



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



**SILAGENS DE RAÇÃO TOTAL A BASE DE CAPIM-TANZÂNIA E  
SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO BABAÇU**

DANRLEY MARTINS BANDEIRA

CHAPADINHA-MA  
2022



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



DANRLEY MARTINS BANDEIRA

## **SILAGENS DE RAÇÃO TOTAL A BASE DE CAPIM-TANZÂNIA E SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO BABAÇU**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Daniele de Jesus Ferreira  
Coorientador(a): Prof. Dr. Anderson de Moura Zanine

CHAPADINHA-MA  
2022



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Biblioteca/UFMA

BANDEIRA, DANRLEY MARTINS.

SILAGENS DE RAÇÃO TOTAL A BASE DE CAPIM-TANZÂNIA E  
SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO BABAÇU / DANRLEY MARTINS  
BANDEIRA. - 2022.

75 p.

Coorientador(a): ANDERSON DE MOURA ZANINE.

Orientador(a): DANIELE DE JESUS FERREIRA.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal/ccaa, Universidade Federal do Maranhão,  
CHAPADINHA, 2022.

1. Attalea speciosa. 2. Matéria seca. 3. Perfil  
fermentativo. I. FERREIRA, DANIELE DE JESUS. II. ZANINE,  
ANDERSON DE MOURA. III. Título.



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>

**DANRLEY MARTINS BANDEIRA**

## **SILAGENS DE RAÇÃO TOTAL A BASE DE CAPIM-TANZÂNIA E SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO BABAÇU**

Aprovada em 26/02/2022

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Daniele de Jesus Ferreira (Orientadora)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Anderson de Moura Zanine (Coorientador)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Edson Mauro Santos (Avaliador externo)  
Universidade Federal da Paraíba

---

Dr. Francisco Naysson de Sousa Santos (Avaliador externo)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Ricardo Martins Araújo Pinho (Avaliador externo)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## EPÍGRAFE

“A persistência é o caminho do êxito.”  
(Charles Chaplin)



Universidade Federal do Maranhão  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
BR 222, Km 04, Bairro Boa Vista, Chapadinha – MA  
Telefone (98) 3272-9902 E-mail: [ppgca@ufma.br](mailto:ppgca@ufma.br)  
Homepage: <http://www.ppgca.ufma.br>



## AGRADECIMENTOS

A DEUS por iluminar e direcionar toda minha caminhada, e que sem ele nada disso seria possível.

À minha família por todo o apoio, especialmente aos meus pais ELIAS GOMES BANDEIRA e ELIANE MARTINS BANDEIRA, e minha irmã Ilana Maria Martins Bandeira, por terem feito e continuam a fazer de tudo para que eu possa alcançar meus objetivos. Aos meus avós maternos e paternos, por todos os ensinamentos, em horas de conversas.

A família que me acolheu em Chapadinha, Isabel Medeiros, que me acolheu como filho, Rayrah Victoria, e Yara Rackel Santos Nunes minha noiva (Que o espaço aqui não seria suficiente para descrever em palavras o que fez por mim e ainda faz, pela amizade, companheirismo, toda ajuda, seja emocional, financeira, foi essencial e é no meu crescimento como pessoa, sua contribuição foi e vai muito além disso, você faz parte da minha história).

Ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, pela oportunidade da minha formação profissional, como bacharel em Zootecnia.

Aos meus amigos de graduação (Bruna, Bruno, Cledson e F. Claudia, Fernando), que sempre me ajudaram durante esta caminhada, me auxiliando quando eu precisei.

Aos meus irmãos de República (RDM - República Doutores Do Mato), Emanuel (manelzinho), Kaio e Cledson. E em especial meu irmão/amigo Cledson Gomes de Sá por todos os momentos de lazer, quando precisei em momentos de saúde, conselhos, diversão, sua amizade foi e é de grande importância, conte comigo. Além dos veteranos RDM, Jucelino, Maraca, Chico, Artur, Edson entre outros.

Aos meus orientadores Profa. Dr<sup>a</sup> Daniele de Jesus Ferreira e Prof. Dr. Anderson de Moura Zanine, pela oportunidade de ingressar na pesquisa científica, por todos os ensinamentos, conselhos, e oportunidade a mim concedidos, durante a graduação e no mestrado. Sempre que precisei me mostrando as melhores possibilidades no meu caminho, foram de grande importância para que eu me tornasse o profissional que sou hoje, a vocês o meu muito obrigado.

Ao grupo de pesquisa GEPRUMA, por ter me acolhido, e ter contribuído de maneira significativa para o meu amadurecimento profissional e acadêmico. Ao quadro de professores componentes do grupo, Henrique Nunes Parente, Michelle Oliveira Maia Parente, Anderson de Moura Zanine e Daniele de Jesus Ferreira, que são a chave para o sucesso dos alunos. A todos os amigos que o grupo me trouxe, Maykon (cara das análises), Hyanne, Ruan, Alypy, Luana, Claudia, Grazielle, Nítalo, Karlyene, Ygor Portela, Leonardo, Mayara, Rodolfo, Thiago, que contribuíram muito nas análises desse trabalho.

A meu amigo Ygor Portela, por todas as horas em laboratório, e ensinamentos o meu muito obrigado.

Aos grupos de pesquisa, FOPAMA (Grupo de Forragicultura e Pastagens no Maranhão), principalmente a professora Rosane, e seus componentes. Nutrição de Gado de Leite (GadLeite), professor Zinaldo, pela contribuição com espaço, ferramentas, reagentes e aparelhos cedidos. E ao GEF (Grupo de estudos em Forragicultura), que me acolheu durante parte das análises realizadas na UFPB, em Areia-PB, ao prof. Edson Mauro, e Juliana e os componentes do grupo que conheci, Yohana, Mikaelle, Liliane, Diego, Gilberto, Túlio, Paulo Jr, Alyne e Renan, Guilherme, Rafel, entre outros. E especialmente aos amigos Danillo (e família), Raniere e Naysson, que me acolheram em sua residência e que vou levar a amizade de



vocês para a vida, muito obrigado.

Ao produtor Aldoir, que contribuiu de maneira crucial, para a realização deste trabalho, fornecendo as plantas utilizadas no experimento.

Aos colaboradores externos, Ricardo Pinho, Thiago, Ane e Perazzo que me auxiliaram na caminhada de PIBIC e mestrado, com ensinamentos, experiência, ajuda em análises e com todo o conhecimento passado.

Ao quadro de professores do PPGCA, que foram chave para o meu desenvolvimento profissional, além de fonte de inspiração, Ivo, Daniele, Jeferson, Marcos, Zinaldo, Anderson, Rosane, Henrique, Michelle, Alexandre, Felipe, Francirose e outros.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pesquisa de Nível Superior (CAPES), e a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

A todos aqueles que de alguma forma me ajudaram, ou torceram por mim.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a qualidade das silagens de capim tanzânia na forma de ração total com inclusão de subprodutos da agroindústria regional como alternativa nutricional para ruminantes. Ambos os experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar o perfil fermentativo, determinar a composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros e ovinos, respectivamente. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições, para ambos os tratamentos foram SCT: Silagem de capim-tanzânia (controle); SRTP: silagem de capim-tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: silagem de capim-tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: silagem de capim-tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. No entanto as proporções de volumoso e concentrado eram diferentes, 50:50 (dieta de bovinos); 60:40 (dieta de ovinos), além das variações referentes as formulações. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para as variáveis, pH, nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ), perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE), recuperação de matéria seca (RMS) e carboitrato sulúveis (CSA). No entanto não houve diferença estatística para poder tampão (PT). O maior valor de pH foi observado para o tratamento SRTT, não apresentando diferença entre os tratamentos SRTP e SRTF, e o menor valor para a SCT ( $P < 0,0001$ ) no primeiro ensaio, enquanto que para o segundo ensaio o menor valor foi atribuído a SRTP. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável PT ( $P = 0,3313$ ). No entanto para a variável de  $N-NH_3$ , houve diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) em que os menores valores foram observados nas silagens de SRT, e o maior valor para a SCT. Foram constatadas maiores ( $P < 0,0001$ ) PG e PE para a silagem SCT em relação as SRT. As SRT obtiveram maiores valores de RMS em relação à SCT ( $P < 0,0010$ ). Para os CSA ( $P < 0,0001$ ) os maiores valores foram para as silagens SRT em relação a SCT. Para as variáveis da composição química, foram observados maiores valores ( $P < 0,0001$ ) de MS, PB, e NDT para os tratamentos das SRT em relação ao tratamento SCT. Entretanto, para as variáveis FDNcp e FDA, os maiores valores são referentes ao tratamento SCT. As variáveis CT ( $P < 0,0001$ ) e CNF ( $P = 0,0003$ ) Diferiram estatisticamente entre as silagens de SRT apresentaram menores valores de carboidratos totais em relação a SCT. Já para variável de CNF as silagens apresentaram médias superiores em relação a silagem de SCT. As variáveis LIG, CEL, EE e estabilidade aeróbia (EA) não apresentaram diferença significativa, para ambos os ensaios experimentais. Os subprodutos do babaçu torta e a farinha amilácea, podem ser eventuais substitutos de 50% o milho em dietas totais contendo silagem de capim-tanzânia, atendendo a proposta da silagem de ração total. Mostrando-se equivalentes em perfil de fermentação e composição bromatológica aos concentrados padrões, além de reduzir os custos de dietas de vacas leiteiras de média produção de ovinos de corte em confinamento, dependendo da disponibilidade na região.

**Palavras-chave:** *Attalea speciosa*, matéria seca, perfil fermentativo

## GENERAL ABSTRACT

The objective was to evaluate the quality of tanzania grass silages in the form of total ration with the inclusion of regional agroindustry by-products as a nutritional alternative for ruminants. Both experiments were carried out with the objective of evaluating the fermentative profile, to determine the chemical composition of total feed silages with babassu by-products, as a nutritional alternative for dairy cattle and sheep, respectively. A completely randomized design (DIC) was used, with four treatments and five replications, for both treatments were SCT: Tanzania grass silage (control); SRTP: Tanzania grass silage with corn and soybean meal (standard diet); SRTF: Tanzania grass silage with corn, soybean meal and babassu flour; SRTT: Tanzania grass silage with corn, soybean meal and babassu pie. However, the proportions of roughage and concentrate were different, 60:40 (cattle laying); 50:40 (sheep diet), in addition to variations related to formulations. There was a significant effect ( $P < 0.05$ ) for the variables, pH, ammoniacal nitrogen ( $N-NH_3$ ), gas losses (PG), effluent losses (PE), dry matter recovery (RMS) and soluble carbohydrates (CSA). However, there was no statistical difference for buffer power (PT). The highest pH value was observed for the SRTT treatment, showing no difference between the SRTP and SRTF treatments, and the lowest value for SCT ( $P < 0.0001$ ) in the first trial, while for the second trial the lowest value was assigned to SRTP. There was no significant difference between treatments for the PT variable ( $P = 0.3313$ ). However, for the  $N-NH_3$  variable, there was a significant difference ( $P < 0.0001$ ) in which the lowest values were observed in SRT silages, and the highest value for SCT. Higher ( $P < 0.0001$ ) PG and PE were found for SCT silage compared to SRT. SRT obtained higher RMS values in relation to SCT ( $P < 0.0010$ ). For CSA ( $P < 0.0001$ ) the highest values were for SRT silages in relation to SCT. For the chemical composition variables, higher values ( $P < 0.0001$ ) of MS, CP, and TDN were observed for the SRT treatments in relation to the SCT treatment. However, for the variables NDFcp and ADF, the highest values refer to the SCT treatment. The variables CT ( $P < 0.0001$ ) and CNF ( $P = 0.0003$ ) differed statistically between whether, the SRT silages presented lower values of total carbohydrates in relation to SCT. As for the CNF variable, the silages presented higher averages in relation to the SCT silage. The variables LIG, CEL, EE and aerobic stability (AE) did not show significant difference for both experimental tests. The by-products of babassu pie and starchy flour can be possible substitutes for 50% of corn in total diets containing tanzania grass silage, meeting the proposal of total ration silage. Proving to be equivalent in fermentation profile and bromatological composition to standard concentrates, in addition to reducing the costs of diets for dairy cows of medium production of beef sheep in confinement, depending on availability in the region.

**Keywords:** *Attalea speciosa*, dry matter, fermentation profile

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

CEL = celulose  
CNF = carboidratos não fibrosos  
CT = carboidratos totais  
EE = extrato etéreo  
EPM = erro padrão da média  
FDA = fibra em detergente cido  
FDAp = fibra em detergente ácido corrigida para proteína  
FDN = fibra em detergente neutro  
FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína  
HEM = hemicelulose  
LIG = lignina  
MM = matéria mineral  
MO = matéria orgânica  
MS = matéria seca  
DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca  
NDT = nutrientes digestíveis totais  
P<0,05 = houve diferença estatística  
P>0,05 = não houve diferença estatística  
PB = proteína bruta  
PT = poder tampão  
EA = Estabilidade aeróbia  
SRT = silagem de ração total  
SCT = silagem de capim tanzânia  
SRTF = silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu  
SRTP = silagem de capim tanzânia com milho e farelo soja  
SRTT = silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu

## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo II - Inclusão de subprodutos do babaçu em silagem de capim tanzânia em ração total como alternativa alimentar para vacas leiteiras**

**Tabela 1.** Composição química dos subprodutos do babaçu.....22

**Tabela 2.** Composição química do capim tanzânia e das dietas no momento da ensilagem.....23

**Tabela 3.** - Valores de ácido lático (AL); ácido acético (AA); ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP), etanol e porcentagem de ácido lático nos produtos de fermentação de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para bovinos leiteiros.....26

**Tabela 4.** Valores de pH, poder tampão (PT), perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE), recuperação da matéria seca (RMS), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e carboidratos solúveis em água (CSA) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....27

**Tabela 5.** Composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....28

### **Capítulo III - Inclusão de subprodutos do babaçu em silagem de capim tanzânia em ração total como alternativa alimentar para ovinos**

**Tabela 1.** Composição química dos subprodutos do babaçu.....42

**Tabela 2.** Composição química do capim tanzânia e das dietas no momento da ensilagem.....43

**Tabela 3.** Valores de ácido lático (AL); ácido acético (AA); ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP), etanol e porcentagem de ácido lático nos produtos de fermentação de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos de corte. ....46

**Tabela 4.** Valores de pH, poder tampão (PT), perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE), recuperação da matéria seca (RMS), nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e carboidratos solúveis em água (CSA) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....47

**Tabela 4.** Composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.....48

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Palmeira do babaçu frutificada.....                                   | 08 |
| <b>Figura 2:</b> Diagrama de aproveitamento dos componentes estruturais do babaçu..... | 09 |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Capitulo I - Qualidade de silagens de gramínea na forma de ração total com inclusão da torta e farinha da agroindústria regional do babaçu como alternativa nutricional para ruminantes.....</b> | <b>1</b>  |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.1 Silagem de gramíneas tropicais .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2.2 Silagem de ração total (SRT) .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>2.3 Subprodutos do babaçu (<i>Attalea speciosa</i>) .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2.3.1 Farinha amilácea do babaçu.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>2.3.2 Torta de babaçu.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>Capitulo II - Inclusão de subprodutos do babaçu em silagem de capim tanzânia em ração total como alternativa alimentar para vacas leiteiras.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>21</b> |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>2.1 Geral .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>2.2 Específicos .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>3.1 Localização .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>3.2 Tratamentos e delineamento experimental .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>3.3 Processo de ensilagem .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>3.4 Perfil fermentativo.....</b>   | <b>24</b> |
| <b>3.5 Análises bromatológicas.....</b>   | <b>25</b> |
| <b>3.6 Estabilidade aeróbia .....</b>   | <b>26</b> |
| <b>3.7 Estatística .....</b>  | <b>27</b> |
| <b>4 RESULTADOS .....</b>   | <b>27</b> |
| <b>5 DISCUSSÃO .....</b>  | <b>31</b> |
| <b>6 CONCLUSÃO.....</b>   | <b>36</b> |

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>37</b>                            |
| <b>Capítulo III - Inclusão de subprodutos do babaçu em silagem de capim tanzânia em<br/>ração total como alternativa alimentar para ovinos.....</b> | <b>43</b>                            |
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>45</b>                            |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>  | <b>46</b>                            |
| <b>2.1 Geral .....</b>  | <b>46</b>                            |
| <b>2.2 Específicos .....</b>  | <b>46</b>                            |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>   | <b>46</b>                            |
| <b>3.1 Localização .....</b>  | <b>46</b>                            |
| <b>3.2 Tratamentos e delineamento experimental .....</b>  | <b>46</b>                            |
| <b>3.3 Processo de ensilagem .....</b>  | <b>47</b>                            |
| <b>3.4 Perfil fermentativo.....</b>   | <b>48</b>                            |
| <b>3.5 Análises bromatológicas.....</b>   | <b>49</b>                            |
| <b>3.6 Estabilidade aeróbia .....</b>   | <b>50</b>                            |
| <b>3.7 Estatística .....</b>  | <b>Erro! Indicador não definido.</b> |
| <b>4 RESULTADOS .....</b>   | <b>51</b>                            |
| <b>5 DISCUSSÃO .....</b>  | <b>54</b>                            |
| <b>6 CONCLUSÃO.....</b>   | <b>59</b>                            |
| <b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>60</b>                            |

## Capítulo I - Silagens de ração total a base de capim-tanzânia e subprodutos da agroindústria do babaçu

### 1 INTRODUÇÃO

Os capins tropicais são comumente utilizados como alternativas para o aproveitamento do excedente de forragem visto que 80 a 90% de sua produtividade é concentrada no período das águas (ROLIM, 1994), e principalmente devido ao seu potencial forrageiro, características nutricionais, digestibilidade (690,68 g/kg) e produtividade (8000 kg MS/ha/mês) (NUSSIO et al., 2000; CANO et al., 2004; MORAES, 2007; CUTRIM JUNIOR et al., 2011; CARVALHO et al., 2019).

Esse potencial de produção depende de vários fatores (luz, precipitação e temperatura), e estes estão favoráveis apenas em determinadas épocas do ano, ocasionando uma estacionalidade na produção de forragem, sendo necessário a utilização de tecnologias visando a conservação (FERRAZ & FELÍCIO, 2010; PONTES et al., 2016; GURGEL et al., 2017; EUCLIDES et al., 2018; EUCLIDES et al., 2019).

No entanto, a conservação dos capins na forma de silagem, requer uma visão técnica, devido suas limitações, pois, quando apresenta estágio fenológico para colheita aliando qualidade nutricional e quantidade de biomassa, estes apresentam baixa concentração de carboidratos solúveis (CHOs), alto poder tampão, e baixos teores de matéria seca. Fatores estes que influenciam diretamente o perfil de fermentação, consequentemente afetando as potencialidades nutricionais da planta (NUSSIO et al., 2000; SANTOS., et al 2008). Por isso são empregadas algumas técnicas visando contornar esses problemas, como o pré-murchamento e aplicação de aditivos (ZANINE et al. 2006).

Assim, a silagem de ração total (SRT), que consiste na produção de silagem onde a forragem é ensilada juntamente aos componentes dos concentrados, podendo estes serem alimentos proteicos, energéticos, minerais, vitaminas, coprodutos e subprodutos. Que beneficiam a estocagem, através do controle e redução de outras fermentações, produzindo uma quantidade menor de ácidos, elevando a digestibilidade dos produtos e elevando a estabilidade do material. (NISHINO et al., 2003; XU et al., 2007; CAO et al., 2009; WEINBERG et al., 2011; MIYAJI et al., 2013; GUSMÃO et al., 2018).

No maranhão a produção do babaçu é significativa, e o fruto da palmeira apresenta diversas opções de uso, desde alimentação animal e humana até aplicação nas indústrias de cosméticos, farmacêutica, química, veterinária e combustível. Sendo presente em cerca de 10,3 milhões de hectares no estado maranhense. Os dois subprodutos regionais mais utilizados na

alimentação de ruminantes são, a farinha do mesocarpo e a torta de babaçu, que apresentam características benéficas, como elevados teores de matéria seca, que podem reduzir as perdas fermentativas da silagem, além de contribuir nutricionalmente para a dieta (KONDO et al., 2015).

A utilização de subprodutos que sejam eficientes, reduzindo os custos da dieta, melhorando a conservação e a biodiversidade, gerando renda para a população e agregando valor a um produto do extrativismo, é de grande importância.

Já é comprovada que a inclusão de farelo proporciona melhorias na degradação da matéria seca das silagens de capim-Marandu (COSTA et al., 2016). Silagens na forma de ração total contendo subprodutos do babaçu apresentam melhorias no perfil fermentativo, redução da produção de etanol, elevação do valor nutricional e tem maior degradação da MS e PB em comparação com a silagem exclusiva de cana-de-açúcar, segundo Portela, 2020.

Diante disso, objetivou-se avaliar a composição química e o perfil de fermentação de silagens de capim tanzânia na forma de ração total com inclusão de subprodutos da agroindústria regional como alternativa nutricional para bovinos de leite e ovinos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Silagem de capins tropicais

A utilização de forrageiras conservadas em dietas de ruminantes é de grande relevância visto que as pastagens tropicais reduzem consideravelmente o seu valor nutricional e biomassa durante a época seca do ano. Assim o uso da silagem permite suprir a deficiência de forragem, além de aproveitar o excedente do período das águas. Isso devido a sua capacidade forrageira, particularidades nutricionais, digestibilidade e produtividade, que melhoram os índices produtivos dos rebanhos durante o ano (NUSSIO et al., 2000; CHIZZOTTI et al., 2005; MORAES, 2007).

As principais espécies utilizadas no Brasil são *Panicum maximum* (Mombaça, Tanzânia, Quênia, Zuri, Tamani, Massai), *Pennisetum purpureum* (Capim-Elefante), *Brachiaria decumbens* (Basilisk), *Brachiaria brizantha* (Marandu, Piatã, Xaraés, Paiaguás, Ipyporã), entre outras espécies que possuem potencial para a confecção de silagens (FERRAZ & FELÍCIO, 2010; PONTES et al., 2016; EUCLIDES et al., 2018A; EUCLIDES et al., 2019).

Apesar das diversas espécies disponíveis, é necessária uma visão técnica para a utilização destas na forma de silagem, devido as suas limitações, referentes as características presentes no momento da colheita, quando se busca qualidade nutricional e quantidade de biomassa, as gramíneas apresentam baixo teor de carboidratos solúveis (CHOs) e matéria seca (MS), além de alto poder tampão (PT). Estes fatores afetam diretamente o perfil de fermentação no silo (NUSSIO et al., 2000; SANTOS., et al 2008).

Ocorrendo a diluição dos ácidos produzidos pelas bactérias heterofermentativas, reduzindo a eficiência na queda do pH da massa, e prejudicando o início da fase de estabilidade. A elevada atividade de água ( $A_w$ ), torna favorável o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, principalmente devido ao consumo dos carboidratos e proteínas presentes no material. Tudo isso gera maior produção de ácido butírico e nitrogênio não proteico (NNP) que acabam afetando as características bioquímicas, sensoriais e bromatológicas da silagem. Esse processo é conhecido como fermentação secundária e sua duração e extensão prediz a qualidade final do volumoso conservado (TOSI et al., 1999; CASTRO et al., 2006; JOBIM et al., 2007).

Em relação aos carboidratos solúveis estes são utilizados, gerando diversos compostos, como ácidos graxos voláteis, ácido lático, álcool,  $CO_2$ , água e calor. No entanto cada conjunto de produtos gerados é originado de grupos diferentes de microrganismos (heterofermentativas e homofermentativas) (MUCK, 2010). Sendo assim a concentração de carboidratos é fundamental para formação do ácido lático, visto que a sua correlação é alta e positiva, entre o

teor de ácido láctico das silagens e o teor de carboidratos solúveis da forragem utilizada, se tornando essencial para a conservação anaeróbia, , indicando que o perfil de fermentação láctica é dependente da presença dessas substâncias (SENGER et al., 2005; PEREIRA et al., 2007; RIBEIRO et al., 2007).

Outro fator determinante para fermentação em silagens de capins tropicais é capacidade tampão que ocorre devido aos efeitos de ácidos fracos e sais, que elevam a resistência a variação hidrogeniônica (pH). Ou seja, em ambientes tamponados, mesmo com adição de bases ou ácidos, o valor de pH dificilmente é alterado (NEUMANN et al., 2010).

Normalmente, os principais ácidos responsáveis pelo tamponamento em forrageiras são, cítrico, fosfórico, glicérico e málico suas concentrações afetam diretamente o pH na fase de fermentação. Por isso forrageiras com alto poder tampão, necessitam de elevação nos teores de ácidos orgânicos fortes, ou seja, existe maior necessidade na quantidade de carboidratos solúveis conversíveis, de modo a reduzir o pH para valores adequados. E como citado acima, elevada umidade interfere no efeito tampão das forrageiras, ocasionado por uma maior atividade de água (PEREIRA et al., 2007).

Diante desses fatores, é necessário que as forrageiras ou determinados alimentos possuam estas características satisfatórias, sendo considerados de alta capacidade fermentativa (CF).

Assim a qualidade da silagem depende da qualidade do material ensilado, visto que diversos fatores podem interferir, antes, durante, e após o processo de ensilagem (JOBIM et al., 2007). E uma das alternativas para contornar estes entraves, seria o pré-emuchercimento. Porém este, possui gastos operacionais, além de conter riscos de chuvas, que podem prejudicar o processo. Outra forma seria a inclusão de aditivos sequestrantes de umidade, que elevam os teores de matéria seca (SCHMIDT et al., 2014).

## **2.2 Silagem de ração total (SRT)**

Silagem de ração total ou silagem de dieta total é o termo utilizado para o resultado final do processo de ensilagem contendo forragens, farelos proteicos e energéticos, subprodutos, minerais, vitaminas, aditivos entre outros. Todos de maneira balanceada, para atender a exigência nutricional de determinada categoria animal, reduzindo assim custos operacionais, com misturas diárias no preparo de rações (YUAN et al., 2015; SCHINGOETHE, 2017).

Esse modelo de silagem, foi apresentado em meados do século XX, onde o Journal of Dairy Science publicou os primeiros dados na década de 1950. Nessa época difundiu-se a utilização de ração mistura total (TMR), para acompanhar a elevação na produção de leite (SCHINGOETHE, 2017).

As SRT não são práticas recentes, segundo Nishino et al., (2003), diversos países como Japão (WANG & NISHINO, 2008a) e China (HU et al., 2015), geram grande quantidades de resíduos agroindustriais, e destinaram a sua utilização à alimentação de ruminantes, os quais poderiam ser utilizados para melhorar o perfil fermentativo e reduzir as perdas na ensilagem (NISHINO et al., 2004; WANG, NISHINO, 2008b). Outros países como Israel (WEINBERG et al., 2011), Irã (ABDOLLAHZADEH et al., 2010), Finlândia (SEPPÄLÄ et al., 2012), fazem usos dessa tecnologia, visando melhoria nas dietas de ruminantes, visto o grande número de resíduos que podem ser incluídos como ingredientes nas dietas (WEINBERG et al., 2011).

Como abordado tópico acima, são conhecidos os efeitos do teor de umidade na silagem de gramíneas quando ensiladas de maneira exclusiva. Nas SRT esse efeito também ocorre, no entanto, devido aos diferentes ingredientes adicionados a mistura, o efeito e a magnitude dos produtos gerados são alterados. De maneira geral, o nível de umidade pode afetar o padrão de fermentação e o fracionamento de nutrientes como a proteína e disponibilidade de outros como o amido. E elevações na digestibilidade do amido dependem do teor de umidade, e são relatadas em silagens de grãos (BENTON et al, 2005; BUENO et al 2020).

Hao et al. (2015), não observaram grandes alterações na composição química, como proteína bruta (PB), carboidratos solúveis (CHOS), fibra em detergente neutro (FDN) e na digestibilidade de SRT em diferentes níveis de umidade. No entanto, produtos como ácido láctico, ácido acético e nitrogênio amoniacal, aumentaram com o acréscimo do nível de umidade. Apesar disso, todas as SRT foram aerobiamente estáveis, independentemente do teor de umidade. Em resumo, a elevação dos níveis de umidade em SRT afeta o padrão de fermentação, levando ao maior acúmulo de produtos finais e proteólise, acompanhada por maior perda de MS, no entanto, com efeitos mínimos ou nenhum efeito sobre a estabilidade aeróbia.

Outro ponto importante são os componentes dos carboidratos solúveis em água, sacarose, glicose e frutose, que são os principais substratos utilizados para o crescimento microbiano durante a fermentação da silagem (ROOKE & HATFIELD, 2003). Weinberg et al. (2011) relataram uma redução contínua nos carboidratos solúveis em silagens de ração total, armazenadas durante 144 dias. Consequentemente, o conteúdo final de carboidratos solúveis em silagens depende também de seu conteúdo inicial e do curso da fermentação. No entanto espera-se que a maioria dos carboidratos solúveis sejam consumidos durante as primeiras semanas de fermentação.

Avaliação dos produtos finais da fermentação, é devido a grande importância para a preservação das SRT durante o armazenamento e alimentação. Além disso, esses compostos podem contribuir no quesito nutricional, fornecendo nutrientes, na ingestão das dietas e alterando o

metabolismo dos microrganismos ruminais (DANIEL & NUSSIO, 2011).

Busca-se, como nas silagens convencionais, prevalência de fermentação láctica, para redução rápida do pH, no entanto em SRT, possivelmente haverá maior número de compostos, que podem ser formados durante a fermentação como, ácidos graxos voláteis, álcoois, ésteres, aldeídos e cetonas. As alterações nutricionais que ocorrem durante o tempo de armazenamento das SRT, afetando as porcentagens de proteína verdadeira e elevação na digestibilidade do amido, possivelmente podem representar melhoria na eficiência alimentar em ruminantes (BUENO et al., 2020).

Por isso quando se avaliam as silagens de SRT, observam-se diversos fatores e características vantajosas, que melhoram o perfil de fermentação, apresentando redução nos acúmulos de compostos orgânicos voláteis, quando comparadas com ensilagens do subproduto exclusivo, além da redução de fermentações secundárias e melhorar a estabilidade aeróbia. (NISHINO et al, 2003).

No entanto nem todos os ingredientes adicionados a mistura total ocasiona efeitos benéficos a silagem de ração total, podendo ocasionar valores altos de pH, aumento na população de microrganismos e redução de ácido láctico, assim se faz necessário a caracterização dos ingredientes adicionados. Por isso o ideal é adição de ingredientes que proporcionem melhor fermentabilidade (NISHINO et al., 2011; YUAN et al., 2015).

Avaliando os produtos finais do processo de silagens de mistura total, percebe-se melhorias na homogeneidade da dieta evitando a seletividade animal, principalmente em confinamentos de vacas leiteiras, evitando assim riscos de problemas metabólicos, como acidose ruminal (HOSODA et al., 2019).

Estudos de Miyaji et al. (2013) apresentaram dietas formuladas para vacas de alta produção ( $\pm 45$  kg de leite/dia) substituindo 100% do grão de milho por arroz integral e coprodutos de soja na silagem de SRT, mostrando ser uma alternativa eficiente, reduzindo as perdas de nitrogênio pela urina, sem afetar diretamente o consumo e na produção de leite.

Demonstrando a aplicabilidade e eficiência das silagens de SRT, como Sakai et al., (2015), quando utilizaram grãos de cerveja na silagem, em búfalos elevando a ingestão de matéria seca, proteína bruta e NDT, além de elevar o peso e a produção de leite.

Outros estudos avaliaram a utilização da silagem de ração total em ovinos, gerando conclusões que esse tipo de ensilagem eleva a digestibilidade dos nutrientes, reduz a emissão de metano e perdas de energia quando comparadas a rações de mistura total frescas (CAO et al., 2009).

Santos et al, (2020) quando avaliaram silagens de palma combinada com glicírdia,

adicionadas em SRT, no nível de 60%, apresentaram indicadores qualitativos satisfatórios, além de identificar grupos de microrganismos benéficos para preservação da massa ensilada.

Portanto, combinar diferentes alimentos com características diferentes tende a melhorar o processo de conservação, sejam eles secos ou úmidos podendo minimizar a produção de efluentes e as fermentações indesejáveis. Além de promoverem heterofermentação melhorando a estabilidade aeróbia.

No entanto o uso de silagem de ração total viabiliza o uso dos capins resultantes de subpastejo, se torna uma alternativa de uso dessa forrageira pra uma época de maiores necessidades como por exemplo a seca.

### **2.3 Subprodutos do babaçu (*Attalea speciosa*)**

O Babaçu é nativo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, sendo distribuído por mais de 18 milhões hectares por todo território nacional (OLIVEIRA et al., 2013). E o Maranhão é o estado com a maior população de palmeiras do babaçu em âmbito nacional (92%). A microrregião de Itapecuru, e seus municípios são os maiores produtores de resíduos deste fruto (IBGE, 2015). Entre as diversas espécies de palmeiras do babaçu a de maior exploração é a *Attalea speciosa* (LORENZI, 2010).

A palmeira do babaçu (Figura 1) atinge cerca de 20 metros de altura, iniciando a frutificação entre o 7º e 8º ano de vida, alcançando plena produção aos 15 anos, vivendo em média 35 anos (CARNEIRO, 2011). O período de intensa frutificação da palmeira ocorre durante o período de estiagem (junho a dezembro). O coco (fruto) é o componente mais explorado da planta, contendo diferentes camadas, dando assim origem à diferentes subprodutos e coprodutos (TEIXEIRA, 2003; SOLER et al., 2007).

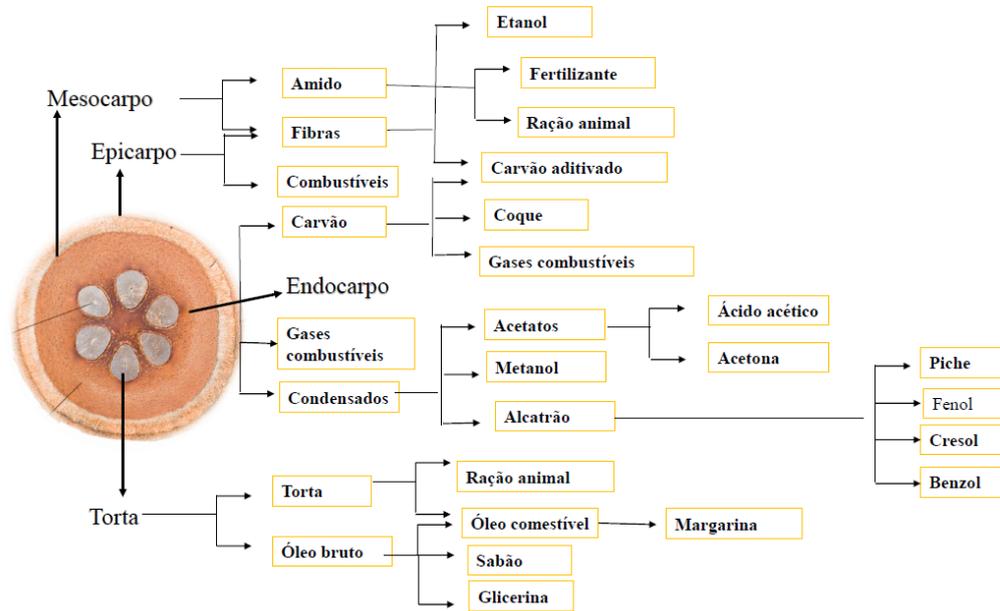


**Figura 1** - Palmeira do babaçu frutificada Fonte: <http://pitagorasii.blogspot.com/>

Alguns resíduos gerados são utilizados na alimentação animal (GERUNDE NETO et al., 2016), destacando-se a farinha amilácea (FAB) e a torta de babaçu (TB) (EMBRAPA, 1984). Melhorando assim a usabilidade destes resíduos, visto que a inclusão de subprodutos da agroindústria, podem melhorar o perfil nutricional e fermentativo de silagens (FERREIRA et al., 2004).

O fruto é extraído da palmeira de maneira manual, normalmente quando atingem o estágio de maturação, se desprendem do cacho, e caem no solo. Após a extração, são vendidos para a indústria, onde são processados tendo como objetivo a extração do óleo da amêndoa, gerando diversos subprodutos (Figura 2).

O processo de retiradas dos componentes pode ser realizado de maneira manual ou mecanizada, onde os frutos são direcionados para um descascador separando o epicarpo e mesocarpo. Seguindo então para o quebrador que possui um sistema de peneiras, separa o endocarpo grosso do endocarpo fino, misturado juntamente com as amêndoas. Após esse processo, o material segue para a um separador hidráulico, dividindo as amêndoas, menos densas, do endocarpo, mais denso (CASTRO, 2012). A partir de outros processos são originadas as farinhas do mesocarpo, que recebem três classificações, de acordo com a sua granulometria e textura: farinha fina ( $150\mu$  - tipo I), média ( $150$  à  $180\mu$  - tipo II) e grossa ( $180$  à  $240\mu$  - tipo III) (SILVA, 2008; CRUZ, 2012).



**Figura 2:** Diagrama de aproveitamento dos componentes estruturais do babaçu.  
Fonte: Adaptado de (MAY, 1990; SANTOS, 2018)

O babaçu possui potencial de inclusão em dietas de ruminantes. Santos et al, (2020), avaliando inclusão da farinha amilácea de babaçu na alimentação de cordeiros confinados na fase de terminação, relataram que o nível de 20% proporciona margens de lucratividade positiva, como fonte energética alternativa na dieta de ovinos. Já, Sá et al (2014), trabalhando com inclusão da torta do babaçu, na dieta de ovinos, relatam que a utilização de até 22,5%, não ocasiona distúrbios metabólicos.

Além da inclusão em dietas, o babaçu proporciona efeitos benéficos em silagens. Costa et al, (2016), relatou redução nos teores de FDN, FDA, celulose, e elevação da matéria seca e proteína até o nível de 17,6% de inclusão do farelo de babaçu em silagens de capim-Marandu. Além de proporcionar melhorias na degradação.

Rezende et al, (2011) quando adicionaram 15% na silagem de cana de açúcar promoveu elevações na matéria seca e proteína bruta, e reduções nas perdas por gases e por efluentes. Portela, (2020) quando avaliou silagens na forma de ração total contendo concentrados subprodutos do babaçu, relatou melhorias no perfil fermentativo e nutricional, reduzindo a produção de etanol, além de elevar a degradação da MS e PB. Visto isso, o babaçu se mostra promissor na nutrição de ruminantes.

### 2.3.1 Farinha amilácea do babaçu

A farinha amilácea do babaçu (FAB) é obtida através da remoção das impurezas, após a passagem pelas peneiras, de variados diâmetros, originando diferentes granulometrias (SILVA,

2008). Posteriormente o mesocarpo é torrado em temperaturas elevadas (CRUZ, 2012).

A FAB, denominada farinha amilácea, devido as proporções de amido que chegam a 60% segundo Cinelli et al, (2014). Segundo Rostagno et al. (2011) a FAB possui em média 86% de matéria seca, 37% de FDN (fibra em detergente neutro), 2% de proteína bruta e 3687 Kcal.kg<sup>-1</sup> de valor energético. Valores aproximados foram encontrados por Carneiro (2011), de MS (matéria seca) 87% e PB (proteína bruta) 3%. Diferenças na composição da FAB são comuns, segundo Miotto (2011), devido principalmente aos diferentes tipos de processamentos, clima e região onde os frutos são processados, pois estas variáveis podem alterar a composição química deste subproduto.

Santos et al, (2019), quando avaliou a inclusão de farinha do mesocarpo do babaçu em dietas de caprinos, afirma que pode ser utilizada em até 30% da matéria seca total da dieta sem afetar o comportamento ingestivo e o sistema de termorregulação dos animais. Corroborando com a sua utilização na alimentação animal.

### **2.3.2 Torta de babaçu**

As amêndoas do fruto do babaçu possuem 65% de seu peso em óleo, e um dos principais subprodutos resultantes deste processamento é a torta de babaçu, amplamente utilizada na alimentação animal (FRAZÃO, 2001).

Os valores referentes a sua composição química e bromatológicas (CQBAL 4.0) ficam na faixa de 90,75% de matéria seca (MS), 39,66% de FDA (fibra em detergente ácido), 71,41% de FDN (fibra em detergente neutro) e 19,27% de proteína bruta (PB). A composição segundo Rostagno et al. (2011) apresentou valores de 92,41% de matéria seca (MS), 63,21% de FDN, 36,93% de FDA e 20,19% de PB. Valadares Filho et al (2006) também encontrou valores aproximados 90,31% de matéria seca (MS) e 20,62% de PB, além de 78,68 %de FDN e 53,78% de FDA.

A inclusão do subproduto farelo de babaçu, apresenta benefícios quando adicionadas em silagens de capins. Costa et al, (20216) afirma que a utilização da torta ou farelo eleva os teores de matéria seca, além dos teores de FDN, FDA, celulose e aumento no teor de proteína até a inclusão de 17,6%. Além de benefícios bromatológicos, no presente trabalho houve melhoria na degradação da matéria seca. E assim mostrando ser uma opção viável, para melhorias nas dietas e redução de perdas em silagens para alimentação de ruminantes.

Portela (2020), afirma que entre vários subprodutos, a torta do babaçu apresenta valores superiores em relação a composição química, valor nutricional e degradação ruminal satisfatória

para ser utilizada como a aditivo ou em substituição parcial de outros concentrados tradicionais mediante a disponibilidade e preços acessíveis.

No mesmo trabalho, avaliou a inclusão da torta em silagens de cana-de-açúcar na forma de ração total, que apresentam melhorias no perfil fermentativo, redução de etanol, melhoria no valor nutricional e elevação na degradação da MS e PB. Reforçando que este subproduto pode ser utilizado em dietas para ruminantes.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOLLAHZADEH, F.; PIRMOHAMMADI, R.; FATEHI, F. BERNOUSI, I. The effect of feeding ensiled mixed tomato and apple pomace on performance of Holstein dairy cows. Slovak. **Journal of Animal Science**, v3.1, p.31-35, 2010.

ARCURI, P.B.; CARNEIRO, J.C. LOPES, F.C.F. Microrganismos indesejáveis em forragens conservadas. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2., Maringá, 2004. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p.172-197.

BENTON, J.R.; KLOPFENSTEIN, T.; ERICKSON, G.E. Effects of Corn Moisture and Length of Ensiling on Dry Matter Digestibility and Rumen Degradable Protein. In Nebraska **Beef Cattle Reports**; University of Nebraska-Lincoln: Lincoln, NE, USA, pp. 31–33, 2005.

BOLSEN, K. K. Silage: basic principles. **Forages**, v. 5, p. 163-176, 1995.

BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. C. Silagem de alta qualidade para bovinos. Eficiência na produção de bovinos de corte. Santa Maria: **Universidade Federal de Santa Maria**, p. 185-204, 2000.

BUENO, A. V. I., LAZZARI, G., JOBIM, C. C., & DANIEL, J. L. P. Ensiling total mixed ration for ruminants: **A review. Agronomy**, v. 10, n. 6, p. 879, 2020.

BUENO, J.L.; BOLSON, D.C.; JACOVACI, F.A.; GOMES, A.L.M.; RIBEIRO, M.G.; BUENO, A.V.I.; JOBIM, C.C.; DANIEL, J.L.P. Storage length interacts with maturity to affect nutrient availability in unprocessed flint corn silage. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2020, 49. DOI: 10.37496/rbz4920190247

CANO, C. C. P., CECATO, U., CANTO, M. W. D., RODRIGUES, A. B., JOBIM, C. C., RODRIGUES, A. M. & NASCIMENTO, W. G. D. (2004). Produção de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33, 1949-1958.

CAO Y.; TAKAHASHI T.; HORIGUCHI K. Effects of addition of food by-products on the fermentation quality of a total mixed ration with whole crop rice and its digestibility, preference, and rumen fermentation in sheep. **Anim Feed Sci Technol** 151: 1–11, 2009.

CARNEIRO, M. I. F. Farelo e mesocarpo do côco do babaçu na alimentação de aves. Tese (**Doutorado em Zootecnia**) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal - SP, 85p, 2011.

CARVALHO, V. E., ROCHA, N. S., DE CASTRO MACHADO, A., DO CARMO ARAÚJO, S. A., & ROBERTO, C. H. V. Utilização do resíduo de peneiração do milho grão como aditivo para ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia). **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 17, p. 1-10, 2019.

CASTRO, F. G. F.; NUSSIO, L. G.; HADDAD, C. M.; CAMPOS, F. P.; COELHO, R. M.; MARI, L. J.; TOLEDO, P. A. Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.7-20, 2006.

CASTRO, K. J. Torta de babaçu: consumo, digestibilidade, desempenho, energia metabolizável, energia líquida e produção de metano em ruminantes. 89 f. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, 2012.

CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; GARCIA, R.; CHIZZOTTI, M.L.; LEÃO, M.I.; PEREIRA, D.H. Consumo, digestibilidade total e desempenho de novilhos Nelore recebendo dietas contendo diferentes proporções de silagens de brachiaria brizantha cv. Marandú e de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2427-2436, 2005.

CINELLI, B. A. et al. Granular starch hydrolysis of babassu agroindustrial residue: A bioprocess within the context of biorefinery. **Fuel**, 124. p.41-48, 2014.

COSTA, C. D. S., RODRIGUES, R. C., ARAÚJO, R. A. D., SOUZA, F. B. F. D., SANTOS, F. N. D. S., COSTA, F. O., & MENDES, S. D. S. Composição química e degradabilidade in situ de silagens de capim-Marandu com farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, p. 572-583, 2016.

CQBAL 4.0. **Tabela de composição química e bromatológicas de alimentos**. 2017-2018. Disponível em: < <http://www.cqbal.com.br>>. Acesso em: 01/09/2019

CRUZ, L. A. Farinha do mesocarpo do babaçu em rações de frangos de corte. 2012. 60 fp. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2012.

CRUZ, R. S. Inclusão do farelo do mesocarpo de babaçu em dietas com diferentes níveis de concentrado para bovinos alimentados em confinamento. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO, 119p, 2012.

CUTRIM JUNIOR, J.A.A., CÂNDIDO, M.J.D., VALENTE, B.S.M., CARNEIRO, M.S.D.S., CARNEIRO, H.A.V. Características estruturais do dossel de capim-Tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 3, p. 489-497, 2011.

DA SILVEIRA PONTES, L., GIOSTRI, A. F., BALDISSERA, T. C., BARRO, R. S., STAFIN, G., PORFÍRIO-DA-SILVA, V., & CÉSAR DE FACCIO CARVALHO. Interactive effects of trees and nitrogen supply on the agronomic characteristics of warm-climate grasses. **Agronomy Journal**, 108(4), 1531-1541, 2016.

DANIEL, J. L. P. Contribuição da fração volátil no valor nutricional de silagens. 2011. F.162. **Tese** (Doutor em Ciência Animal e Pastagens). Piracicaba. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

DANIEL, J. L. P., & NUSSIO, L. G. Contribution of silage volatile compounds for the animal nutrition. In Proceedings of the 2nd **International Symposium on Forage Quality and Conservation**, São Pedro. FEALQ, Piracicaba, pp. 279-306, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Babaçu** - Programa Nacional de Pesquisa, Departamento de Orientação e Apoio a Programação de Pesquisa. Brasília - DF, **EMBRAPA**, 198p, 1984.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 1, p. 174-182, 2018.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 1, p. 174-182, 2018.

EUCLIDES, Valéria PB et al. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 3, p. 450-462, 2019.

FERRAZ, José Bento Sterman; DE FELÍCIO, Pedro Eduardo. Production systems—An example from Brazil. **Meat science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, A. C. H.; J. N. M.; NEIVA, N. M.; RODRIGUEZ, R. N. B.; LOBO, E. V. Valor nutritivo das silagens de capim elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, 33: 1380-1385, 2004.

FRAZÃO, J. M. F. Projeto Quebra Coco: “Alternativas econômicas para agricultura familiar assentadas em áreas de ecossistema de babaçuais.” **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Maranhão, 17p, 2001.

GERUDE NETO, O. J. A. et al. Intake, Nutrient Apparent Digestibility, and Ruminant Constituents of Crossbred Dorper × Santa Inês Sheep Fed Diets with Babassu Mesocarp Flour. **The Scientific World Journal**, 2016.

GURGEL, A. L. C. et al. Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim-massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, n. 2, p. 86-95, 2017.

GUSMÃO, J. O; DANES, M. A. C; CASAGRANDE, D. R; BERNARDES, T. C. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass Forage Science**. P. 1 – 10. DOI: 10.1111/gfs.12357, 2018.

HAO, W.; WANG, H.L.; NING, T.T.; YANG, F.Y.; XU, C.C. Aerobic stability and effects of yeasts during deterioration of non-fermented and fermented total mixed ration with different moisture levels. Asian-Australas. **J. Anim. Sci.** 2015, 28, 816–826.

HOSODA, K.; OHMORIB, H.; NAKAMURA, Y.; KAMIYA, M. Effect of inclusion rate of corn silage in ensiled total mixed ration on dry matter intake, nutrient digestibility, and ruminal fermentation in Japanese Wagyu steer. **Livestock Science**, 229, 126–130, 2019.

HU, X.; HAO, W.; WANG, H.; NING, T.; ZHENG, M.; XU, C. Fermentation characteristics and lactic acid bacteria succession of total mixed ration silages formulated with peach pomace. Asian Australians, **Journal of Animal Science**. v. 28, p. 502 – 510, 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Extração Vegetal e Silvicultura. Rio de Janeiro, 2015. **Site**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=ma&tema=extracaovegetal2014>. Acesso em: 03 de ago, 2021.

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

KONDO, M., SHIMIZU, K., JAYANEGARA, A., MISHIMA, T., MATSUI, H., KARITA, S., GOTOA, M., FUJIHARA, T. Changes in nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1175–1180, doi:10.1002/jsfa.7200, 2015.

LORENZI, H. **Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (Palmeiras)**. Led. Nova odessa, São Paulo: 367p, 2010.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. John Wiley & Sons. Chichester. p. 218, 1981.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: halcombe Publications, 340p. 1991

MIOTTO, F. R. C. Farelo do mesocarpo de babaçu (*Orbygnia* sp.) na terminação de bovinos: composição física da carcaça e qualidade da carne. **Tese (Doutorado em Ciência Animal)** – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO. 140p, 2011.

MIYAJI, M.; MATSUYAMA, H.; HOSODA, K.; NONAKA, K. Milk production, nutrient digestibility and nitrogen balance in lactating cows fed total mixed ration silages containing steam-flaked brown rice as substitute for steam-flaked corn, and wet food by-products. **Animal Science Journal**. v. 84, p.483-488, 2013.

MORAES, E.H.B.K. Ensilagem de gramíneas tropicais. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n.1, p. 606-608, 2007.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.183- 191, 2010.

NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M. R.; FARIA, M. V.; UENO, R. K.; REINERH, L. L.; DURMAN, T. Aditivos químicos utilizados em silagens. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, n.2, p.187-195, 2010.

NISHINO, N. et al. Effects of wilting and molasses addition on fermentation and bacterial community in guinea grass silage. **Letters in Applied Microbiology**, v. 54, p. 175-181, 2011.

NISHINO, N., HARADA, H., SAKAGUCHI, E., Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of Science**. V.83, p.557-563, 2003.

NISHINO, N., WADA, H., YOSHIDA, M., SHIOTA, H. Microbial counts, fermentation products, and aerobic stability of whole crop corn and a total mixed ration ensiled with and without inoculation of *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. **Journal of Dairy Science**. v.87, p.2563–2570, 2004.

NISHINO, N.; HARADA, H.; SAKAGUCHI, E. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of Science**. v. 83, p.557-563, 2003.

NUSSIO, L.G; PAZIANI, S.F; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. **Revisão bibliográfica**, 2000.

OLIVEIRA, A. I. R.; ALEXANDRE, G. P.; MAHMOUD. T. S. Babaçu (*Orbignya* sp): Caracterização física de frutos e utilização de solventes orgânicos para extração de óleo. In: III Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia. 2013, L Londrina. **Anais...** Londrina BBR – Biochemistry and Biotechnology Reports - ISSN 2316-5200 v. 2, n. 3, p. 126-129.

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

PORTELA, Ygor Nascimento. Potencial de utilização de subprodutos do babaçu em silagens de ração total como alternativa nutricional para ruminantes. **Dissertação**, 2020.

REZENDE, A. A. S., PASCOAL, L. A. F., VAN CLEEF, E. H. C. B., GONÇALVES, J. S., OLSZEWSKI, N., & BEZERRA, A. P. A. Composição química e características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar contendo farelo de babaçu. **Archivos de zootecnia**, 60(232), 1031-1039, 2011.

RIBEIRO, C.G.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S.; CASTRO, G.H.F.; RIBEIRO JUNIOR, G.O. Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1531-1537, 2007.

ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Ed.) Pastagens: fundamentos da exploração racional, Piracicaba: **FEALQ**. v. 2, p.533-566, 1994.

ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. Biochemistry of Ensiling. In *Silage Science and Technology*; Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H., Eds.; **American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America**: Madison, WI, USA, 2003; pp. 95–139.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. Ed. Viçosa: UFV, DZO, V.3, 252p, 2011.

SÁ, H. M. D., TELES, T. L., BORGES, I., MACEDO JUNIOR, G. D. L., & SILVA, S. P. D. Perfil metabólico em ovinos alimentados com inclusões crescentes da torta do babaçu na dieta, **Dissertação**, 2014.

SANTOS, E. ET AL. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim elefante com níveis de jaca desidratada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 09, n.1, p. 71-80, 2008.

SANTOS, F. N. S., SANTOS, E. M., OLIVEIRA, J. S., MEDEIROS, G. R., ZANINE, A. M., ARAÚJO, G. G. L., PERAZZO, A.F., LEMOS, M.L.P., PEREIRA, D.M., CRUZ, G.F.L, PAULINO, R.S & OLIVEIRA, C. J. B. Fermentation profile, microbial populations, taxonomic diversity and aerobic stability of total mixed ration silages based on Cactus and *Gliricidia*. **The Journal of Agricultural Science**, 158(5), 396-405, 2020.

SANTOS, P. A. C., NETO, O. J. D. A. G., MOREIRA FILHO, M. A., DA SILVA GOMES, R. M., & PARENTE, H. N. Análise econômica da inclusão de farinha amilácea de babaçu na dieta de cordeiros confinados. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, 3(3), 1421-1426, 2020.

SCHINGOETHE, D. J. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. **J. Dairy Sci.** 100:10143–10150, 2017.

Schmidt, P.; Souza, C.M.; Bach, B.C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? In: Jobim, C.C.; Cecato, U.; Canto, M.W.; Bankuti, F.I (eds.), Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 5.ed., Maringá, 2014. **Anais...** Maringá: UEM, 2014. p.243-264.

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SÁNCHEZ, L. M. B.; PERES NETTO, D.; LIMA, L.D. Composição química e digestibilidade „in vitro“ de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.

SEPPÄLÄ, A.; HEIKKILÄ, T.; MÄKI, M.; MIETTINEN, H.; RINNE, M. Controlling aerobic stability of grass silage-based total mixed rations. **Animal Feed Science and Technology** v. 179, p. 54-60, 2012.

SILVA, N. R. Desempenho produtivo de bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha amilácea de babaçu. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína - TO. 75p. 2008.

SILVA, N. R. Desempenho produtivo de bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha amilácea de babaçu. 2008. 75 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal Tropical – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia/Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2008.

SOLER, M. P. et al. Tecnologia de quebra do coco babaçu (Orbignaspeciosa). **Ciência Tecnologia de Alimentos**. V, 27, n. 4, p.717-722, 2007.

TEXEIRA, M. A. Estimativa do potencial energético na indústria do óleo de babaçu no Brasil. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3, 2000, Campinas. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?Scriptarttxt&pid=MS0000000022000000200045&lng=pt&nrm=abn>. Aceso em 03 de Ago. 20.

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

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para ruminantes**. 2. ed. Viçosa - MG, UFV, 2006.

WANG, F., NISHINO, N., Resistance to aerobic deterioration of total mixed ration silage: effect of ration formulation, air infiltration and storage period on fermentation characteristics and aerobic stability. **Journal of Science Food Agriculture**. v.88, p.133–140, 2008.

WANG, H.; NING, T.; HAO, W.; ZHENG, M.; XU, C. Dynamics associated with prolonged ensiling and aerobic deterioration of total mixed ration silage containing whole crop corn. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 29, 62–72, 2015. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0319>

WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film – A commercial scale experiment. *Animal Feed Science Technology*, v.164, p.125–129, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.016>

WEINBERG, Z.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; YOSEF, E.; NIKBAHAT, M.; MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film—A commercial scale experiment. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 164, 125–129, 2011.

WOOLFORD, Michael K. et al. **The silage fermentation**. Marcel Dekker, Inc., 1984.

XU, C. C.; CAI Y.; MORIYA N.; OGAWA M. Nutritive value for ruminants of green tea grounds as a replacement of brewers' grains in totally mixed ration silage. *Animal Feed Science and Technology* v.138, p.228-238, 2007

YUAN, X.; GUO, G.; WEN, A.; et al. The effect of different additives on the fermentation quality, in vitro digestibility and aerobic stability of a total mixed ration silage. *Animal Feed Science and Technology*, v. 207, p. 41-50, 2015.

ZANINE, A. M. et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. *Archivos de zootecnia*, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

## Capítulo II - Inclusão de subprodutos do babaçu em silagem de capim tanzânia em ração total formulada para vacas leiteiras

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo, perdas na ensilagem e a composição química de silagens de capim tanzânia em ração total como alternativa alimentar para vacas leiteiras. Para a avaliação do perfil fermentativo e composição química utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (silagens) e cinco repetições (silos), os quais foram compostos SC: Silagem de capim-tanzânia (controle); SRTP: silagem de capim-tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: silagem de capim-tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: silagem de capim-tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para as variáveis, pH, nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ), perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE), recuperação da matéria seca (RMS) e CSA. No entanto não houve diferença estatística para o PT. O maior valor de pH foi observado para o tratamento SRTT, não apresentando diferença entre os tratamentos SRTP e SRTF, e o menor valor para a SCT ( $P < 0,0001$ ). Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável PT ( $P < 0,3313$ ). No entanto para a variável  $N-NH_3$ , houve diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) em que os menores valores foram observados nas silagens de SRT, e o maior valor para a SCT. Foram constatadas maiores ( $P < 0,0001$ ) PG e PE para a silagem SCT em relação a todas as silagens na forma de ração (SRT). As SRT apresentaram maiores valores de RMS em relação à SCT ( $P < 0,0010$ ). Para os CSA ( $P < 0,0001$ ) os maiores valores foram para as silagens SRT em relação a SCT. Para as variáveis da composição química, foram observados maiores valores ( $P < 0,0001$ ) de MS, PB, e NDT para os tratamentos das SRT em relação ao tratamento SCT. Entretanto, para as variáveis FDNcp e FDA, os maiores valores são referentes ao tratamento SCT. As variáveis CT ( $P < 0,0001$ ) e CNF ( $P = 0,0003$ ) foram significativas, as silagens de SRT apresentaram menores valores de carboidratos totais em relação a SCT. Já para variável de CNF as silagens apresentaram médias superiores em relação a silagem de SCT. As variáveis LIG, CEL, EE e estabilidade aeróbia (EA) não apresentaram diferença significativa. Os subprodutos do babaçu, torta e farinha amilácea, podem substituir em 50% o milho em silagens de capim-tanzânia, atendendo a proposta da silagem de ração total. Mostrando-se equivalentes em perfil de fermentação e composição bromatológica aos concentrados padrões, além de reduzir os custos de dietas de vacas leiteiras de média produção, dependendo da disponibilidade na região.

**Palavras-chave:** *Attalea speciosa*, composição química, perfil fermentativo.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the fermentative profile, silage losses and chemical composition of Tanzania grass silages in total ration as a food alternative for dairy cows. For the evaluation of the fermentation profile and chemical composition, a completely randomized design (DIC) was used, with four treatments (silages) and five replications (silos), which were SC compounds: Tanzania grass silage (control); SRTP: Tanzania grass silage with corn and soybean meal (standard diet); SRTF: Tanzania grass silage with corn, soybean meal and babassu flour; SRTT: Tanzania grass silage with corn, soybean meal and babassu pie. There was a significant effect ( $P < 0.05$ ) for the variables, pH, ammonium nitrogen ( $N-NH_3$ ), gas losses (PG), effluent losses (PE), dry matter recovery (RMS) and CSA. However, there was no statistical difference for PT. The highest pH value was observed for the SRTT treatment, showing no difference between the SRTP and SRTF treatments, and the lowest value for SCT ( $P < 0.0001$ ). There was no significant difference between treatments for the variable PT ( $P < 0.3313$ ). However, for the variable  $N-NH_3$ , there was a significant difference ( $P < 0.0001$ ) in which the lowest values were observed in SRT silages, and the highest value for SCT. Higher ( $P < 0.0001$ ) PG and PE were found for SCT silage in relation to all silages in the form of feed (SRT). The SRT showed higher RMS values in relation to the SCT ( $P < 0.0010$ ). For CSA ( $P < 0.0001$ ) the highest values were for SRT silages in relation to SCT. For the chemical composition variables, higher values ( $P < 0.0001$ ) of MS, CP, and TDN were observed for the SRT treatments in relation to the SCT treatment. However, for the variables NDFcp and ADF, the highest values refer to the SCT treatment. The variables CT ( $P < 0.0001$ ) and CNF ( $P = 0.0003$ ) were significant, the SRT silages presented lower values of total carbohydrates in relation to SCT. As for the CNF variable, the silages presented higher averages in relation to the SCT silage. The variables LIG, CEL, EE and aerobic stability (AE) did not present a significant difference. The babassu by-products, cake and starchy flour, can replace 50% of corn in Tanzania grass silages, meeting the proposal of total ration silage. Proving to be equivalent in fermentation profile and bromatological composition to standard concentrates, in addition to reducing the costs of diets for medium production dairy cows, depending on availability in the region.

**Keywords:** *Attalea speciosa*, chemical composition, fermentation profile

## 1 INTRODUÇÃO

A silagem de ração total (SRT), é uma alternativa viável cujo resultado final do processo de ensilagem terá fontes de volumosos, alimentos proteicos, enérgicos, minerais, vitaminas, aditivos, coprodutos e subprodutos, formulados em uma única mistura para atender às exigências nutricionais do animal. Esta prática de ensilagem, se mostra uma importante ferramenta nas propriedades, principalmente com a redução de mão de obra com misturas diárias (NISHINO et al., 2003; CAO et al., 2009).

Dentre as diversas espécies forrageiras recomendadas para ensilagem, destaca-se o capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), de origem africana, é uma das gramíneas mais difundidas no Brasil, devido à alta produtividade e alto valor nutritivo. Chegando a acumular massa de forragem antes do pastejo de 6000 kg MS/ha, e apresentar resíduo de forragem após pastejo de 2500 kg MS/ha. Sendo bem difundida como uma alternativa para o aproveitamento da forragem excedente no período das águas (VALLENTINE, 1990; ÁVILA et al., 2006; RODRIGUES et al., 2007; MOCHEL FILHO et al., 2016).

No entanto silagens confeccionadas exclusivamente com capins, sofrem elevadas perdas, devido as características do capim no momento da colheita. Assim a inclusão de agentes absorventes na ensilagem como os subprodutos, funciona como alternativa ao emurchecimento, reduzindo assim as operações extras, evitando perdas devido a chuvas no decorrer do processo de desidratação, além de melhorar as características fermentativas, elevando os teores de matéria seca, carboidratos solúveis e reduzindo, as perdas por efluentes, diminuindo o pH, e o N-amoniaco, fatores estes que melhoram a qualidade da silagem (FERRARI JUNIOR et al, 2009).

A inclusão de subprodutos do babaçu como a farinha do mesocarpo possui potencial como aditivos sequestrantes de umidade, além de melhor valor nutricional em dietas de ruminantes (NISHINO et al., 2003; KONDO et al., 2015; COSTA, 2016). Segundo Portela, 2020, podem ser substituídos até 50% do milho em dietas para vacas leiteiras

Porém, não poucos trabalhos na literatura utilizando subprodutos do babaçu em silagem de ração total. O que torna de grande importância o estudo, visto que, este alimento possui características bromatológicas que podem trazer alterações benéficas, sobre o perfil fermentativo da silagem, além da redução dos custos das dietas visto que os preços são menores quando comparados com concentrados padrões.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar o efeito da inclusão de farinha do mesocarpo e torta de babaçu em substituição ao milho nas silagens ração total a base de capim-tanzânia como alternativa nutricional para vacas leiteiras

### 2.2 Específicos

Avaliar o perfil fermentativo, quantificar os valores de pH, perdas por gases (PG) e efluentes (PE), poder tampão (PT), N- amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), recuperação de matéria seca (RMS), carboidratos solúveis em água (CSA) e Ácidos Orgânicos das silagens de ração totais.

Avaliar a composição bromatológica, determinando os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido corrigida para proteína (FDAp), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), carboidratos totais (CT), carboidratos não-fibrosos (CNF) e Lignina (LIG) das silagens de ração totais.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Localização

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, no Município de Chapadinha, Região do Baixo Parnaíba, situada a 03°44'33" W de latitude e 43°21'21" W de longitude. Apresenta clima tropical quente do tipo Aw, segundo classificação de Köppen (1928), com estação chuvosa de novembro a março e precipitação média de 1.670 mm ano<sup>-1</sup>.

### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foi avaliada a inclusão de dois subprodutos do babaçu (Tabela 1), em substituição a 50% do milho nos concentrados das dietas, nas silagens de ração total.

**Tabela -1** Composição química dos subprodutos do babaçu.

| Subprodutos | Variáveis (% MS) |     |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------------------|-----|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|             | MS               | MM  | MO   | PB   | FDNcp | FDAp | HEM  | CEL  | LIG  | EE   | CT   | CNF  |
| Farinha     | 87,4             | 3,8 | 96,9 | 5,2  | 66,0  | 54,7 | 11,2 | 37,9 | 16,8 | 22,4 | 67,4 | 13,6 |
| Torta       | 88,9             | 4,1 | 95,8 | 15,5 | 63,5  | 53,7 | 9,8  | 43,3 | 10,3 | 11,8 | 68,4 | 4,9  |

Os tratamentos foram compostos por silagem de capim-Tanzânia exclusiva (100%) no tratamento controle (SCT); silagem de ração total composta por 60% de capim-tanzânia e 40%

de concentrado, com base na dieta padrão, milho e soja, denominada de Silagem de Ração Total Padrão (SRTP); silagem de ração total composta por 60% de capim-tanzânia e 40% de concentrado, com inclusão da farinha amilácea de babaçu, denominada de Silagem de Ração Total com Farinha de Babaçu (SRTF) e silagem de ração total composta por 60% de capim-tanzânia e 40% de concentrado com inclusão da torta de babaçu, denominada de Silagem de Ração Total com Torta de Babaçu (SRTT).

O Delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. As dietas experimentais foram formuladas, na forma de SRT, com o objetivo de atender as exigências nutricionais de vacas leiteiras confinadas, com peso médio de 500 kg, produzindo 15 kg/dia, com um consumo médio de MS estimado de 14 kg/dia de acordo com NRC (2001).

### 3.3 Processo de ensilagem

Foram realizados tratamentos culturais de rebaixe da altura do capim e limpeza de plantas daninhas. Para o processo de ensilagem o capim-tanzânia foi cortado aproximadamente 10 cm do solo, transportado, picado em máquina ensiladeira acoplada ao trator, no tamanho de partícula de 2cm e misturado aos ingredientes do concentrado de forma manual, neste momento foram colhidas amostras da mistura *in natura*, para avaliação da composição química das dietas, valores estes apresentados na (Tabela 2).

**Tabela 2** - Composição química do capim-tanzânia e das dietas no momento da ensilagem.

| Variáveis (g/kg MS) | Tratamentos |        |        |         |
|---------------------|-------------|--------|--------|---------|
|                     | SCT         | SRTP   | SRTF   | SRTT    |
| MS                  | 225,95      | 317,71 | 304,21 | 299,38  |
| MM                  | 85,17       | 77,28  | 82,71  | 76,8595 |
| MO                  | 914,82      | 922,71 | 917,28 | 923,14  |
| PB                  | 68,22       | 114,01 | 113,49 | 114,97  |
| FDN                 | 731,97      | 604,80 | 620,76 | 682,76  |
| FDA                 | 642,01      | 469,69 | 508,45 | 522,15  |
| HEM                 | 89,96       | 135,11 | 112,31 | 160,61  |
| CHO                 | 8,77        | 11,61  | 10,63  | 10,58   |

SCT: Silagem de capim-tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim-tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim-tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim-tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; HEM: hemicelulose; CHO: Carboidratos solúveis.

Após a homogeneização, foi realizado a ensilagem da mistura em silos de polietileno, com capacidade para 3,6L (comprimento:191,4mm, altura:156,5mm e largura:193,6mm), dotados de válvula de *bunsen*, para escape dos gases. Em cada balde foi colocado 1 kg de areia desidratada, separada do material por um tecido para evitar contaminação, e posterior

quantificação dos efluentes de acordo com Jobim et al., (2007). Os silos foram compactados em densidade média de 550kg/m<sup>3</sup>, foram pesados, vedados com tampa plástica e envoltos por fita adesiva.

### **3.4 Perfil fermentativo**

Os silos após 45 dias de armazenamento, foram pesados, abertos e a silagem resultante do processo fermentativo foi removida manualmente, homogeneizada e amostrada para avaliações quanto ao seu perfil fermentativo e composição bromatológica.

Para determinação do pH, foram coletadas subamostras de 25g para análise, às quais foram adicionados 100 mL de água destilada, e, após repouso por 1h, efetuou-se a leitura do pH, utilizando-se um potenciômetro (BOLSEN et al., 1992).

O teor de nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>%) foi determinado utilizando-se 15 g de silagem fresca. Essa amostra foi transferida para liquidificador, juntamente com 100 mL de solução de cloreto de potássio 15% e processada durante 5 minutos, sendo filtrados e coletados 10 mL. O material foi colocado em um tubo digestor contendo 250 mg de óxido de magnésio calcinado e posteriormente destilado para determinação do nitrogênio pelo método de Kjeldal e expresso em percentual do nitrogênio total da silagem (NOGUEIRA e SOUZA, 2005).

Para a determinação do poder tampão (PT) utilizaram-se aproximadamente 15 g de amostra macerada juntamente com 250 mL de água destilada. E com ajuda de um potenciômetro, o material foi titulado primeiro até pH 3,0 com HCL 0,1 N para liberar os bicarbonatos como dióxido de carbono. Em seguida, titulado até pH 6,0 com NaOH 0,1 N, registrando o volume gasto de NaOH para mudar o pH de 4,0 até 6,0 conforme descrito por Playne & McDonald (1966).

Para avaliação dos ácidos orgânicos foram identificados eppendorfs com caneta permanente e registrado a sequência numérica referente ao experimento. As amostras foram descongeladas, e feitas as repetições. Foram diluídos 25g da amostra de silagem em 225 ml de água, processadas em liquidificador industrial por 1 min, foram coletados 10 ml da amostra diluída e filtrada (papel filtro) transferindo para Becker. Foram adicionadas 2 gotas de ácido sulfúrico concentrado. Adicionar ao filtrado 5 ml de ácido metafosfórico, e 1 ml de A. metafosfórico para cada 2 ml da silagem. Após isso a amostras foi homogeneizada e acidificada em vórtex, utilizando tubos de ensaio e centrifugadas por 10 min a 15.000 rpm. Foi coletar o sobrenadante com auxílio de pipeta automática e ponteiras transferindo para outro eppendorf previamente identificado e congeladas em freezer até envio para o laboratório

As perdas nas silagens sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso, segundo metodologia adaptada por Zanine et al. (2010). As perdas por gases, foram obtidas pela equação abaixo. Equação esta que baseia-se na pesagem dos silos no fechamento e na abertura, em relação à massa de forragem armazenada.

$$PG = [(PSf - PSa)] / [(MFf \times MSf)] \times 100, \text{ em que:}$$

PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura;

MFf = massa de forragem na ensilagem;

MSf = teor de MS da forragem na ensilagem.

As perdas por efluente foram calculadas pela equação abaixo, baseadas na diferença de peso da areia colocada no fundo do balde por ocasião do fechamento e abertura dos silos experimentais.

$$PE = (Pab - Pen) / (MVfe) \times 1000, \text{ em que:}$$

PE = Produção de efluente (kg/t de massa verde);

Pab = Peso do conjunto (silo+areia+ tecido+tela) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo+areia+tecido +tela) na ensilagem (kg);

MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

A recuperação da matéria seca foi estimada através da equação abaixo:

$$RMS = (MFab \times MSab) / (MFfe \times MSfe) \times 100, \text{ em que:}$$

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab= massa de forragem na abertura;

MSab= teor de MS na abertura;

MFfe = massa de forragem no fechamento;

Msfe = teor de MS da forragem no fechamento.

### 3.5 Análises bromatológicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA) pertencentes a UFMA-CCAA e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA), pertencente a UFPB-CCAA.

Para avaliação da composição química, foram colhidas amostras do material fresco, antes da ensilagem, e após a abertura dos silos. Estas amostras foram submetidas à pré-secagem por 72 horas, em estufa de ventilação forçada a  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  e, posteriormente, moídas em moinho de

facas tipo Willey com peneiras de crivos de 1 mm para a determinação dos teores de matéria seca (MS) pelo método 934,01 (AOAC, 2012), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl 920,87 (AOAC, 2012), extrato etéreo (EE) pelo método 920,39 (AOAC, 2012), matéria mineral (MM) pelo método 930,05 (AOAC, 2012), fibra em detergente neutro (FDN) (ROBERTSON e VAN SOEST, 1981), fibra em detergente ácido (FDA), (VAN SOEST et al., 1991).

O teor de matéria orgânica (MO) foi obtida pela equação,  $MO = 100 - MM$ . A concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>) foi determinada pela equação:  $\%FDN_{cp}MS = \%FDN - (\%PIDNMS + \%CIDNMS)$ . A fibra em detergente ácido corrigida para proteína (FDA<sub>p</sub>) foi calculada a partir da subtração do FDA pela PIDA. A lignina foi determinada de acordo com Van Soest et al. (1963). O teor de hemicelulose (HEM) foi calculado a partir da subtração do FDN<sub>cp</sub> pela FDA<sub>p</sub>, e a celulose (CEL) a partir da subtração do FDA<sub>p</sub> pela lignina.

Os carboidratos totais (CT) foram calculados a partir da equação:  $CT = 100 - (\%PB + \%MM + \%EE)$ , de acordo com Sniffen et al. (1992). A concentração dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtida pela equação,  $CNF = 100 - (\%PB + \%FDN_{cp} + EE + MM)$ , conforme proposto por Detmann et al. (2012). O teor de carboidratos solúveis foi determinado pelo método do ácido sulfúrico concentrado, conforme descrito por Dubois et al. (1956). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com Van Soest (1994), pela equação:  $NDT (\%) = Deg + (1,25 * EE) - MM$ . (Deg = Degrabilidade; 1,25 = fator de correção; EE = Extrato Etéreo; MM = Matéria Mineral), e a Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) pela metodologia de Tilley e Terry (1963).

### 3.6 Estabilidade aeróbia

O ensaio de estabilidade aeróbia foi avaliado por meio de monitoramento da temperatura interna das silagens expostas ao ar. As amostras de silagem foram colocadas sem compactação em silos experimentais de PVC sem tampa e mantidas em ambiente fechado com temperatura controlada (25°C). As temperaturas das silagens foram obtidas através de sensores de temperatura encapsulados, modelos DS18B20 (Maxim Integrated™, DS18B20, Califórnia, Estados Unidos, faixa de temperatura operacional de -55 a 125 °C, precisão de ±0.5 °C) interligados a um microcontrolador específico ATmega2560 (Arduino®, Mega 2560, Itália), sendo programado para aquisição da temperatura minuto a minuto, durante 120 horas. Os sensores foram inseridos a 15 cm de profundidade do silo, no centro da massa. Foi considerado o início da deterioração quando a temperatura interna das silagens atingiu 2°C acima da

temperatura ambiente (KUNG JR et al., 2000).

### 3.7 Estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, em que as médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando procedimento do PROC MIXED do software estatístico SAS (2004).

$$Y_{ik} = \mu + S_i + \epsilon_{ik},$$

Onde:

$Y_{ik}$  é uma variável dependente de medição na unidade experimental “k” da experiência silagem “i”.

$\mu$  é a constante geral.

$S_i$  é o efeito de silagem; e

$\epsilon_{ik}$  é o efeito de erro aleatório.

#### 4 RESULTADOS

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para as variáveis, pH, N-NH<sub>4</sub>, perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE), recuperação da matéria seca (RMS) e carboidratos solúveis (CHOS). No entanto, não houve diferença estatística para o poder tampão (PT) ( $P < 0,3313$ ) (Tabela 3).

O maior valor de pH foi observado para a silagem de capim tanzânia com milho (SRTT), não apresentando diferença entre as silagens de capim tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão) (SRTP) e as silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu (SRTF), e o menor valor foi observado para a silagem de capim tanzânia (controle) (SCT) ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 3).

No entanto para a variável de N-NH<sub>4</sub>, houve diferença significativa ( $P < 0,0001$ ), em que os menores valores foram observados nas silagens de ração total, e o maior valor para a SCT. Foram verificados maiores de perdas por gases e perdas por efluentes para a silagem SCT em relação as silagens de ração total (SRT) ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 3).

As silagens de ração total apresentaram maiores valores de RMS em relação à SCT ( $P < 0,0010$ ). Para os carboidratos solúveis ( $P < 0,0001$ ) os maiores valores foram observados para as silagens SRT em relação a SCT (Tabela 3).

**Tabela 3** - Valores de pH, poder tampão (PT), NH<sub>4</sub> perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

| Variáveis         | Tratamentos |        |        |        | EPM   | P – valor |
|-------------------|-------------|--------|--------|--------|-------|-----------|
|                   | SCT         | SRTP   | SRTF   | SRTT   |       |           |
| pH                | 5,15b       | 5,10bc | 5,08c  | 5,26a  | 0,017 | <0,0001   |
| PT (E. mgNaOH)    | 0,806       | 0,774  | 0,846  | 0,846  | 0,016 | 0,3313    |
| N-NH <sup>3</sup> | 11,19a      | 8,37b  | 8,84b  | 8,62b  | 0,299 | <0,0001   |
| PG (%MS)          | 0,214a      | 0,105b | 0,108b | 0,117b | 0,012 | <0,0001   |
| PE (kg/ton)       | 23,89a      | 13,02b | 14,82b | 14,77b | 1,142 | <0,0001   |
| RMS (%MS)         | 85,93b      | 94,68a | 95,09a | 95,39a | 1,198 | 0,0010    |
| CHOS (g/kg)       | 55,4b       | 90,8a  | 82,4a  | 80,2a  | 0,380 | 0,0001    |

PT: poder tampão; N-NH<sub>3</sub>: Nitrogênio Amoniacal; PG :perdas por gases; PE: perdas por efluentes; RMS: recuperação da matéria seca; carboidratos solúveis (CHOS); SCT: Silagem de capim tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média.

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para os valores de ácido láctico (AL), ácido butílico (AB) e para a interação AL:PF (PF = ácido láctico + ácido acético + ácido butílico + etanol + etanol). No entanto, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para os teores de ácido acético (AA), ácido propiônico (AP) e para o Etanol (Tabela 4).

As concentrações de ácido láctico foram superiores nas SRT, em relação ao tratamento controle SCT. Não apresentando diferença entre as SRT. Para o ácido butílico, o maior valor foi observado na SCT. As SRT apresentaram os menores teores e, não havendo diferença entre as demais silagens.

**Tabela 4** - Valores de ácido láctico (AL); ácido acético (AA); ácido butílico (AB), ácido propiônico (AP), etanol e porcentagem de ácido láctico nos produtos de fermentação de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para vacas leiteiras

| Variáveis              | Tratamentos |        |        |        | EPM   | P - valor |
|------------------------|-------------|--------|--------|--------|-------|-----------|
|                        | SCT         | SRTP   | SRTF   | SRTT   |       |           |
| AL (g/kg MS)           | 40,15b      | 51,91a | 51,22a | 52,08a | 0,249 | <0,0001   |
| AA (g/kg MS)           | 2,80        | 3,37   | 3,52   | 3,53   | 0,045 | 0,2237    |
| AB (g/kg MS)           | 2,62a       | 2,23b  | 2,17b  | 2,24b  | 0,012 | <0,0001   |
| AP (g/kg MS)           | 1,20        | 1,31   | 1,28   | 1,44   | 0,278 | 0,1248    |
| Etanol (g/kg MS)       | 14,3        | 12,41  | 12,61  | 13,11  | 0,247 | 0,1393    |
| AL:PF (%) <sup>1</sup> | 65,74b      | 72,87a | 72,34a | 71,93a | 0,069 | <0,0001   |

<sup>1</sup>FP = porcentagem de ácido láctico nos produtos de fermentação (PF = ácido láctico + ácido acético + ácido butílico + etanol + etanol) – Porcentagem de ácido láctico como produto final da fermentação. SCT: Silagem de capim Tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. EPM: erro padrão da média.

Em relação à composição química das silagens (Tabela 5), foram observados maiores valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT) e a Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) para as SRT em relação às SCT ( $P < 0,0001$ ). Entretanto, para as variáveis fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e para a fibra em detergente ácido (FDA), os maiores valores foram verificados para a SCT. Não havendo diferença para a composição química entre as SRT avaliadas (Tabela 5).

As variáveis carboidratos totais (CT) ( $P < 0,0001$ ) e carboidratos não fibrosos (CNF) ( $P = 0,0003$ ) diferiram entre as silagens, em que as SRT apresentaram menores valores de carboidratos totais em relação a SCT. Já para os teores de CNF, as SRT apresentaram valores superiores em relação a silagem de SCT. Sendo observado situação inversa para os teores de

celulose (CEL), em que os maiores teores foram verificados na SCT, não havendo diferenças entre as SRT ( $P < 0,0001$ ). Os teores de lignina (LIG) e extrato etéreo (EE), não apresentaram diferença significativa entre as silagens (Tabela 5).

**Tabela 5** - Composição química e digestibilidade *in vitro* de silagens de ração total com subprodutos do babaçu.

| Variáveis<br>(g/kg MS) | Tratamentos |         |          |         | EPM    | P-valor |
|------------------------|-------------|---------|----------|---------|--------|---------|
|                        | SCT         | SRTP    | SRTF     | SRTT    |        |         |
| MS                     | 206,30b     | 274,25a | 267,39a  | 276,95a | 6,879  | <0,0001 |
| MM                     | 105,07a     | 87,54c  | 98,09b   | 93,69b  | 1,593  | <0,0001 |
| MO                     | 894,93c     | 912,46b | 901,91b  | 906,91b | 1,593  | <0,0001 |
| PB                     | 65,53b      | 125,77a | 129,58a  | 130,51a | 6,193  | <0,0001 |
| FDNcp                  | 710,05a     | 566,29b | 589,79b  | 609,21b | 13,672 | <0,0001 |
| FDAp                   | 606,43a     | 458,62c | 482,71bc | 506,41b | 1,373  | <0,0001 |
| LIG                    | 130,61      | 120,43  | 161,28   | 116,39  | 8,221  | 0,2091  |
| HEM                    | 103,62      | 107,68  | 107,08   | 102,80  | 0,892  | 0,9972  |
| CEL                    | 475,81a     | 357,68b | 362,59b  | 358,21b | 1,340  | <0,0001 |
| EE                     | 17,45       | 21,75   | 19,93    | 21,25   | 0,125  | 0,5985  |
| CT                     | 80,87a      | 76,55b  | 75,28b   | 77,02b  | 0,521  | <0,0001 |
| CNF                    | 9,87b       | 19,82a  | 16,30a   | 16,10a  | 1,008  | 0,0003  |
| NDT                    | 594,01b     | 727,34a | 650,96a  | 657,56a | 15,221 | 0,0050  |
| DIVMS                  | 522,69b     | 642,21a | 620,31a  | 627,91a | 14,368 | 0,0038  |

SCT: Silagem de capim tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da MS; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 6.** Valores médios de temperatura máxima e estabilidade aeróbia de silagem de ração total em dietas de vacas leiteiras após 114 horas de exposição.

| Variável <sup>1</sup> | Tratamentos      |                   |                   |                   | EPM   | P-Valor |
|-----------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|---------|
|                       | SCT <sup>1</sup> | SRTP <sup>2</sup> | SRTF <sup>3</sup> | SRTT <sup>4</sup> |       |         |
| TA °C                 | 25,0             | 25,0              | 25,0              | 25,0              | ----- | -----   |
| EAH                   | >114             | >114              | >114              | >114              | ----- | -----   |
| Pico °C               | 25,50            | 25,62             | 25,62             | 26,00             | 0,16  | 0,233   |
| Horas/ Pico           | 48,69            | 20,28             | 8,14              | 31,98             | 11,08 | 0,115   |

SCT: Silagem de capim tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. TA: temperatura ambiente, TEA: temperatura em graus para estabilidade; EAH: estabilidade aeróbia em horas, Pico °C: temperatura máxima em 120 horas; Horas/Pico: tempo em horas para o pico de temperatura. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre as ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

## 5 DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para os teores de ácido láctico (Tabela 4), em que as SRT apresentaram maiores valores em relação a silagem de capim tanzânia. Essa diferença é possivelmente em função do maior aporte de carboidratos solúveis, presentes na constituição dos concentrados adicionados a dieta. Não houve diferença entre as SRT, demonstrando a capacidade fermentativa dos subprodutos adicionados. Já para a variável ácido acético (AA) não houve diferença significativa, demonstrando que o perfil de fermentação das silagens foi controlado.

Os valores de ácido butílico foram menores nas silagens de ração total, em relação a silagem SCT. O teor de umidade nessas silagens pode ter promovido a proliferação de microrganismos indesejáveis (Woolford & Pahlow, 1998). Segundo McDonald et. al., (1991) valores abaixo de 25% de MS propicia maior desenvolvimento de bactérias do gênero clostridium. Quando presentes, esses grupos de microrganismos afetam a eficiência de conservação, usando carboidratos e proteínas, ou mesmo o ácido láctico presente nas silagens como substrato para seu crescimento, elevando as perdas (MUCK, 1988).

Além do mesmo tratamento apresentar maior teor de  $N-NH_3$  presente na silagem de capim (Tabela 4). Além disso, o ácido butírico e amônia inversamente proporcionais com o consumo de MS pelos animais (GERLACH, ROß, WEIß, BUSCHER, & S € UDEKU, 2014; SCHERER, GERLACH, & € SUDEKUN, 2015).

As concentrações de ácido propiônico permaneceram dentro do limite recomendado, que segundo Roth e Undersander (1995), para uma ensilagem ser considerada de boa qualidade. Importante ressaltar que, o ácido propiônico, juntamente com o ácido acético, atuam como antifúngicos (KUNG JR et al., 2003) e desempenham papeis importante nas silagens.

Outro forte indicador da qualidade da fermentação em silagens é a razão LA:PF, que apresentou menor valor referente a silagem SCT (Tabela 4). As silagens SRT proporcionaram silagens com predominância de ácido láctico ( $\geq 71\%$  LA:FP) de excelente padrão de fermentação (CONAGHAN et al, 2010).

Os menores valores de pH apresentados foram para a SRTF (5,08), e a SRTP (5,10) variação esta que pode ser considerada baixa, e pode ser atribuída a fermentabilidade do subproduto. Que por vez não diferiu do tratamento controle. As variações entre os tratamentos podem ser consideradas pequenas. Assim as variações do pH, nos tratamentos ocorreram principalmente devido aos diferentes subprodutos adicionados à dieta, que proporcionam, menor atividade de água, proporcionando fermentação lenta, fazendo com que não houvesse

queda acentuada do pH.

Cao et al. (2011), apresentaram SRTs fermentadas com e sem adição de farelo de arroz, demonstrando que, de acordo com as condições de ensilagem e principalmente os ingredientes usados na formulação das SRT, os valores de pH podem ser maiores que os considerados como padrões. Assim estes subprodutos apesar de proporcionarem uma pequena elevação não desclassificam as silagens.

Quanto a capacidade tampão, ou poder tampão, os valores apresentados neste estudo foram abaixo do valor mínimo de 25 e.mg HCl/100g MS sugerido por McDonald (1991) para gramíneas. Comportamento esperado visto que as silagens possuem menor porcentagem da gramínea, fazendo com que haja um efeito de redução da capacidade tamponante. Portela et al, (2020), também não encontrou diferença para esta variável quando avaliou silagens de ração total de cana-de-açúcar com inclusão de subprodutos do babaçu.

Em relação aos valores de N-NH<sub>3</sub> o grupo controle, apresenta destaque em relação aos demais. Comportamento esperado visto que sua composição é a base de silagem exclusiva de capim-Tanzânia (Tabela 4).

De acordo com Tomich (2003), silagens que apresentam menos de 10% de N-NH<sub>3</sub> apresentaram uma fermentação eficiente para a conservação do material ensilado. As SRT apresentaram valores abaixo de 10%, não apresentando diferença entre os tratamentos com adição de babaçu em relação ao tratamento de concentrado padrão. Baseando-se nessas informações, as SRT avaliadas podem ser consideradas como bem fermentadas, ou seja, com baixo índice proteolítico. No entanto a proteólise observada de uma maneira holística, permite com que haja elevação da digestibilidade do amido nas silagens.

De acordo com McDonald et al. (1991), o nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) está associado à qualidade do perfil de fermentação da silagem, quando a redução do pH ocorre de forma lenta normalmente ocorre a degradação proteica, reduzindo os teores de proteína bruta e elevando as concentrações de N-NH<sub>3</sub>. No entanto as SRT essa degradação foi inibida pelo baixo valor de PT proveniente da inclusão dos concentrados.

As perdas por gases (PG) e efluentes (kg/t de MV) foram minimizadas nas silagens SRT em comparação à SCT ao incluir os concentrados (Tabela 4), evidenciando a capacidade dos subprodutos de absorver umidade na silagem de capim, proporcionando fermentações de maneira controlada, reduzindo a atividade de água. Ocasionalmente a redução de microrganismos produtores de gás, como enterobactérias, bactérias clostrídicas e principalmente as leveduras (McDONALD, 1981; DRIEHUIS & VAN WIKSELAAR, 2000). No entanto não houve diferença entre as SRT, demonstrando que os subprodutos do babaçu proporcionam redução

nas perdas, igualmente os concentrados padrões. Rezende et al, (2011), relatou redução de 40% nas perdas por gases e efluentes quanto incluiu (15 e 30%) de farelo de babaçu em silagens de cana-de-açúcar.

As SRT apresentaram maiores RMS em relação à SCT, e não diferiram entre si, apresentando médias na faixa de 95%, indicando a eficiência da adição dos subprodutos do babaçu nas silagens, reduzindo a incidência de fermentações indesejáveis (SANTOS et al, 2013). Comportamento semelhante foi relatado por Portela, et al (2020), quando testou a inclusão de subprodutos do babaçu em silagens de cana-de-açúcar.

A adição dos concentrados, elevou os valores de carboidratos solúveis (CSA) (Tabela 4) nas SRT, quando comparadas com a SCT. Esse aporte de CSA, ocorreu devido a contribuição dos diferentes componentes dos concentrados (Tabela 1). Não houve diferença entre as SRT, demonstrando que os subprodutos do babaçu possuem aporte de CSA equivalente aos concentrados padrões. Isso foi benéfico para as silagens, visto que são compostos principalmente de sacarose, glicose e frutose, e estes são as principais fontes de substratos utilizadas para o crescimento microbiano durante o período de fermentação (ROOKE et al, 2003).

Avaliando a composição química das silagens, a adição dos ingredientes concentrados potencializou os níveis de MS e PB, apresentando valores superiores nas silagens SRT em comparação com a SCT. Para ambas as variáveis não houve diferença significativa entre as SRT, demonstrando que os subprodutos do babaçu possuem capacidade de absorção de umidade, e teores proteicos equivalentes aos concentrados padrões milho e soja.

Gusmão et al. (2018), quando avaliaram silagens de ração total com inclusão de diferentes subprodutos utilizando capim-elefante como fonte de forragem, relataram comportamento semelhante.

As silagens apresentaram teores de MS próximos da faixa preconizada por McDonald et al. (1991), cujo valor ideal deve se situar no intervalo entre 280 a 340 g/kg, o que limitou as perdas de MS, visto que as variáveis PG, PE e a RMS (Tabela 4) dos tratamentos SRT, apresentaram bons resultados evitando que a qualidade das silagens fosse comprometida.

Para a variável PB, houve preservação nos valores das SRT em relação a pré-ensilagem, atingindo valores acima de 120 g/kg de PB. Paiva, et al (2013), quando avaliaram teores proteicos em dietas para vacas Holandesas leiteiras em confinamento, afirmaram que dietas com silagem de milho, com níveis de 12% de PB, foram suficientes para suprir as exigências de vacas de média produção.

Houve redução das médias de FDNcp, FDAP, e CEL observadas nas SRT em relação a

SCT. Essa redução dos teores nas SRT, proporcionam maior ingestão de nutrientes e melhoram a disponibilidade energética para os ruminantes. Isso refletiu diretamente sobre os valores de CNF (Tabela 5), ocasionando elevação dos teores dessa variável.

A diferença do tratamento controle proporcionado pelas características químicas dos ingrediente utilizados nas dietas, que continham menores concentrações de FDN, FDA e CEL em comparação ao capim-Tanzânia, fez com que houvesse efeito de diluição nos componentes da forragem ensilada (SILVA et al., 2016; BONFÁ et al., 2017). No entanto não houve diferença entre as SRT com concentrados padrões para as com inclusão dos subprodutos do babaçu.

Ao comparar os teores desses componentes fibrosos entre as SRT, verifica-se que para a variável FDAP, houve diferença. Os tratamentos SRTP e a SRTF apresentaram médias inferiores a SRTT. No entanto a SRTT não diferiu da SRTF. Efeito devido as características dos subprodutos, sendo comum variações em suas composições (Tabela 1). De acordo Miotto (2011), isso acontece principalmente em relação ao tipo de processamento e inclusive a diferença de clima e região das amostras utilizadas, uma vez que estas variáveis podem alterar a composição química destes ingredientes.

Para a variável CT, os menores valores observados foram para as SRT em comparação com a SCT, isso pode estar relacionado aos maiores teores de proteína bruta e extrato etéreo dos ingredientes do concentrado, que foram adicionados, em relação ao capim-tanzânia. Elevados teores dessas frações pode interferir na estimativa do teor dos carboidratos totais, causando sua redução (SNIFFEN et al., 1992). Comportamento similar foi destacado por Andrade et al, (2010) quando testou a inclusão de resíduos agroindustriais do cacau em silagens de capim-elefante.

Já os valores observados para os CNF foram maiores as SRT em relação à SCT. Isso ocorre em detrimento das maiores proporções FDNcp, na SCT. Possivelmente devido a redução da atuação de grupos de microrganismos indesejáveis, que fermentam os carboidratos solúveis contidos na fração de CNF (LOPES & EVANGELISTA, 2010).

Gusmão et al (2018), quando avaliou SRT a base de capim-elefante, encontrou comportamento similar, de redução de teores de FDN e maiores teores de CNF em relação ao tratamento controle. Entre as SRT não houve diferença para as variáveis de CT e CNF, isso ocorre devido aos valores dos subprodutos (Tabela 1) serem aproximados.

Quantidades maiores destes carboidratos no rúmen geram a produção de ácidos graxos voláteis que representam a principal fonte energética, para ruminantes, atendendo até 80% das exigências diárias (ISHLER et al., 2000). Além disso, a utilização de carboidratos pelos

microrganismos ruminais é um fator crítico para maximização da síntese de proteína microbiana (PM) e manutenção da cinética ruminal (VARGA e KONONOFF, 1999).

No entanto, altas concentrações de CNF podem levar ao desequilíbrio no pH ruminal, sendo necessário o sincronismo entre a quantidade de carboidratos fibrosos e não fibrosos juntamente com as fontes de nitrogênio disponíveis na dieta, visto que manter as condições de ambiente ruminal adequadas, proporciona maior eficiência no desenvolvimento dos microrganismos ruminais (OLIVEIRA et al., 2016).

Segundo o NRC (2001), considerando uma vaca de alta produção, com 600 kg de peso vivo e produzindo 30 litros de leite, a dieta recomendada deverá conter teores de NDT de 71%. Diante disso os valores de NDT, se mostram condizentes com a exigência estimada para vacas leiteiras de média produção, de 65% de NDT.

Dentre as silagens avaliadas o maior valor foi atribuído a SRTP. Efeito este devido a qualidade nutricional dos concentrados padrões milho e soja. Que potencializaram a elevação dos valores de NDT. Não houve diferença entre os tratamentos com inclusão dos subprodutos do babaçu em relação ao tratamento SRTP. Visto que o NDT é uma das variáveis de maior importância, confirma a potencialidade de utilização dos subprodutos, que além da redução dos custos da dieta com a redução de concentrados onerosos, oferece qualidade bromatológica similar.

Em relação a estabilidade aeróbia, no presente estudo, não houve a quebra, para nenhum dos tratamentos avaliados. Não houve oscilações ou elevações na temperatura das silagens durante os dias de exposição ao ar. A temperatura das silagens estudadas pode ser consideradas estáveis.

Wang e Nishino (2013) avaliaram SRT com diferentes tempos de estocagem e em diferentes temperaturas. Os resultados desses trabalhos indicam que a deterioração aeróbica se manteve limitada quando armazenadas por períodos prolongados, independentemente da temperatura de armazenamento. Hao et al. (2015), também afirmaram elevação na estabilidade de SRT aos 56 dias de fermentação.

Segundo Wang e Nishino (2008), as maiores perdas em estabilidade aeróbia de silagens SRT ocorrem quando são armazenadas por períodos inferiores a 14 dias. Para Schmidt et al. (2017), 15 dias de armazenamento são necessários para garantir boa estabilidade aeróbia. No presente estudo as silagens ficaram armazenadas por um período de 45 dias.

Quando avaliamos outros estudos, como os de Wang e Nishino (2008; 2013) e Hao et al. (2015), a intensidade e o momento de estabilização variam. As variações podem ocorrer devido a ampla variedade de alimentos com diferentes composições bromatológicas que são

adicionadas nas dietas que compõe as SRT, e também a variação dos subprodutos que são incluídos na composição destas dietas.

Gusmão et al (2018), relatou que SRT apresentaram maior estabilidade aeróbia em relação à silagem exclusiva de capim-elefante, sugerindo que a incrementação de diferentes ingredientes a dieta total favorece o processo fermentativo, quando comparado à ensilagem exclusiva de determinados volumosos.

Quando adicionamos diferentes ingredientes as silagens, podemos reduzir o crescimento microbiano durante a deterioração aeróbia, reduzindo a concentração de O<sub>2</sub>, temperatura, atividade de água, e as concentrações de ácidos orgânicos (PITT & MUCK, 1993; WILLIAMS et al., 1995). Assim, avaliando o presente trabalho, os subprodutos do babaçu têm potencial para elevar a estabilidade em silagens de capins, pois proporcionam fermentações menos intensas, possibilitam elevação da estabilidade aeróbia, poucas alterações não foram suficientes para que houvesse perdas ou mudanças significativas nas silagens.

## **6 CONCLUSÃO**

Os subprodutos do babaçu, torta e farinha amilácea, podem substituir em 50% o milho em silagens de capim-tanzânia, atendendo a proposta da silagem de ração total. Mostrando-se equivalentes em perfil de fermentação e composição bromatológica aos concentrados padrões, além de reduzir os custos de dietas de vacas leiteiras de média produção, dependendo da disponibilidade na região.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, I. V. O., PIRES, A. J. V., CARVALHO, G. G. P. D., & VELOSO, C. M.. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2342-2348, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.
- ÁVILA, C. L. D. S., PINTO, J. C., FIGUEIREDO, H. C. P., MORAIS, A. R. D., PEREIRA, O. G., & SCHWAN, R. F. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 779-787, 2009.
- ÁVILA, C. L. D. S., PINTO, J. C., TAVARES, V. B., & SANTOS, Í. P. A. D. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia [online]**. 2006, v. 35, n. 3, pp. 648-654. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000300004>>.
- ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; TAVARES, V.B.; SANTOS, I.P.A. Avaliação dos C. D., & PEREIRA, O. G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 2010.
- BENACHIO, S. Niveles de melaza en silo experimental de milho criollo (Sorghum] vulgare). **Agronomia Tropical**, v.14, n.4, p.651-658, 1965.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p. 616, 2006.
- Bernardes, T. F., Daniel, J.L.P., Adesogan, A.T., McAllister, T.A., Drouin, P., Nussio, L.G., Huhtanen, P., Tremblay, G.F., Bélanger G., & Cai, Y. (2018). Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**,101(5), 4001-4019. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13703>
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. Dinâmica microbológica e alterações químicas das silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) após a abertura dos silos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2003]. (CD-ROM).
- BONFÁ, C.S.; VILLELA, S.D.J.; CASTRO, G.H.F.; SANTOS, R.A.; EVENGSLISTA, A.R.; NETO, O.S.P. Silagem de capim-elefante adicionada de casca de abacaxi. **Revista Ceres**, v. 64, n. 2, p. 176-182, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201764020010>
- CAO, YANG.; TAKAHASHI, TOSHIYOSHI; HORIGUCHI, KEN-ICH. Effects of addition of food by-products on the fermentation quality of a total mixed ration with whole crop rice and its digestibility, preference, and rumen fermentation in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 151, n. 1-2, p. 1-11, 2009.
- CAO, YANG; TAKAHASHI, TOSHIYOSHI; HORIGUCHI, KEN-ICH. Effects of conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.648-654, 2006.

CHEN, L.; GUO, G.; YU, C. et al. The effects of replacement of whole-plant corn with oat and common vetch on the fermentation quality, chemical composition and aerobic stability of total mixed ration silage in Tibet. **Animal Science Journal**, v. 86, p. 69–76, 2015.

CONAGHAN, P.; O'KIELY, P.; O'MARA, F. P. Conservation characteristics of wilted perennial ryegrass silage made using biological or chemical additives. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 2, p. 628-643, 2010.

COSTA, Clésio dos Santos et al. Composição química e degradabilidade in situ de silagens de capim-Marandu com farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 4, 2016.

COURTIN, M.G., AND S.F. SPOELSTRA. 1990. A simulation model of the microbiological and chemical changes accompanying the initial stage of aerobic deterioration of silage. **Grass Forage Sci.** 45: I 53-165.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M. E.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p. 2012.

DETTMANN, E. et al. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p, 2012. em silagem de capim Elefante Paraíso (Pennisetum hybridum cv. Paraíso). **Archivos de Zootecnia**, 58, 185- 194, 2009.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITCH. F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v. 28, p. 350–356, 1956, 1956.

DRIEHUIS, F.; VAN WIKSELAAR, P. G. V. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high dry matter grass silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.711-718, 2000.

FERRARI JUNIOR, E.; PAULINO, V. T.; POSSENTI, R. A. & LUCENAS, T. L. Aditivos em silagem de capim Elefante Paraíso (Pennisetum hybridum cv. Paraíso). **Archivos de Zootecnia**, 58, 185- 194, 2009.

FIGUEIRÓ, R.N.; SOUSA, D.P.; NUSSIO, L.G. et al. Frequência crítica para avaliação da temperatura em ensaio de estabilidade aeróbia em forragens e rações. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD ROM

GERLACH, K., ROß, F., WEIß, K., BUSCHER, W., & S € UDEKU, K. H. (2014). Aero- € bic exposure of grass silages and its impact on dry matter intake and preference by goats. **Small Ruminant Research**, 117, 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.033>

GUIMARÃES, C. R. R. Valor nutritivo da silagem de capim mombaça (Panicum maximum) com níveis crescentes de adição do farelo do mesocarpo do babaçu (Orbignyasp). 81 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2010.

GUSMÃO, J. O.; DANES, M. A. C.; CASAGRANDE, D. R.; BERNARDES, T. C. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass Forage Science**. P. 1 – 10, 2018. DOI: 10.1111/gfs.12357

ISHLER, V.; HEINRICHS, J.; VARGA, G. From feed to milk: Understanding rumen function. **Extensio circular**, 422, 2000.

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

KONDO, M. et al. Changes in nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. **Journal Science Food Agriculture**. Impresso, 2015.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map b150cmx200cm. 1928.

KUNG JR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHIMDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic componetd of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p.4020 – 4033, 2018. [doi.org/10.3168/jds.2017-13909](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909)

KUNG Jr., L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal of Dairy Science**., v.84, p.1149-1155, 2001.

LAVEZZO, W. Ensilagem de capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1993. p.169-275.

LOPES, J., EVANGELISTA A. R. "Características bromatológicas, fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade". **Revista Brasileira de Zootecnia** 39.5 (2010): 984-9

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. Chichester: John Wiley e Sons, 1981. 218p.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

MOCHEL FILHO, William de JE et al. Produtividade e composição bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 81-88, 2016.

MORAN, J.P.; WEINBERG, G.; ASHBELL, Y.H. et al. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, 1996. p.162-163.

MUCK, R. E. Recent advances in the silage microbiology. **Agriculture and Food Science**, (2013).

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de*

Zootecnia, v. 39, p. 183–191, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 381p, 2001.

NISHINO, N.; HARADA, H.; SAKAGUCHI, E. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of Science**. v. 83, p.557-563, 2003.

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

OLIVEIRA, V. S.; SANTANA NETO, J. A.; VALENÇA, R. L.; SILVA, B. C. D.; SANTOS, A. C. P. Revisão: Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Revista Veterinária Notícias.**, v.22, n.2, p.1-18, 2016. [doi.org/10.14393/VTv22n2a2016.32660](https://doi.org/10.14393/VTv22n2a2016.32660)

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; ELFERINK, S.J.W.H.O.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. Silage science and technology. Madison: **American Society of Agronomy**, 2003. p.31-94.

PAHLOW, G; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) Silage science and technology. 1.ed. Madison: **American Society of Agronomy**, 2003. p.31-94.

PAIVA, V. R., LANA, R. P., OLIVEIRA, A. S., LEÃO, M. I., & TEIXEIRA, R. M. A. (2013). Teores proteicos em dietas para vacas Holandesas leiteiras em confinamento. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 65, 1183-1191.

PHILLIP, L. E.; FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3178-3187, 1992.

PITT, R.E, R.E. MUCK, AND N.B. PICKERING. A model of fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. **Grass Forage Sci.** 46:310-312, 1991.

PITT, R.E., AND R.E. MUCK. A diffusion model of aerobic deterioration at the exposed face of bunker silos. 1. **Agric. Eng. Res.** 55: 11-26, 1993.

PLAYNE, M. J.; MCDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, n. 6, p. 264-268, 1966.

RANJIT, N.K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.526-535, 2000.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. “The detergent system of analysis and its 579 application to humam foods” in **The analysis of dietary fiber in food**, eds. James, 580 W.P.T., Theander, O. (New York, Marcel Dekker), 123-158, 1981.

RODRIGUES, P.H.M.; LOBO, J.R.; SILVA, E.J.A. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.).

**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1751-1760, 2007.

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

SÁ, H. C. M.; BORGES, I.; JUNIOR, G.L.M.; NEIVA, J.N.M.; SOUSA, L.F. Farinha do endocarpo do babaçu na formulação de dietas para ovinos. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 207 - 216, 2015.

SAS Institute SAS/STAT 9.1 User's Guide. **SAS Institute Inc.**, Cary, NC, 1–5121, 2004.

SCHERER, R., GERLACH, K., & SUDEKUN, K. H. (2015). Biogenic amines and gamma-amino butyric acid in silage: Formation, occurrence and influence on dry matter intake and ruminant production. **Animal Feed Science and Technology**, 210, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.10.001>

SILVA, R. H. P.; REZENDE, A. S. C.; INÁCIO, D. F. S. Pectin-rich by-products in feeding horses-A review. *Cogent Food & Agriculture*, v. 2, n. 1, 8 p., 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1193925>

SIQUEIRA, G. R., ROTH, M. D. T. P., MORETTI, M. H., BENATTI, J. M. B., & RESENDE, F. D. D. “Uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes”. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, 2012.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992. [doi.org/10.2527/1992.70113562x](https://doi.org/10.2527/1992.70113562x)

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

TOMICH, T. R., PEREIRA, L. G. R., GONÇALVES, L. C., TOMICH, R. G. P., & BORGES, I. (2003). Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. **Embrapa Pantanal-Documentos** (INFOTECA-E).

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass Forage Science**. 18, p. 104–111, 1963.

TOSI, H. Ensilagem de gramíneas tropicais sob diferentes tratamentos. **Tese doutorado**. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Botucatu (Brasil), 1973.

VALLENTINE, J.F. Grazing management. San Diego: Academic Press, 533p. 1990.

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

VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the AOAC**, v.46, n.5, p.829-835, 1963

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.3583-3597, 1991. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the AOAC**, v.46, n.5, p.829-835, 1963

VARGA, G.A.; KONONOFF, P. Dairy ration using structural and nonstructural carbohydrates: from theory to practice In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE. Arizona. **Proceedings...** Arizona: University of Arizona, p. 77-90, 1999.

WEISSBACH, F., AND H. HONIG. 1996. Über die Vorhersage und Steuerung des Garungsverlaufs bei der Silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. *Landbauforschung Volkenrode*, Heft I: 10-17.

WILLIAMS, A.G., D.L. CRITTEN, AND A.M. REYNOLDS. 1995. A mathematical model of the aerobic deterioration of silage. **Grass Forage Sci.** 50: 132-146.

WOOLFORD, M., & PAHLOW, G. The silage fermentation. In B. J. B. Wood (Ed.), **Microbiology of fermented foods** London, UK: Blackie Academic and Professional. pp. 73–102, 1998.

ZANINE, A. D. M., SANTOS, E. M., DÓREA, J. R. R., DANTAS, P. A. D. S., SILVA, T. C. D., & PEREIRA, O. G. Evaluation of elephant grass silage with the addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39, 2010.

ZANINE, A. M. et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

### Capítulo III - Inclusão de subprodutos do babaçu em silagem de capim tanzânia em ração total como alternativa alimentar para ovinos

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e a composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos. Para a avaliação do perfil fermentativo e composição química utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (silagens) e cinco repetições (silos), os quais foram compostos SCT: Silagem de capim-Tanzânia (controle); SRTP: silagem de capim-Tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: silagem de capim-Tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: silagem de capim-Tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. Houve diferença significativa para a variável pH ( $P < 0,0001$ ). O maior valor foi para a SRTT, no entanto a SCT e a SRTF não diferiram entre-se, e o menor valor referente a SRTP. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável PT ( $P > 0,2337$ ). No entanto para a variável de N-NH<sub>3</sub>, houve diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) onde os menores valores, foram observados nas silagens de SRTP e SRTF e o maior valor para a SCT. Foram constatadas maiores ( $P < 0,0001$ ) PG e PE para a silagem SCT em relação as SRT. As SRT obtiveram maiores valores de RMS em relação à SCT ( $P < 0,0001$ ). Para os CSA ( $P < 0,0001$ ) os maiores valores foram para as silagens SRT em relação a SCT. Para as variáveis da composição química, foram constatados maiores valores ( $P < 0,0001$ ) de MS, PB e NDT para os tratamentos das SRT em relação ao tratamento SCT. Entretanto, para as variáveis FDN<sub>cp</sub>, FDA<sub>p</sub>, e CT os maiores valores são referentes ao tratamento SCT. As variáveis MM e MO, foram significativas ( $P < 0,0001$ ), para o teor de cinzas as maiores médias foram para os tratamentos SCT e SRTT. Já para a matéria orgânica, as maiores médias foram os tratamentos SRTP e SRTF. Para as variáveis LIG, HEM e CEL, houve diferença significativa ( $P < 0,005$ ) entre os tratamentos. O tratamento de maior média foi a silagem de SRTF. Já para hemicelulose as maiores médias foram dos tratamentos SRTF e SRTT. A variável de CNF, foi significativa ( $P < 0,005$ ) a silagens que apresentou média superior em relação aos demais tratamentos foi a SRTP. As variáveis EE e NDT, não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,005$ ). As silagens permaneceram estáveis durante o período de 120 horas de exposição ao oxigênio, não apresentando diferença estatística ( $P > 0,05$ ). A torta do babaçu e a farinha amilácea, podem ser eventuais substitutos de 50% o milho em dietas totais contendo silagem de capim-tanzânia, atendendo a proposta da silagem de ração total. Mostrando-se equivalentes em perfil de fermentação e composição bromatológica aos concentrados padrões, além de reduzir os custos de dietas de ovinos em confinamento, dependendo da disponibilidade na região.

**Palavras-chave:** *Attalea speciosa*, composição química, perfil fermentativo.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the fermentative profile and chemical composition of silages of total feed with babassu by-products, as a nutritional alternative for sheep. For the evaluation of the fermentation profile and chemical composition, a completely randomized design (DIC) was used, with four treatments (silages) and five replications (silos), which were SCT compounds: Tanzania grass silage (control); SRTP: Tanzania grass silage with corn and soybean meal (standard diet); SRTF: Tanzania grass silage with corn, soybean meal and babassu flour; SRTT: Tanzania grass silage with corn, soybean meal and babassu pie. There was a significant difference for the pH variable ( $P < 0.0001$ ). The highest value was for SRTT, however SCT and SRTF did not differ between each other, and the lowest value for SRTP. There was no significant difference between treatments for the variable PT ( $P > 0.2337$ ). However, for the N-NH<sub>3</sub> variable, there was a significant difference ( $P < 0.0001$ ) where the lowest values were observed in SRTP and SRTF silages and the highest value for SCT. Higher ( $P < 0.0001$ ) PG and PE were found for SCT silage compared to SRT. SRT obtained higher RMS values in relation to SCT ( $P < 0.0001$ ). For CSA ( $P < 0.0001$ ) the highest values were for SRT silages in relation to SCT. For the chemical composition variables, higher values ( $P < 0.0001$ ) of MS, CP and TDN were found for the SRT treatments in relation to the SCT treatment. However, for the variables NDF<sub>cp</sub>, ADF<sub>cp</sub>, and CT the highest values refer to the SCT treatment. The MM and MO variables were significant ( $P < 0.0001$ ), for the ash content the highest averages were for the SCT and SRTT treatments. As for organic matter, the highest averages were the treatments SRTP and SRTF. For the variables LIG, HEM and CEL, there was a significant difference ( $P < 0.005$ ) between treatments. The highest average treatment was SRTF silage. For hemicellulose, the highest averages were for the SRTF and SRTT treatments. The CNF variable was significant ( $P < 0.005$ ) for silages that presented a higher average in relation to the other treatments was the SRTP. The EE and NDT variables did not show a significant difference ( $P > 0.005$ ). The silages remained stable during the period of 120 hours of exposure to oxygen, showing no statistical difference ( $P > 0.05$ ). Babassu pie and starchy flour can be possible substitutes for 50% of corn in total diets containing tanzania grass silage, meeting the proposal of total ration silage. Proving to be equivalent in fermentation profile and bromatological composition to standard concentrates, in addition to reducing the costs of feedlot sheep diets, depending on availability in the region.

**Keywords:** *Attalea speciosa*, chemical composition, fermentation profile

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo os relatórios da Food and Agricultural Organization (FAO), a demanda mundial na produção de proteína animal é de 58%, com aumento exponencial até 2050 (FAO, 2011; GERBER et al., 2013). E a ovinocultura se mostra promissora, com estimativas de elevação na produção de carne segundo os dados do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos (CIM). E com isso é necessário a utilização de técnicas nutricionais que proporcionam melhorias nos índices produtivos, dentre elas a silagem dentre as técnicas de conservação é uma das mais utilizadas.

E dentre as principais gramíneas destaca-se o capim-tanzânia, bastante difundido e utilizado entre os produtores, podendo assim, aproveitar o seu excedente de forragem durante o período das águas para realizar ensilagem e potencializar a alimentação dos rebanhos no período da seca (ÁVILA et al., 2006; RODRIGUES et al., 2007; MOCHEL FILHO et al., 2016).

No entanto, silagens de gramíneas de maneira exclusiva não são indicadas, devido as suas características bromatológicas no momento ideal da colheita, pois estas apresentam, baixo teor de MS, baixo teor de carboidratos solúveis, e alto poder de tamponamento da massa (FERRARI JUNIOR et al., 2009).

Nesse sentido, silagens de rações totais (SRT) se encaixam adequadamente nessa questão, pois consistem na combinação de ingredientes em mistura única dentro do silo, combinando forragens, concentrados, , alimentos proteicos, energéticos, vitaminas, minerais, aditivos, subprodutos e coprodutos. E esses conjuntos de alimentos, atuando sobre o perfil de fermentação de maneira positiva reduzindo fermentações indesejáveis e melhorando o resultado final da ensilagem (NISHINO et al., 2003; CAO et al., 2009; WEINBERG et al., 2011; GUSMÃO et al., 2018).

O Brasil possui diversos subprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal, e realizar a inclusão de subprodutos regionais como os do babaçu (farinha amilácea e torta) na silagem de capim (KONDO et al., 2015), podem trazer benefícios para a ensilagem, principalmente elevação dos teores de MS, absorvendo umidade e contribuições do ponto de vista nutricional visto as características bromatológicas desses subprodutos. Aliando assim a sua utilização na nutrição de ruminantes, com a produção de silagens em modelo ração total.

Diante disso se torna relevante avaliar a inclusão dos subprodutos do babaçu (farinha amilácea e torta), buscando a redução de fermentações indesejáveis, reduzindo as perdas e melhorando o valor nutritivo. Além da redução dos custos com alimentos onerosos da dieta, que podem representar dois terços do custo total de um confinamento.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar o efeito da inclusão de subprodutos do babaçu (farinha do mesocarpo e torta de babaçu) na substituição ao milho nas silagens de capim tanzânia em ração total como alternativa alimentar para ovinos de corte

### 2.2 Específicos

Avaliar o perfil fermentativo, quantificar os valores de pH, perdas por gases (PG) e efluentes (PE), poder tampão (PT), N- amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), recuperação de nutrientes (RMS) e carboidratos solúveis em água (CSA) das silagens de ração total.

Avaliar a composição bromatológica determinando os teores de MS, MM, MO, PB, EE, FDNcp, FDAp, HEM, CEL, CT, CNF e Lignina das silagens de ração total.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Localização

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, no Município de Chapadinha, Região do Baixo Parnaíba, situada a 03°44'33" W de latitude e 43°21'21" W de longitude. Apresenta clima tropical quente do tipo Aw, segundo classificação de Köppen (1928), com estação chuvosa de novembro a março e precipitação média de 1.670 mm ano<sup>-1</sup>.

Foram utilizados dois subprodutos do babaçu, sendo eles a torta e a farinha amilácea (Granulometria Tipo I), ambos cedidos pela empresa Florestas Brasileiras S.A sediada em Itapecuru Mirim - MA.

### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foi avaliado a inclusão dos subprodutos do babaçu (Tabela 1), em substituição a 50% do milho da dieta, nas silagens de ração total.

**Tabela -1** Composição química dos subprodutos do babaçu

| Subprodutos | Variáveis (% MS) |     |      |      |       |      |      |      |      |      |      |     |
|-------------|------------------|-----|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|
|             | MS               | MM  | MO   | PB   | FDNcp | FDAp | HEM  | CEL  | LIG  | EE   | CT   | CNF |
| Farinha     | 87,4             | 3,8 | 96,9 | 5,2  | 66,0  | 54,7 | 11,2 | 37,9 | 16,8 | 24,2 | 67,4 | 1,3 |
| Torta       | 889              | 4,1 | 95,8 | 15,5 | 63,5  | 53,7 | 9,8  | 43,3 | 10,3 | 11,8 | 68,4 | 4,9 |

Os tratamentos eram compostos por silagem de capim exclusiva no tratamento controle (SCT); silagem de ração total composta por capim-tanzânia e 50% de concentrado, com base na dieta padrão, milho e soja (SRTP); silagem de ração total composta de capim-tanzânia e 50% de concentrado, com inclusão da farinha amilácea de babaçu (SRTF) e silagem de ração total de capim-tanzânia e 50% de concentrado com inclusão da torta de babaçu (SRTT).

Para o ensaio experimental foram utilizados 20 silos experimentais em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. As dietas experimentais foram formuladas, na forma de SRT, visando atender as exigências nutricionais de ovinos, com peso médio de 20 kg e ganho médio diário de 200g/d, com um consumo médio de MS estimado de 0,60kg/dia (3% PC) de acordo com NRC (2007).

As SRT eram isoprotéicas com 15% de proteína bruta (Tabela 2), compostas por 50% de volumoso, silagem de capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), e 50% de concentrado.

**Tabela 2** - Composição química do capim-tanzânia e das dietas no momento da ensilagem.

| Variáveis (g/kg MS) | Tratamentos |        |        |        |
|---------------------|-------------|--------|--------|--------|
|                     | SCT         | SRTP   | SRTF   | SRTT   |
| MS                  | 225,95      | 347,80 | 354,94 | 358,93 |
| MM                  | 85,17       | 71,17  | 71,20  | 79,92  |
| MO                  | 914,82      | 928,83 | 928,80 | 920,07 |
| PB                  | 68,22       | 113,97 | 113,93 | 114,17 |
| FDN                 | 731,97      | 585,27 | 541,97 | 605,46 |
| FDA                 | 642,01      | 445,90 | 443,65 | 492,36 |
| HEM                 | 89,96       | 139,37 | 98,32  | 113,1  |
| CHOS                | 8,77        | 11,75  | 10,67  | 10,57  |

SCT: Silagem de capim-tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim-tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim-tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim-tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; HEM: hemicelulose; CHOS: Carboidratos solúveis.

### 3.3 Processo de ensilagem

Para o processo de ensilagem o capim-tanzânia foi cortado a aproximadamente 10 cm do solo, transportado, picado em máquina forrageira e misturado aos ingredientes do concentrado de forma manual, neste momento foram colhidas amostras da mistura *in natura*, para avaliação da composição química as dietas no momento da ensilagem, valores estes apresentados na (Tabela 2).

Após a higienização, foi realizado a ensilagem da mistura em silos de polietileno, com capacidade para 3,6L (comprimento:191,4mm, altura:156,5mm e largura:193,6mm), dotados de válvula de *bunsen*, para escape dos gases. Em cada balde foi colocado 1 kg de areia

desidratada, separada do material por um tecido para evitar contaminação, e posterior quantificação dos efluentes de acordo com Jobim et al., (2007). Após a compactação, os silos foram pesados, vedados com tampa plástica e envoltos por fita adesiva.

### **3.4 Perfil fermentativo**

Após 45 dias de fermentação, os silos foram pesados, abertos, e a silagem resultante do processo fermentativo foi removida manualmente, homogeneizada e amostrada para avaliações quanto ao seu perfil fermentativo e composição bromatológica.

Para determinação do pH, foram coletadas subamostras de 25g para análise, às quais foram adicionados 100 mL de água destilada, e, após repouso por 1h, efetuou-se a leitura do pH, utilizando-se um potenciômetro (BOLSEN et al., 1992).

O teor de nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>%) foi determinado utilizando-se 15g de silagem fresca. Essa amostra foi transferida para liquidificador, juntamente com 100 mL de solução de cloreto de potássio 15% e processada por 5 minutos, sendo filtrados e coletados 10 mL. O material foi colocado em um tubo digestor contendo 250 mg de óxido de magnésio calcinado e posteriormente destilado para captação da amônia (NOGUEIRA E SOUZA, 2005).

Para a determinação do poder tampão (PT) uma quantia de aproximadamente 15 g de amostra macerada com 250 mL de água destilada. E com ajuda de um potenciômetro o material foi titulado primeiro até pH 3,0 com HCL 0,1 N para liberar bicarbonatos como dióxido de carbono. Em seguida, titulado até pH 6,0 com NaOH 0,1 N, registrando o volume gasto de NaOH para mudar o pH de 4,0 até 6,0 conforme descrito por Playne & McDonald (1966).

Para avaliação dos ácidos orgânicos foram identificados eppendorfs com caneta permanente e registrado a sequência numérica referente ao experimento. As amostras foram descongeladas, e feitas as repetições. Foram diluídos 25g da amostra de silagem em 225 ml de água, processadas em liquidificador industrial por 1 min, foram coletados 10 ml da amostra diluída e filtrada (papel filtro ou adaptar filtro de café) transferindo para Becker. Foram adicionadas 2 gotas de ácido sulfúrico concentrado. Adicionar ao filtrado 5 ml de ácido metafosfórico, e 1 ml de A. metafosfórico para cada 2 ml da silagem. Após isso a amostras foi homogeneizada e acidificada em vórtex, utilizando tubos de ensaio e centrifugadas por 10 min a 15.000 rpm. Foi coletar o sobrenadante com auxílio de pipeta automática e ponteiros transferindo para outro eppendorf previamente identificado e congeladas em freezer até envio para o laboratório

As perdas nas silagens sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso, segundo metodologias adaptada por Zanine et al. (2010). As perdas por gases, foram obtidas pela equação abaixo. Equação esta que se baseia na pesagem dos silos no fechamento e na abertura, em relação à massa de forragem armazenada.

$$PG = [(PSf - PSa)] / [(MFf \times MSf)] \times 100, \text{ em que:}$$

PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura;

MFf = massa de forragem na ensilagem;

MSf = teor de MS da forragem na ensilagem.

As perdas por efluente foram calculadas pela equação abaixo, baseadas na diferença de peso da areia colocada no fundo do balde por ocasião do fechamento e abertura dos silos experimentais.

$$PE = (Pab - Pen) / (MVfe) \times 1000, \text{ em que:}$$

PE = Produção de efluente (kg/t de massa verde);

Pab = Peso do conjunto (silo+areia+ pano+tela) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo+areia+pano +tela) na ensilagem (kg);

MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

A recuperação da matéria seca foi estimada através da equação abaixo:

$$RMS = (MFab \times MSab) / (MFfe \times MSfe) \times 100, \text{ em que:}$$

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab= massa de forragem na abertura;

MSab= teor de MS na abertura;

MFfe = massa de forragem no fechamento;

Msfe = teor de MS da forragem no fechamento.

### 3.5 Análises bromatológicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA) pertencentes a UFMA-CCAA e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LAANA), pertencente a UFPB-CCAA.

Para avaliação da composição química, foram colhidas amostras do material fresco, antes da ensilagem, e após a abertura dos silos. Estas amostras foram submetidas à pré-secagem por 72 horas, em estufa de ventilação forçada a  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  e, posteriormente, moídas em moinho de facas tipo Willey com peneiras de crivos de 1 mm para a determinação dos teores de matéria

seca (MS) pelo método 934,01 (AOAC, 2012), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl 920,87 (AOAC, 2012), extrato etéreo (EE) pelo método 920,39 (AOAC, 2012), matéria mineral (MM) pelo método 930,05 (AOAC, 2012), fibra em detergente neutro (FDN) (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981), fibra em detergente ácido (FDA), (VAN SOEST et al., 1991).

O teor de matéria orgânica (MO) foi obtida pela equação,  $MO = 100 - MM$ . A concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>) foi determinada pela equação:  $\%FDN_{cpMS} = \%FDN - (\%PIDNMS + \%CIDNMS)$ . A fibra em detergente ácido corrigida para proteína (FDA<sub>p</sub>) foi calculada a partir da subtração do FDA pela PIDA. A lignina foi determinada de acordo com Van Soest et al. (1963). O teor de hemicelulose (HEM) foi calculado a partir da subtração do FDN<sub>cp</sub> pela FDA<sub>p</sub>, e a celulose (CEL) a partir da subtração do FDA<sub>p</sub> pela lignina.

Os carboidratos totais (CT) foram calculados a partir da equação:  $CT = 100 - (\%PB + \%MM + \%EE)$ , de acordo com Sniffen et al. (1992). A concentração dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtida pela equação,  $CNF = 100 - (\%PB + \%FDN_{cp} + EE + MM)$ , conforme proposto por Detmann et al. (2012). Os teores de carboidratos solúveis foi determinado pelo método do ácido sulfúrico concentrado, conforme descrito por Dubois et al. (1956). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados de acordo com Van Soest (1994), pela equação:  $NDT (\%) = Deg + (1,25 * EE) - MM$ . (Deg = Degradabilidade; 1,25 = fator de correção; EE = Extrato Etéreo; MM = Matéria Mineral). Para a avaliação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi utilizado a metodologia de TILLEY e TERRY (1963).

### 3.6 Estabilidade aeróbia

O ensaio de estabilidade aeróbia foi avaliado por meio de monitoramento da temperatura interna das silagens expostas ao ar. As amostras de silagem foram colocadas sem compactação em silos experimentais de PVC sem tampa e mantidas em ambiente fechado com temperatura controlada (25°C). As temperaturas das silagens foram obtidas através de sensores de temperatura encapsulados, modelos DS18B20 (Maxim Integrated™, DS18B20, Califórnia, Estados Unidos, faixa de temperatura operacional de -55 a 125 °C, precisão de ±0.5 °C) interligados a um microcontrolador específico ATmega2560 (Arduino®, Mega 2560, Itália), sendo programado para aquisição da temperatura minuto a minuto, durante seis dias, inseridos a 10 cm, no centro da massa.

A temperatura ambiente foi controlada e mensurada também por meio de sensores suspensos no ar, distribuídos pela sala. A instabilidade aeróbia foi calculada como o tempo para

que a temperatura do material, após a abertura do silo, apresentasse elevação de 2°C em relação à temperatura ambiente (MORAN et al., 1996).

### 3.7 Estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições, em que as médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando procedimento do PROC MIXED do software estatístico SAS (2004).

$$Y_{ik} = \mu + S_i + \epsilon_{ik}$$

Onde:

$Y_{ik}$  é uma variável dependente de medição na unidade experimental “k” da experiência silagem &quot;i”.

$\mu$  é a constante geral.

$S_i$  é o efeito de silagem; e

$\epsilon_{ik}$  é o efeito de erro aleatório.

## 4 RESULTADOS

Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para as variáveis AL, AB e para a interação AL:PF (%). Porém não houve diferença significativa para o AA, AP e Etanol.

Os valores de AL foram superiores nas SRT, em relação ao tratamento controle SCT. Não apresentando diferença entre as SRT. Para o AB, o tratamento controle SCT apresentou média superior aos demais. Apresentando silagens SRT com os menores teores e não proporcionou diferença entre as silagens.

**Tabela 3** - Valores de ácido lático (AL); ácido acético (AA); ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP), etanol e porcentagem de ácido lático nos produtos de fermentação de silagens de ração total com subprodutos do babaçu, como alternativa nutricional para ovinos de corte

| Variáveis        | Tratamentos |        |        |        | EPM   | P - Valor |
|------------------|-------------|--------|--------|--------|-------|-----------|
|                  | SCT         | SRTP   | SRTF   | SRTT   |       |           |
| AL (g/kg MS)     | 40,15b      | 52,25a | 52,01a | 53,08a | 0,366 | <0,0001   |
| AA (g/kg MS)     | 2,80        | 3,28   | 3,30   | 3,32   | 0,022 | 0,2425    |
| AB (g/kg MS)     | 2,62a       | 2,19b  | 2,13b  | 2,22b  | 0,009 | <0,0001   |
| AP (g/kg MS)     | 1,20        | 1,31   | 1,28   | 1,44   | 0,362 | 0,1235    |
| Etanol (g/kg MS) | 14,3        | 12,37  | 12,71  | 13,31  | 0,258 | 0,1478    |
| AL:PF (%)        | 61,07b      | 71,40a | 71,43a | 73,37a | 0,007 | <0,0001   |

SCT: Silagem de capim Tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim Tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim Tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim

Tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. Ácido láctico: 1FP = porcentagem de ácido láctico nos produtos de fermentação (PF = ácido láctico + ácido acético + ácido butírico + etanol + etanol) 1FP = porcentagem de ácido láctico nos produtos de fermentação (PF = ácido láctico + ácido acético + ácido butírico + etanol + etanol) – Porcentagem de ácido láctico como produto final da fermentação. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; EPM: erro padrão da média

Houve diferença significativa para a variável pH ( $P < 0,0001$ ). O maior valor foi para a SRTT, no entanto a SCT e a SRTF não diferiram entre-se, e o menor valor referente a SRTP. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável PT ( $P > 0,2337$ ).

No entanto para a variável de N-NH<sub>3</sub>, houve diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) onde os menores valores, foram observados nas silagens de SRTP e SRTF e o maior valor para a SCT. Foram constatadas maiores ( $P < 0,0001$ ) PG e PE para a silagem SCT em relação as SRT. As SRT obtiveram maiores valores de RMS em relação à SCT ( $P < 0,0001$ ). Para os CSA ( $P < 0,0001$ ) os maiores valores foram para as silagens SRT em relação a SCT (Tabela 2).

**Tabela 4** - Valores de pH, poder tampão (PT), NH<sub>3</sub> perdas por gases (PG), perdas por efluente (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

| Variáveis          | Tratamentos |        |        |        | EPM   | P - valor |
|--------------------|-------------|--------|--------|--------|-------|-----------|
|                    | SCT         | SRTP   | SRTF   | SRTT   |       |           |
| pH                 | 5,15b       | 4,99c  | 5,16b  | 5,34a  | 0,030 | <0,0001   |
| PT (E. mgNaOH)     | 0,81        | 0,71   | 0,78   | 0,80   | 0,019 | 0,2337    |
| N-NH <sub>3</sub>  | 11,19a      | 7,30c  | 6,74c  | 8,94b  | 0,414 | <0,0001   |
| PG (%MS)           | 0,214a      | 0,102b | 0,105b | 0,110b | 0,012 | <0,0001   |
| PE (kg/ton)        | 23,89a      | 14,72b | 13,30b | 13,05b | 1,213 | <0,0001   |
| RMS (%MS)          | 85,93b      | 97,01a | 96,67a | 96,88a | 1,290 | <0,0001   |
| <b>CHOS (g/kg)</b> | 55,4b       | 90,9a  | 82,0a  | 80,2a  | 0,378 | 0,0001    |

PT: poder tampão; N-NH<sub>3</sub>: Nitrogênio Amoniacal; PG :perdas por gases; PE: perdas por efluentes; RMS: recuperação da matéria seca; SCT: Silagem de capim Tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. EPM: erro padrão da média.

Para as variáveis da composição química (Tabela 4), foram constatados maiores valores ( $P < 0,0001$ ) de MS, PB e NDT para os tratamentos das SRT em relação ao tratamento SCT. Entretanto, para as variáveis FDNcp, FDAp, e CT os maiores valores são referentes ao tratamento SCT.

As variáveis MM e MO, foram significativas ( $P < 0,0001$ ), para o teor de cinzas as maiores médias foram para os tratamentos SCT e SRTT. Já para a matéria orgânica, as maiores médias foram os tratamentos SRTP e SRTF.

Para as variáveis LIG, HEM e CEL, houve diferença significativa ( $P < 0,005$ ) entre os tratamentos. O tratamento de maior média foi a silagem de SRTF. Já para hemicelulose as

maiores médias foram dos tratamentos SRTF e SRTT.

Os teores de carboidratos não fibrosos apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,005$ ), em que os maiores valores foram observados para as SRTP, não havendo diferenças entre as SRTF e SRTT, sendo os menores valores nas SCT. Não foi verificada diferença estatística para os teores de extrato etéreo ( $P = 0,8466$ ), mas houve diferenças ( $P < 0,005$ ), para os teores de nutrientes digestíveis totais e da digestibilidade *in vitro* da MS, com superioridade das SRT em relação a SCT (Tabela 5).

**Tabela 5** - Composição química de silagens de ração total com subprodutos do babaçu

| Variáveis<br>(g/kg MS) | Tratamentos |         |          |          | EPM    | P-valor |
|------------------------|-------------|---------|----------|----------|--------|---------|
|                        | SCT         | SRTP    | SRTF     | SRTT     |        |         |
| MS                     | 206,30c     | 310,06a | 306,03ab | 298,65b  | 0,992  | <0,0001 |
| MM                     | 105,07a     | 81,58b  | 84,59b   | 98,67a   | 0,240  | <0,0001 |
| MO                     | 894,93b     | 918,42a | 915,41a  | 901,33b  | 0,240  | <0,0001 |
| PB                     | 65,53b      | 125,77a | 129,58a  | 130,52a  | 0,619  | <0,0001 |
| FDN <sub>cp</sub>      | 696,36a     | 465,52c | 545,93b  | 582,81b  | 1,996  | <0,0001 |
| FDA <sub>p</sub>       | 606,43a     | 414,11c | 411,60c  | 461,58b  | 1,831  | <0,0001 |
| LIG                    | 130,61ab    | 120,43b | 161,28a  | 140,68ab | 0,561  | 0,0480  |
| HEM                    | 89,93ab     | 51,41b  | 134,33a  | 121,24a  | 0,898  | 0,0004  |
| CEL                    | 475,81a     | 293,68b | 250,33c  | 320,901b | 1,270  | <0,0001 |
| EE                     | 17,45       | 18,65   | 19,22    | 19,35    | 0,081  | 0,8466  |
| CT                     | 808,4a      | 774,13b | 768,26b  | 762,01b  | 0,447  | <0,0001 |
| CNF                    | 112,10c     | 323,77a | 209,77b  | 184,16b  | 1,905  | <0,0001 |
| NDT                    | 594,01b     | 665,69a | 632,89a  | 652,80a  | 1,511  | 0,0025  |
| DIVMS                  | 522,69b     | 635,39a | 623,57a  | 628,07a  | 14,368 | 0,0065  |

SCT: Silagem de capim tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN<sub>cp</sub>: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da MS; CV: coeficiente de variação; EPM: erro padrão da média. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 6.** Valores médios de temperatura máxima e estabilidade aeróbia de silagem de ração total em dietas de ovinos de corte após 114 horas de exposição.

| Variável <sup>1</sup> | Tratamentos        |                     |                    |                    | EPM   | P-Valor |
|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------|---------|
|                       | SCT <sup>1</sup>   | SRTP <sup>2</sup>   | SRTF <sup>3</sup>  | SRTT <sup>4</sup>  |       |         |
| TA °C                 | 25,0               | 25,0                | 25,0               | 25,0               | ----- | -----   |
| EAH                   | >114               | >114                | >114               | >114               | ----- | -----   |
| Pico °C               | 25,50 <sup>a</sup> | 25,12 <sup>b</sup>  | 25,00 <sup>b</sup> | 25,00 <sup>b</sup> | 0,06  | 0,0003  |
| Horas/ Pico           | 48,69 <sup>a</sup> | 13,30 <sup>ab</sup> | 0,0 <sup>b</sup>   | 0,0 <sup>b</sup>   | 9,51  | 0,0106  |

SCT: Silagem de capim tanzânia (controle); SRTP: Silagem de capim tanzânia com milho e farelo soja (dieta padrão); SRTF: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e farinha do babaçu; SRTT: Silagem de capim tanzânia com milho, farelo soja e torta do babaçu. TA: temperatura ambiente, TEA: temperatura em graus para estabilidade; EAH: estabilidade aeróbia em horas, Pico °C: temperatura máxima em 120horas; Horas/Pico: tempo em horas para o pico de temperatura. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre as (P<0,05) pelo teste Tukey.

## 5 DISCUSSÃO

Houve efeito significativo (P<0,05) para a variável ácido lático (AL) (Tabela 4), onde os tratamentos das silagens SRT apresentaram médias superiores em relação a SCT. Essa diferença pode ser atribuída em detrimento do maior aporte de CSA, presentes na constituição dos diferentes produtos adicionados a dieta. Não houve diferença entre as SRT, demonstrando a capacidade fermentativa dos subprodutos do babaçu adicionados a dieta. Já para a variável ácido acético (AA) não houve diferença significativa, demonstrando que o perfil de fermentação das silagens foi controlado.

Os valores de AB (ácido butírico) obtidos foram menores nas silagens SRT, em relação a silagem SCT. O teor de MS deste tratamento pode ter promovido a proliferação de microrganismos indesejáveis (Woolford & Pahlow, 1998). Silagens que apresentam teores de MS menores que 25%, propiciam um ambiente favorável para o desenvolvimento de bactérias do gênero clostridium (MCDONALD et. al.,1991). Quando presentes, esses grupos de microrganismos afetam a eficiência de conservação, usando carboidratos e proteínas, ou mesmo o ácido lático presente nas silagens como substrato para seu crescimento, elevando as perdas (MUCK, 1988).

Além do mesmo tratamento apresentar maior teor de N-NH<sub>3</sub> presente na silagem de capim (Tabela 4). Outro ponto a se considerar sobre o ácido butírico e amônia, é a redução do consumo de MS pelos animais (GERLACH, ROß, WEIß, BUSCHER, & S € UDEKU, 2014; SCHERER, GERLACH, & € SUDEKUN, 2015).

As concentrações de ácido propiônico (AP) permaneceram dentro do limite recomendado, que segundo Roth e Undersander (1995), para uma ensilagem ser considerada de boa qualidade. Importante ressaltar que, o ácido propiônico, juntamente com o ácido acético, atuam como antifúngicos (KUNG JR et al., 2003) e desempenham papeis importante nas silagens.

A razão LA:PF, pode ser considerada um forte indicador de qualidade fermentativa, e neste presente estudo apresentou menor valor referente a silagem SCT (Tabela 4). Os Tratamentos com as SRT proporcionaram silagens com predominância de ácido lático ( $\geq 71\%$  LA:FP) de excelente padrão de fermentação (CONAGHAN et al, 2010).

O menor valor de pH (Tabela 3) observado foi para a SRTP (4,99) em relação aos demais tratamentos. Visto que o valor se encontra próximo a faixa ideal de pH preconizada por (McDonald et al (1991), apresentada entre 3,8 a 4,2, que indica redução de fermentações indesejáveis e melhoram a conservação do material. No entanto os demais tratamentos apresentam médias superiores a 5,0, o tratamento SRTP não diferiu da SCT. O tratamento SRTT apresentou a maior média, isso pode ter acontecido devido a maior teor de  $\text{NH}_3$  (Tabela 3) para este tratamento, além d/o subproduto apresentar maior teor proteico (Tabela 1). Diante dos valores encontrados as silagens podem ter apresentado uma fermentação lenta, fazendo com que não houvesse queda acentuada dos valores de pH. Comportamento devido aos diferentes ingredientes adicionados as dietas.

Para o PT, não houve diferença entre os tratamentos. Segundo Jobim et al. (2007), o poder tampão a interação da composição da planta com os teores de proteína bruta, íons inorgânicos (Ca, K, Na) além dos ácidos orgânicos e seus sais.

Os teores de N- $\text{NH}_3$  (% da MS) nas SRT, reduziram quando comparados com a silagem exclusiva de capim-Tanzânia (Tabela 4), devido a inclusão dos diferentes concentrados, que elevou a MS da dieta (Tabela 5), permitindo a redução da atividade de bactérias indesejáveis na fermentação da silagem. Entre as SRT, a silagem que continha a torta de babaçu apresentou média superior as SRTP e SRTF. Provavelmente pelo teor de PB deste subproduto (Tabela 1).

Levando em consideração os parâmetros de Benachio (1965), que o teor de nitrogênio amoniacal das silagens é classificadas em muito boa, quando inferior a 10%; aceitável, entre 10 e 15%; e insatisfatória, acima de 20%. As SRT podem ser classificadas como boas, e a silagem exclusiva de capim-tanzânia apresenta qualidade aceitável.

Observando as perdas nas silagens, a inclusão dos concentrados associadas aos subprodutos do babaçu foram eficientes na redução das perdas por gases (%) (PG) e nas perdas por efluentes (PE) (kg/t de MV), quando comparados à SCT (controle). A redução das perdas se deve pela elevação dos teores de MS advindos do concentrados incluídos nas dietas, que atuaram absorvendo a umidade da silagem de capim-tanzânia. Isso corrobora que os subprodutos do babaçu são equivalentes ao concentrado padrão de milho e soja. Reduzindo as perdas que estão diretamente relacionadas à atividade de água, teor de MS da forragem ensilada, o tratamento físico aplicado à forragem no momento do corte e ao uso de aditivos, sejam eles

químicos ou nutricionais (ITAVO et al., 2010). E vinculado a redução das perdas PG e PE, as SRT alcançaram médias elevadas de RMS em relação a SCT, permanecendo acima de 90%. Resultado este demonstrando que as SRT do presente estudo atenderam aos pré-requisitos do processo, demonstrando a eficiência da utilização da silagem ração total aliada aos subprodutos do babaçu.

No presente estudo houve redução nos teores de CSA das silagens em relação a pré-ensilagem (Tabela 2), efeito este já esperado e importante, visto que os carboidratos solúveis são consumidos pelos microrganismos, gerando os ácidos orgânicos como produtos da fermentação. Na tabela 4, estão representados os valores de carboidratos solúveis residuais, das silagens onde as SRT apresentaram maiores médias, isto ocorreu provavelmente devido a adição de diferentes produtos aos concentrados que adicionaram CSAs. Não houve diferença entre as SRT, demonstrando que supostamente o aporte de carboidratos solúveis advindos dos subprodutos pode ser equivalente aos concentrados padrões, no entanto foi adicionado melão em todos os tratamentos, que contribuiu de maneira igualitária para as silagens.

Avaliando a composição bromatológica das silagens, as variáveis de MS e PB, apresentaram valores superiores nas silagens SRT em comparação com a SCT, comportamento esperado visto a adição dos concentrados e subprodutos do babaçu, que possuíam elevados teores de MS, e que atuaram como absorventes de umidade, além de conterem em sua composição, maiores concentrações de PB em relação ao capim-tanzânia. Gusmão et al. (2018), avaliando silagens de ração total a base de capim-elefante, também observou elevação dos teores de MS e PB nos tratamentos das SRT em relação a silagem de capim exclusiva.

As silagens do presente trabalho apresentaram teores de MS dentro da faixa preconizada por McDonald et al. (1991), cujo valores ideais situam-se entre 280 e 350 g/kg, fazendo com que houvesse uma limitação das perdas de MS, pois os resultados de PG, PE e RMS (Tabela 4) dos tratamentos SRT, se mostram satisfatórios, evitando que a qualidade das silagens fosse comprometida. Houve redução nos teores de MS, das silagens se comparados com o da pré-ensilagem *in natura*, no entanto essa redução é normal e esperada durante o processo de fermentação segundo McDonald (1991). E normalmente, as perdas são em menores proporções nas SRT, do que nas silagens de capins.

O desaparecimento de MS nas silagens de SRT deste estudo, durante o processo fermentativo pode estar relacionado ao teor de umidade do capim no momento da ensilagem, apesar disso os valores químicos-bromatológicos foram mantidos próximos aos valores iniciais.

Em relação aos valores de PB, não houve diferença entre as SRT, os valores observados estão, acima de 120,0 g/kg de MS (Tabela 5), e se mostraram condizentes, para o atendimento

das exigências de ovinos de corte em confinamento. Souza, (2016), quando testou diferentes níveis proteicos em dietas de ovinos, alcançou um ganho médio diário de 271,49g, com uma dieta de 125,06 g/kg de MS. E visto que a proteína é um dos componentes mais onerosos da dieta, os subprodutos se mostram competitivos em relação aos concentrados padrões de milho e soja.

As variáveis FDNcp, FDAp, e CEL foram significativamente maiores para a SCT, em relação as demais, efeito este devido aos maiores teores desses constituintes presentes na gramínea, em relação aos demais ingredientes utilizados nas silagens, proporcionando um efeito de diluição nas dietas. As SRT apresentaram menores valores, podendo assim, permitir maior ingestão de nutrientes e melhorar a disponibilidade energética para os ruminantes.

Em relação a FDNcp o maior valor foi atribuído a SCT, devido aos componentes nutricionais do capim-tanzânia. Não houve diferença entre os tratamentos SRTF e SRTT, provavelmente devido a composição bromatológica dos subprodutos (Tabela 1). E os tratamentos SRTP apresentou menor média, possivelmente devido ao padrão bromatológico do milho e soja. Efeito similar foi relatado por Portela, (2020), quando avaliou a inclusão de subprodutos do babaçu em silagens de cana-de-açúcar em dieta total para ovinos.

Comparando os teores dos componentes fibrosos das SRT, para a variável FDAp, houve diferença para as SRT. Os tratamentos SRTP e a SRTF não diferiam entre se e apresentaram médias inferiores. Que por sua vez diferiram do SRTT. Possivelmente essas variações são atribuídas aos subprodutos e concentrados adicionados a dieta. Dependendo do clima e tipo de processamento utilizado podem elevar os níveis de variação na composição destes. No entanto isso demonstra que a adição dos subprodutos do babaçu também são eficientes nas reduções desses componentes fibrosos da dieta.

Para a variável CEL, o maior valor foi para o tratamento SCT, devido aos componentes estruturais do capim. O menor valor para o tratamento da SRTF, devido a composição do subproduto (Tabela 1), o que também atribui diferença ao tratamento SRTT em relação aos demais tratamentos. A silagem de SRTP não diferiu da SRTT, isso mostra a potencial similaridade entre os subprodutos e os concentrados padrões.

Quanto a HEM, a SRTP apresentou menor valor comparado a todos os tratamentos. Efeito este devido aos valores de FDNcp e FDAp, visto que o seu valor é calculado a partir dessas variáveis. A HEM é a parte da FDN potencialmente digestível, sendo maior o seu percentual de degradação no rúmen, e assim é utilizada como principal fonte de energia dos componentes de parede celular. E quanto maior a velocidade de degradação desta, maior será a digestibilidade da parede celular e conseqüentemente o esvaziamento do rúmen, reduzindo o enchimento físico

e permitindo maior ingestão de MS (BERCHIELLI et al., 2006).

A variável CT, apresentou maior valor para SCT em comparação as demais, isso pode estar relacionado aos fatores intrínsecos da composição bromatológica, como teores de proteína bruta e extrato etéreo dos ingredientes adicionados aos concentrados, em relação a os da gramínea utilizada. Como o teor de FDNcp (Tabela 4), está diretamente ligado a estimativa do cálculo da variável CT, as diferenças entre os tratamentos para a variável CT, já eram esperadas. Portanto elevados teores dessas frações interferem na estimativa dos teores da CT, ocasionando a sua redução (SNIFFEN et al., 1992). Comportamento similar foi relatado por Andrade et al, (2010) quando incluiu resíduos agroindustriais do cacau em silagens de capim-elefante.

Os valores de CNF, apresentaram-se de maneira oposta para as SRT em relação à SCT. Esse comportamento se deve pela adição dos ingredientes dos concentrados, que possuíam diferentes composições bromatológicas, com menores teores de fibra ao contrário do capim-tanzânia, que possuem teor de fibra elevado e consequentemente teor de CNF menor. Houve diferença entre as SRT, o maior valor para a SRTP, devido composição e qualidade nutricional do milho e soja. Não houve diferença entre os tratamentos com inclusão de subprodutos.

Gusmão et al (2018), quando avaliou SRT a base de capim-elefante, onde as SRT apresentaram menores de teores de FDN e maiores teores de CNF em relação a silagem de capim-elefante exclusivo. Os teores de CNF, em dietas e silagens, visto que representam as frações que são degradadas rapidamente, incluindo a pectina, amido e açúcares, constituintes do conteúdo celular, para serem utilizados como fonte de energia prontamente disponível.

No ambiente ruminal a fermentação desses carboidratos gera além de os ácidos orgânicos, que atendem até 80% da exigência diária em energia, potencializam a produção de proteína microbiana (PM) e a manutenção do ambiente ruminal (VARGA e KONONOFF, 1999; ISHLER et al., 2000). Quando dietas apresentam altas concentrações de CNF podem ocasionar um desequilíbrio no pH ruminal, sendo necessário um sincronismo entre a quantidade de carboidratos fibrosos e não fibrosos juntamente com as fontes de nitrogênio disponíveis na dieta, visando manter as condições da cinética ruminal adequada, proporcionando maior eficiência no desenvolvimento dos microrganismos ruminais (OLIVEIRA et al., 2016).

Não houve diferença para a variável NDT. Os valores ficaram próximos aos estimados pelo NRC (2007), para atender exigências nutricionais de ovinos. Demonstrando que a adição dos concentrados nas SRT promove maior disponibilidade de nutrientes. Visto que o NDT é uma das variáveis de maior importância, os subprodutos do babaçu se mostram potenciais substitutos.

Quanto a avaliação da estabilidade aeróbia (EA), não houve a quebra, para nenhum dos tratamentos avaliados durante o período de avaliação. Houve pouca oscilação e elevação na

temperatura das silagens, permanecendo estáveis durante os dias de exposição ao ar. Quando levamos em consideração a avaliação da estabilidade da silagem que ocorre após a abertura do silo, que é determinada pela oxidação da massa ensilada. Isso ocorre pelo acúmulo de oxigênio e a profundidade que este penetra no silo, sendo assim os fatores opcionais também estão diretamente relacionados a essa variável (BERNARDES et al., 2018).

Existem alguns fatores que afetam diretamente o crescimento de microrganismos que deterioram as silagens, como o oxigênio presente no meio, pH, temperatura, atividade de água e os ácidos orgânicos (PITT & MUCK, 1993; WILLIAMS et al., 1995). Porém levando em considerações os valores de pH elevados (Tabela 4), a rota de fermentação pode ter sido alterada, ocorrendo a produção significativa de ácido acético.

Fato interessante da SRT tem sido sua maior estabilidade aeróbia. Nishino et al. (2004) relataram que não houve deterioração da silagem obtida a partir da mistura com coprodutos de cervejaria durante um período de até 7 dias após abertura. Apesar da ampla variedade de alimentos com diferentes composições bromatológicas que são adicionadas nas dietas que compõe as SRT, e também a variação dos subprodutos que são incluídos na composição destas dietas. Gusmão et al (2018), também relatou maior estabilidade aeróbia em silagens de capim-elefante em dieta total, sugerindo que a incrementação de diferentes ingredientes a dieta favorece o processo fermentativo, quando comparado à ensilagem exclusiva de capins.

## **6 CONCLUSÃO**

A torta do babaçu e a farinha amilácea, podem ser eventuais substitutos de 50% o milho em dietas totais contendo silagem de capim-tanzânia, atendendo a proposta da silagem de ração total. Mostrando-se equivalentes em perfil de fermentação e composição bromatológica aos concentrados padrões, além de reduzir os custos de dietas de ovinos em confinamento, dependendo da disponibilidade na região.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. **Official methods of analysis**. 19th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.

ÁVILA, C. L. D. S., PINTO, J. C., FIGUEIREDO, H. C. P., MORAIS, A. R. D., PEREIRA, O. G., & SCHWAN, R. F. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 779-787, 2009.

BERNARDES, T. F., DANIEL, J. L. P., ADESOGAN, A. T., MCALLISTER, T. A., DROUIN, P., NUSSIO, L. G., ... & CAI, Y. Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of dairy science**, 101(5), 4001-4019, 2018.

BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, C. R. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083, 1992.

CAO Y.; TAKAHASHI T.; HORIGUCHI K. Effects of addition of food by-products on the fermentation quality of a total mixed ration with whole crop rice and its digestibility, preference, and rumen fermentation in sheep. **Anim Feed Sci Technol** 151: 1–11, 2009.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M. E.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p. 2012.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITCHEL, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v. 28, p. 350–356, 1956, 1956.

FAO. Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030 (T. . Robinson, F. Pozzi, Eds.) **Animal Production and Health Working Paper**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/i2425e/i2425e00.pdf>>

FERRARI JUNIOR, E.; PAULINO, V. T.; POSSENTI, R. A. & LUCENAS, T. L. Aditivos em silagem de capim Elefante Paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). **Archivos de Zootecnia**, 58, 185- 194, 2009.

GERBER, P. J.; STEINFELD, H.; HENDERSON, B.; MOTTET, A.; OPIO, C.; DIJKMAN, J.; FALCUCCI, A.; TEMPIO, G. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**, 2013.

GUSMÃO, J. O; DANES, M. A. C; CASAGRANDE, D. R; BERNARDES, T. C. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass Forage Science**. P. 1 – 10. DOI: 10.1111/gfs.12357, 2018.

ITAVO, L. C.V.; ITAVO, C. C. B. F.; MORAIS, M. G.; DIAS, A. M.; COELHO, E. M.; JELLER, H.; SOUZA, A. D. V. Composição química e parâmetros fermentativos de silagens de capim-elefante e cana-de-açúcar tratadas com aditivos. **Revista Brasileira. Saúde Produção. Animal**, v.11, n.3, p.606-617, 2010.

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

KONDO, M., SHIMIZU, K., JAYANEGARA, A., MISHIMA, T., MATSUI, H., KARITA, S., GOTOA, M., FUJIHARA, T. Changes in nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, p. 1175–1180, doi:10.1002/jsfa.7200, 2015.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map b150cmx200cm. 1928.

KUNG JR, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p.4020 – 4033, 2018. [doi.org/10.3168/jds.2017-13909](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909)

MACÊDO, A. S. J.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura. **Revista Eletrônica Veterinária**, v.18, p.1-11, 2017.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. s.l.: Scholium International, 1991. 155p.

MOCHEL FILHO, William de JE et al. Produtividade e composição bromatológica de Panicum maximum cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 81-88, 2016.

MORAN, J.P.; WEINBERG, G.; ASHBELL, Y.H. et al. A comparison of two methods for the evaluation of the aerobic stability of whole crop wheat silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 11., 1996, Aberystwyth. **Proceedings...** Aberystwyth: University of Wales Aberystwyth, p.162-163, 1996.

MUCK, R.E. Microbiologia silagem e seu controle por meio de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 183-191, (supl. Especial) 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300021>

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press,. 362p, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press, 362p, 2007.

NISHINO, N., HARADA, H., SAKAGUCHI, E., Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of Science**. V.83, p.557-563, 2003.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 313p, 2005.

OVINOS, EMBRAPA CAPRINOS E. Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos. **Produção Nacional**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/cim-inteligenciae-mercado-de-caprinos-e-ovinos/producao-nacional>>. Acesso em, v. 8, 2020.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). **Silage science and technology**. Madison, USA: **American Society of Agronomy**, p.31-93. (Agronomy Series, 42), 2003.

PITT, R.E.; MUCK, R.E. A diffusion model of aerobic deterioration at the exposed face of bunker silos. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 55,p. 11-26, 1993.

PLAYNE, M.J.; MCDONALD, P.T. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, p. 264-268, 1966.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. “The detergent system of analysis and its 579 application to humam foods” in **The analysis of dietary fiber in food**, eds. James, 580 W.P.T., Theander, O. (New York, Marcel Dekker), 123-158, 1981.

RODRIGUES, P.H.M.; LOBO, J.R.; SILVA, E.J.A. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1751-1760, 2007.

SNIFFEN, C. J.; O’CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992. [doi.org/10.2527/1992.70113562x](https://doi.org/10.2527/1992.70113562x)

SOUZA, LÍGIA LINS. Níveis de proteína bruta em dietas para cordeiros confinados. **Tese de Doutorado**, 2016.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. SAS. **Statistical Analysis Systems User’s Guide: Statistics**, Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2002.

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass Forage Science**. 18, p. 104–111, 1963.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy caltle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.3583-3597, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2, 1991.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feed. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **Journal of the AOAC**, v.46, n.5, p.829-835, 1963.

WEINBERG, Z.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; YOSEF, E.; NIKBAHAT, M.; MIRON, J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film—A commercial scale experiment. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 164, 125–129, 2011.

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