p. 257-73, 1973.

BRADY, C. J. Redistribution of nitrogen in grass and leguminous fodder plants during wilting and silage. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 11, n. 2, p. 276, Feb. 1960.

BRASIL.Ministério da Ciência e Tecnologia. **Aspectos tecnológicos do biodiesel**. Grupo de Trabalho Interministerial – biodiesel. Brasília: 2005. Disponível em: <<http://www.biodiesel.gov.br>>. Acesso em: set 2005.

BREIREM, K.; ULVESLI, O. Ensiling methods. **Herbage Abstr.**, Farnham Royal, v. 30, n.1, p. 1-8. Mar. 1960.

CÂNDIDO, L. M. **Obtenção de concentrados e hidrolisados protéicos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): composição, propriedades nutritivas e funcionais**. 1998. 207p. Tese (Doutorado em ) – Universidade de Campinas, Campinas.

CHURCH, D.C.; POND, W. G. **Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales domésticos**. Zaragoza: Acríbia, 1977. 462 p.

CONRAD, H. R. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: physiological and fysical factors limiting feed intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 25, n.1, p. 227-235, 1966.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 25, n.1, p. 54-62, Jan. 1964.

CORRÊA, L. A.; POTT, E. B. Silagem de capim. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 255-271.

COSTA, F. X.; SEVERIANO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Composição química da torta de mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais... Energia e Sustentabilidade**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

COSTA, M. C. R.; SILVA, C. A.; PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; BELÉ, J. C.; BOROSKY, J.C.; MOURINHO, F. L. AGOSTINI, P. S. Utilização da torta de girassol na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação: efeitos no

desempenho e nas características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1581-1588, set./out. 2005.

CRISTO, C. M. P. N.; FERREIRA, J. R. (Coords.). **O futuro da indústria: biodiesel**. Brasília: MDIC/STI/IEL, 2006.

DIZ, D. A. **Breeding procedures and seed production management in pearl millet x elephant grass hexaploid hybrids**. 1994. 118 p. Tese (Doutorado em ) – University of Florida, Florida.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; PERON, A. J.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P. Composição química de tortas de amendoim (*Arachis hipogaeae* L.) e mamona (*Ricinus communis* L.) obtidas por diferentes métodos de extração de óleo. In: PRIMEIRO CONGRESSO BRASILEIRO - PLANTAS OLEOGINOSAS, ÓLEOS VEGETAIS E BIODIESEL, 2004, Varginha - MG. PRIMEIRO CONGRESSO BRASILEIRO - PLANTAS OLEOGINOSAS, OLEOS VEGETAIS E BIODIESEL, 2004. **Anais...** v. 1. p. 1-4.

EZEQUIEL, J. M. B.; SOARES, W. V.; SEIXAS, J. R. C. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca, nitrogênio e fibra em detergente ácido de dietas completas contendo farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.30, n.1, p.236-241, jan./fev. 2001.

FARIA, V. P. Evolução no uso do capim-elefante: uma visão histórica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.19-45.

FERREIRA, A. C. H. ; NEIVA, J. N. M. ; RODRIGUEZ, N. M. ; LÔBO, R. N. B. ; VASCONCELOS, V. R. . Valor nutritivo das silagens de capim elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de cajú. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 33, n. 6, p. 1380-1385, nov./dez. 2004.

FERREIRA, J. J. Efeito do estágio de desenvolvimento do pré-murchamento e da adição de raspa de mandioca sobre o valor nutritivo da silagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM). 1973. 42 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FREITAS, A. W. P.; PEREIRA, J. C.; ROCHA, F. C.; COSTA, M. G.; LEONEL, F. P.; RIBEIRO, M. D. Evaluation of the nutritional quality of sugarcane silage treated with microbial additives and soybean crop residue. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 38-47, jan./fev.2006 .

GONCALVES, J. S. ; NEIVA, J. N. M. ; VIEIRA, N. F. ; OLIVEIRA FILHO, G. S. ; LÔBO, R. N. B. . Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum Purpureum*) com adição de diferentes níveis de subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra*) e de goiaba (*Psidium guajava*). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 131-137, jan./fev. 2004.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**. Nutritional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, 2000. 76 p.

HELLER , J . **Physic nut**. *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected . 1. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. Gaterleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 1996. 66 p.

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM. **Search in Plant Kingdom for Scientific Name exactly for ‘Raphanus sativus’**. Disponível em: <<http://www.itis.usda.gov/index.html>> Acesso em: mar. de 2007.

JACQUES, A.V. A. Caracteres morfofisiológicos e suas implicações no manejo. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. et al. 2. ed. **Capim-elefante: produção e utilização**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1997. p.31-46.

KRISHNA, G. Nylon bag dry matter digestibility in agro-industrial by-products and wastes of the topics. **Agricultural Wastes**, Oxford, v. 13, n. 2, p. 155-158, 1985.

LIMA, J. A. de. **Qualidade e valor nutritivo da silagem mista de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SCHUM) e soja (*Glicine Max* (L) Merrill), com e sem adição de farelo de trigo**. 1992. 69 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras (UFLA), Lavras.

MAKKAR, H. P. S.; ADERIBIGBE, A. O.; BECKER, K. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors. **Food Chemistry**, Chicago, v.62, n.2, p.207-218, 1998.

MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K.; SPORER, F. et al. Studies on nutritive potential and toxic constituents of different provenances of *Jatropha curcas*, **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.45, n. 8, p.3152-3157, Aug. 1997.

MARTINEZ-HERRERA, J.; SIDDHURAJU, P.; FRANCIS, G. et al. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. **Food Chemintry**, Chicago, v.96, n.1, p.80-89, 2006.

MATOS, E. **Torta de algodão**. Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico – CDT/UnB. Resposta Técnica, 2007. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br>>. Acesso em: fev 2007.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe, 1991. 339 p.

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

McCULLOUGH, M. E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 49, n.13, p. 49-52, Feb. 1977.

MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, Nov. 1998

NEIVA, J. N. M; TEIXEIRA, M. C. ; LÔBO, R. N. B. ; CASTRO, A. B. . Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto do caju (*Anacardium occidentale*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba . **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. v. 1. p. 147-148.

NEIVA, J. N. M. ; NUNES, F. C. S. ; CANDIDO, M. J. D. ; RODRIGUEZ, N. M. ; LÔBO, R. N. B. . Valor nutritivo de silagens de capim elefante enriquecidas com subprodutos do processamento de maracuja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1843-1849, jul./ago. 2006. Suplement.

OCUMPAUGH, W. R.; SOLLENBERGER, L. E. Other grasses for the humid south. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. **Forages**. 5. ed. Iowa: Iowa State University, 1995. v. 1, p. 441-450.

ODUNLAMI, M. O. **Energy supplementation of forage and browse based diets for West African Dwarf goats**. MPhil. Thesis. Obafemi Awolowo University, Ile Ife, Nigeria. 1988.

OJEDA, F.; ESPERANCE, M.; DIAZ, D. Mezclas de gramíneas y leguminosas para mejorar el valor nutritivo de los ensilajes tropicales. I. Utilización del dolichos (*Lablab purpureum*, L.). **Pastos y Forrajes**, Indio Hatuey, v.13, n.2, p.189-196, 1990;

OLIVEIRA, R. B. ; GODOY, S. A. P. ; COSTA, F. B. . **Plantas Tóxicas:** conhecimento para a prevenção de acidentes.. Ribeirão Preto: Holos, 2003. v. 1. 64 p.

OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. Consumo, Digestibilidade dos Nutrientes e Indicadores de Função Hepática em Ovinos Alimentados com Dietas Contendo Farelo ou Torta de Mamona Tratado ou Não com Hidróxido de Cálcio. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília : MCT/ABIPTI, 2006. v. 2. p. 8-13.

OLIVEIRA, M. D. S. ; MOTA, D. A. ; BARBOSA, J. C. ; et al. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal in vitro de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 4, p. 629-638, out./dez. 2007

PAIVA, J. A. J. Qualidade **da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. 1976. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

PALMQUIST, D.L. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.124, n. 8, p.1377, 1994. Supplement.

PARENTE, E. J. de S. et al. **Biodiesel:** uma aventura tecnológica num país engraçado. Fortaleza: Tecbio, 2003. 68 p.

PAULINO, P. V. R.; PORTO, M. O.; OLIVEIRA, A. S.; SALES, M. F. L.; MORAES, K. A. K. Interação Lavoura-Pecuária: Utilização do Pasto e Subprodutos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV/DZO, 2006. p. 157-219.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. Belo Horizonte: FAPI, 2006. 150 p.

PEREIRA, A. V. Germoplasma e diversidade genética do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* SHUM). In:..... **Biologia e manejo do capim-elefante**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1999. p. 1-15.

PLAYNE, M. J., McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and silage. **Journal Science Food and Agricultural**, London, v.17, n. 6, p. 262-268, June 1966.

PRADO, I. N.; MOREIRA, F. B. Suplementação de bovinos no pasto e alimentos alternativos usados na bovinocultura. Maringá: EDUEM/UEM, 2002. 162 p.

RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C., FONTES, C. A. A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, p. 366-376, 1994.

RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C.; NOGUEIRA, F. A. S. et al. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colma. I- pH e teores de matéria seca e de ácidos graxos durante a fermentação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 51, p. 485-490, 1999.

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 Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1138-1145, 2005.

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

SATURNINO, H. M. ; PACHECO, D. D. ; KAKIDA, J. ; TOMINAGA, N. ; GONÇALVES, N. P. Cultura do pinhão manso ( *Jatrofa curcas L.* ) . **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 44-78, 2005.

SAS Institute. **SAS Procedures guide for computers**. 6 ed. Cary, NC, v.3, 373 p. 1999.

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

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALq, 1975. p. 156-180.



SMITH, O. B.; OSAFO, E. L. K.; ADEGBOLA, A. A. Studies on the feeding values of agro industrial by-products: Strategies for improving the utilization of cocoa-pod based diets by ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 20, p. 1189-1201, 1988.

SOUZA, A. L. ; BERNARDINO, F. S ; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia-Brazilian Journal Of Animal Science**, forragicultura, v. 32, n. 4, p. 828-833, 2003.

SOUZA, J. R. S. T.; CAMARAO, A. P.; REGO, L. C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de subprodutos da agroindústria, da pesca e de abatedouros em caprinos. **Braz. Journal Vet. Res. Anim. Science**, v. 37, n. 2, p.

SPRAGUE, M. A.; LEPARULO, L. Losses during storage and digestibility of different crops as silage. **Agron. J. Madison**, v. 57, n. 5, p. 425-427, sept./oct. 1965.

STEFANIE, J. W. H.; ELFERINK, O.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In: FAO ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. **Proceedings...** Rome: FAO, 2000. p. 17-30.

SULLIVAN, H. M.; BERNARD, J. K.; AMOS, H. E.; JENKINS, T. C. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p.665-671, 2004.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

TOMLINSON, D. J.; JAMES, R. E.; MCGILLIARD, M. L. Effect of varying levels of neutral detergent fiber and total digestible nutrients on intake and growth of holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 2, p. 537-545, 1991.

TOSI, H. Conservação de forragem como consequência do manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1., 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1973. p. 117-140.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages, **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 26, n.1, p.119-28, Jan. 1967.

VAN SOEST, P. J ; MANSON, P.C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feed. **Animal Feed Science Tech**, v. 32, p. 1-2, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Comstock Publishing Associates/Cornell University Press, 1994. 476 p.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 73-103.

VINCENT, I. C. *et al.* A note on the use of rapeseed, sunflower and soyabean meals as protein sources in compound foods for milking cattle. **Anim. Prod.**, East Lohan, v. 50, n. 3, p. 541-543, 1990.

WILHELM, H. M. ; DOMINGOS, Anderson Kurunczi ; RAMOS, Luiz Pereira . Processo de Etanolise em Meio Alcalino do Óleo Bruto de Nabo Forrageiro. In: **Anais...** CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT, 2006.

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

## ANEXOS

**TABELA 1A.** Resumo da análise de variância para as variáveis: Matéria seca (MS) e Proteína bruta (PB), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados no ensaio de ensilagem

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		MS	PB
Tratamentos	(6)	56,3500 (p<0,0001)	35,5820 (p<0,0001)
Torta (T)	1	38,3161 (p=0,0006)	56,8767 (p<0,0001)
Níveis (N)	2	80,7924 (p<0,0001)	28,9422 (p<0,0001)
TxN	2	26,1781 (p=0,0006)	0,4026 (p=0,2313)
Ad versus Fatorial	1	85,8429 (p<0,0001)	97,9257 (p<0,0001)
Erro (a)	14	2,0014	0,2473
Tempo (Te)	1	40,0433 (p=0,0020)	63,5910 (p<0,0001)
TratxTe	(6)	8,471469 (0,0417)	5,0548 (p<0,0001)
TxTe	1	10,3041 (p=0,0762)	0,8190 (p=0,0572)
NxTe	2	8,3443 (p=0,0842)	7,6555 (p<0,0001)
TxNxTe	2	5,2710 (p=0,1899)	0,5738 (p=0,0819)
ContrastexTempo	1	13,2940 (p=0,0473)	13,0517 (p<0,0001)
Erro (b)	14	2,8115	0,1908
CV 1 (%)		5,62	6,22
CV 2 (%)		6,66	7,80

**TABELA 2A.** Resumo da análise de variância para as variáveis: Extrato etéreo (EE) e Matéria Mineral (MM), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados no ensaio de ensilagem

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		EE	MM
Tratamentos	(6)	29,2099 (p<0,0001)	1,3975 (p<0,0001)
Torta (T)	1	14,4147 (p<0,0001)	1,2321 (p=0,006)
Níveis (N)	2	41,3580 (p<0,0001)	2,2495 (p<0,0001)
TxN	2	2,5277 (p=0,0014)	0,1610 (p=0,1151)
Ad versus Fatorial	1	73,0734 (p<0,0001)	2,3317 (p<0,0001)
Erro (a)	14	0,2307	0,0636
Tempo (Te)	1	1,8606 (p=0,0399)	1,2515 (p=0,0003)
TratxTe	(6)	0,8021 (0,1037)	0,1462 (p=0,0637)
TxTe	1	0,0900 (p=0,6261)	0,0592 (p=0,3195)
NxTe	2	0,4594 (p=0,3121)	0,3270 (p=0,0139)
TxNxTe	2	1,0826 (p=0,0832)	0,0809 (p=0,2666)
ContrastexTempo	1	1,6385 (p=0,0518)	0,0025 (p=0,8338)
Erro (b)	14	0,3626	0,0556
CV 1 (%)		4,68	1,92
CV 2 (%)		4,11	1,80

**TABELA 3A.** Resumo da análise de variância para as variáveis: FDN e FDA, em porcentagem, segundo os tratamentos estudados no ensaio de ensilagem

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		FDN	FDA
Tratamentos	(6)	359,1819 (p<0,0001)	166,5279 (p<0,0001)
Torta (T)	1	263,7376 (p=0,0006)	216,6293 (p<0,0001)
Níveis (N)	2	307,6598 (p<0,0001)	151,7715 (p<0,0001)
TxN	2	8,8423 (p=0,0308)	19,8891 (p=0,0024)
Ad versus Fatorial	1	1.258,3497 (p<0,0001)	439,2168 (p<0,0001)
Erro (a)	14	1,9612	2,0843
Tempo (Te)	1	32,7187 (p=0,0005)	23,4155 (p=0,0017)
TratxTe	(6)	24,9204 (p<0,0001)	7,7433 (p=0,0065)
TxTe	1	0,2880 (p=0,6794)	7,6084 (p=0,0448)
NxTe	2	15,6427 (p=0,0023)	8,1347 (p=0,0206)
TxNxTe	2	7,7867 (p=0,0256)	1,2749 (p=0,4631)
ContrastexTempo	1	102,3761 (p<0,0001)	20,0321 (p=0,0030)
Erro (b)	14	1,6168	1,5668
CV 1 (%)		2,29	3,57
CV 2 (%)		2,07	3,20

**TABELA 4A.** Resumo da análise de variância para as variáveis: NIDN e NIDA, em porcentagem, segundo os tratamentos estudados no ensaio de ensilagem

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		NIDN	NIDA
Tratamentos	(6)	92,3387 (p<0,0001)	38,4238 (p<0,0001)
Torta (T)	1	1,9136 (p=0,5933)	98,9030 (p<0,0001)
Níveis (N)	2	93,2879 (p=0,0004)	12,0811 (p=0,0056)
TxN	2	9,0538 (p=0,2761)	5,0499 (p=0,0712)
Ad versus Fatorial	1	349,2348 (p<0,0001)	97,3778 (p<0,0001)
Erro (a)	14	6,40,79	1,5733
Tempo (Te)	1	20,4263 (p=0,0366)	9,5143 (p=0,0215)
TratxTe	(6)	13,9161 (p=0,0218)	12,1989 (p=0,0004)
TxTe	1	29,8844 (p=0,0143)	0,1190 (p=0,7765)
NxTe	2	4,7673 (p=0,3178)	0,5146 (p=0,7026)
TxNxTe	2	10,0909 (p=0,1067)	2,3720 (p=0,2238)
ContrastexTempo	1	23,8959 (p=0,0255)	67,3010 (p<0,0001)
Erro (b)	14	3,8276	1,4213
CV 1 (%)		9,42	11,94
CV 2 (%)		7,28	11,35

**TABELA 5A.** Resumo da análise de variância para as variáveis: Lignina (LIG) e Celulose (CEL), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados no ensaio de ensilagem

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		LIG	CEL
Tratamentos	(6)	3,2969 (p=0,0147)	152,4789 (p<0,0001)
Torta (T)	1	0,0729 (p=0,7694)	406,4256 (p<0,0001)
Níveis (N)	2	4,4606 (p=0,0176)	65,8584 (p<0,0001)
TxN	2	1,4928 (p=0,1968)	11,4093 (p=0,0240)
Ad versus Fatorial	1	7,8017 (p=0,0079)	359,9121 (p<0,0001)
Erro (a)	14	0,8157	2,3172
Tempo (Te)	1	12,4533 (p=0,0058)	49,6389 (p=0,0007)
TratxTe	(6)	1,3184 (p=0,3997)	9,6227 (p=0,0210)
TxTe	1	3,4969 (p=0,1068)	0,1627 (p=0,8068)
NxTe	2	1,3703 (p=0,3407)	1,8684 (p=0,5069)
TxNxTe	2	0,4328 (p=0,6988)	2,0208 (p=0,4809)
ContrastexTempo	1	0,8069 (p=0,4216)	49,7956 (p=0,0006)
Erro (b)	14	1,1773	2,6188
CV 1 (%)		10,67	4,02
CV 2 (%)		12,82	4,27

**TABELA 6A.** Resumo da análise de variância para as variáveis: pH e Nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), em porcentagem do N total, segundo os tratamentos estudados no ensaio de ensilagem

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)	
		pH	N-NH <sub>3</sub>
Tratamentos	(6)	0,7589 (p<0,0001)	47,5712 (p<0,0001)
Torta (T)	1	2,8960 (p<0,0001)	115,2668 (p<0,0001)
Níveis (N)	2	0,3895 (p<0,0001)	42,2464 (p<0,0001)
TxN	2	0,4347 (p<0,0001)	39,5583 (p<0,0001)
Ad versus Fatorial	1	0,0093 (p=0,2136)	6,5509 (p=0,0017)
Erro	14	0,0055	0,4412
CV (%)		1,74	9,08

**TABELA 7A.** Resumo da análise de variância para a variável: Poder tampão (PT) (eq. mg NaOH/100g MS), segundo os tratamentos estudados no ensaio de ensilagem

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)
		PT
Tratamentos	(6)	70,68452 (p<0,0001)
Torta (T)	1	103,8721 (p=0,0006)
Níveis (N)	2	43,4423 (p=0,0046)
TxN	2	25,73905 (p=0,0258)
Ad versus Fatorial	1	181,8723 (p<0,0001)
Erro	14	5,361521
CV (%)		8,54

**TABELA 8A.** Resumo da análise de variância para a variável Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em porcentagem, segundo os tratamentos estudados no ensaio de ensilagem.

Fonte de variação	gl	Quadrado Médio (p-valor)
		DIVMS
Tratamentos	(6)	148,4573 (p<0,0001)
Torta (T)	1	259,3173 (p<0,0001)
Níveis (N)	2	119,6107 (p<0,0001)
TxN	2	22,0261 (p<0,0001)
Ad versus Fatorial	1	348,1526(p<0,0001)
Erro (a)	14	0,2106
Tempo (Te)	1	580,7760 (p<0,0001)
TratxTe	(6)	2,2123 (p=0,0010)
TxTe	1	13,2739 (p=0,0029)
NxTe	2	10,4444 (p=0,0019)
TxNxTe	2	4,4568 (p=0,0342)
ContrastexTempo	1	2,3858 (p=0,1498)
Erro (b)	14	1,0275
CV 1 (%)		1,01
CV 2 (%)		2,24