

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

VALOR NUTRICIONAL E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DA
SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM A ADIÇÃO DE FARELO DE SOJA

Diogo Silva Santos

Orientador: Dr. Aldi Fernandes de Souza França

GOIÂNIA – GO

2015

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	DIOGO SILVA SANTOS		
E-mail:	santos.diogo@outlook.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? ☒ Sim ☐ Não			
Vínculo empregatício do autor			
Agência de fomento:		Sigla:	
País:	UF:	CNPJ:	
Título: VALOR NUTRICIONAL E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DA SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM A ADIÇÃO DE FARELO DE SOJA			
Palavras-chave: Conservação de forragem, matéria seca, <i>Panicum maximum</i>			
Título em outra língua: NUTRITIONAL VALUE AND FERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF SILAGE MOMBASA GRASS WITH ADDITION OF SOY MEAL			
Palavras-chave em outra língua: Conservation of forage, dry matter, <i>Panicum maximum</i>			
Área de concentração:	PRODUÇÃO ANIMAL		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	20/10/2015		
Programa de Pós-Graduação:	ZOOTECNIA		
Orientador (a):	Dr. ALDI FERNANDES DE SOUZA FRANÇA		
E-mail:	aldi_franca@ufg.br		
Co-orientador (a):*			
E-mail:			

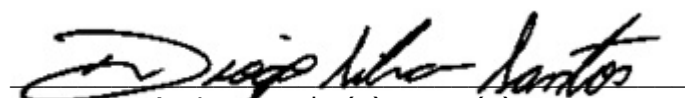
*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.


 Assinatura do (a) autor (a)

Data: 11 / 12 / 2015

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

DIOGO SILVA SANTOS

VALOR NUTRICIONAL E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DA SILAGEM DE
CAPIM-MOMBAÇA COM A ADIÇÃO DE FARELO DE SOJA

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia junto a Escola de Veterinária e
Zootecnia da Universidade Federal de Goiás

Área de concentração:

Produção Animal

Linha de pesquisa:

Alimentação, metabolismo e forragicultura na produção e saúde animal

Orientador:

Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França-UFG

GOIÂNIA – GO

2015

Ficha catalográfica elaborada automaticamente
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Santos, Diogo Silva
VALOR NUTRICIONAL E CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS
DA SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM A ADIÇÃO DE FARELO DE
SOJA [manuscrito] / Diogo Silva Santos. - 2015.
xiv, 57 f.

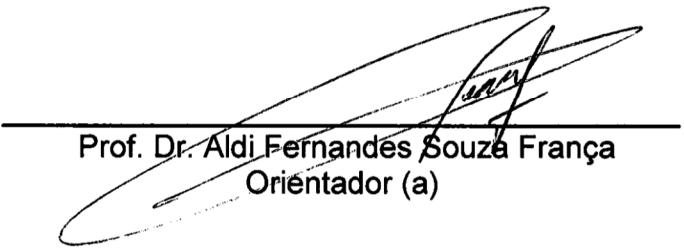
Orientador: Prof. Dr. Aldi Fernandes de Souza França.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Goiânia, 2015.

Inclui lista de figuras, lista de tabelas.

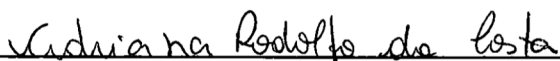
1. . I. França, Aldi Fernandes de Souza, orient. II. Título.

DIOGO SILVA SANTOS

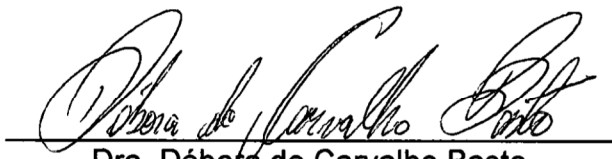
Dissertação defendida e aprovada em **20/10/2015**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



Prof. Dr. Aldi Fernandes Souza França
Orientador (a)



Profa. Dra. Adriana Rodolfo da Costa - UEG



Dra. Débora de Carvalho Basto
Bolsista Capes Pós-Doc EVZ/UFG

Dedico

Aos meus pais Cleomir P. Santos, Gasparina L. S. Santos e aos futuros leitores.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Pai Celestial por ter me dado sabedoria, paz e paciência para a condução do trabalho desde a implantação e conclusão desta dissertação.

Agradeço a meus pais, irmã e cunhado por sempre estarem a meu lado dando força e incentivo para conclusão e realização de um bom trabalho, sempre no caminho da ética e retidão. Agradeço a meus amigos, que já fazem parte da minha família, pela paciência de me aguentar, as minhas ausências nos eventos e paciência de ouvir a respeito do projeto de pesquisa a qualquer momento. Destes em especial Augusto (meu irmão) e Daniela por estarem prontos para ouvir as queixas, ajudar na escrita, e principalmente na ajuda pela busca dos direitos.

Meus sinceros agradecimentos aos meus amigos Eder e Emerson que disponibilizaram o seu tempo e estrutura do Laboratório Terra Análises Agropecuária, me ensinado quais metodologias mais adequadas para cada análise, e qual a importância de cada pesagem que foi realizada.

Ao Prof. Dr. Aldi França que não limitou esforços na resolução dos problemas que apareceram no decorrer do curso, que sempre estava disposto a ouvir e dar conselhos. No auxílio incondicional de horário e dia para esclarecimentos de dúvidas que surgiram no decorrer do desenvolvimento do produto final.

Meu agradecimento especial ao amigo já mestre Adesvaldo Junior por ter ajudado na condução das análises das amostras e na avaliação dos resultados. Agradeço a minha namorada Lorrany por ter me incentivado a escrever todos os dias, mesmo nos dias que não tinha como escrever. Agradeço a Walquiria e Maryanne na ajuda inicial do projeto de pesquisa na organização da estrutura do experimento.

Não poderia de deixar de agradecer aos amigos Eduardo e Flávia, que estiveram juntos desde o início da jornada, sem fraquejar, suportando todos problemas com austeridade. Por terem sido companheiros nas horas mais difíceis, por estarem juntos na resolução dos problemas, até os problemas que pareciam impossíveis de resolver. Nas análises das amostras desde a secagem até a pesagem final. Muito obrigado.

“O segredo da criatividade está em dormir bem e abrir a mente às possibilidades infinitas. O que é um homem sem sonho?”

Albet Einstein

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Características agronômicas e químico-bromatológicas do capim-mombaça (<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça).....	3
2.2 Ensilagem do capim-mombaça.....	5
2.3 Utilização de aditivos em silagens de capins tropicais.....	6
2.4 Características químicas bromatológicas do farelo de soja.....	7
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	9
CAPÍTULO 2 - VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE CAPIM- MOMBAÇA COM A INCLUSÃO DE FARELO DE SOJA.....	13
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
2.1 O preparo de solo e implantação do capim-mombaça.....	17
2.2 Variáveis analisadas.....	19
2.3 Degradabilidade <i>in situ</i>	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
3.1 Valor nutritivo.....	22
3.2 Degradabilidade <i>in situ</i>	25
4. CONCLUSÕES.....	32
5. REFERÊNCIAS DA BIBLIOGRÁFICAS.....	33
CAPÍTULO 3 – PADRÃO FERMENTATIVO DA SILAGEM DO CAPIM- MOMBAÇA COM ADIÇÃO DE FARELO DE SOJA.....	36
RESUMO.....	36

ABSTRACT	37
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1 O preparo de solo e implantação do capim-mombaça.....	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4. CONCLUSÕES	54
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

TABELA 1 -Composição química do capim-mombaça.....	4
--	---

TABELA 2 - Análise dos nutrientes do farelo de soja em diferentes países.....	8
---	---

CAPÍTULO 2 – VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM A INCLUSÃO DE FARELO DE SOJA

TABELA 1 - Temperatura mínimas e máxima do ambiente, umidade relativa do ar, precipitação e insolação durante a condução do ensaio em campo.....	17
--	----

TABELA 2 – Atributos físicos e químicos do solo da área experimental.....	18
---	----

TABELA 3 – Teores médios de matéria seca (MS). Proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), determinados na matéria original do capim-mombaça e farelo de soja.....	22
---	----

TABELA 4 - Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), determinados na silagem de capim-mombaça com inclusão de farelo de soja.....	22
--	----

TABELA 5 - Desaparecimento da matéria seca (MS) da silagem de capim-mombaça com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja.....	26
--	----

TABELA 6 - Degradabilidade da fração solúvel (A), potencialmente degradável (B), taxa de degradação da fração B (c), <i>Lag time</i> , degradabilidade potencial (DP) e efetiva nas taxas de passagem de 2; 5 e 8% por hora da matéria seca da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja.....	26
---	----

TABELA 7 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de capim-mombaça com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja.....	28
---	----

TABELA 8 - Degradabilidade da fração solúvel (A), potencialmente degradável (B), taxa de degradação da fração B, <i>Lag time</i> , degradabilidade potencial (DP) e efetiva nas taxas de passagem de 2; 5 e 8% por hora da fibra em detergente neutro da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja.....	28
---	----

TABELA 9 - Desaparecimento da fibra em detergente ácido (FDA) da silagem de capim-mombaça com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja.....	30
--	----

TABELA 10 - Degradabilidade da fração solúvel (A), potencialmente degradável (B), taxa de degradação da fração B, <i>Lag time</i> , degradabilidade potencial (DP) e efetiva nas taxas de passagem de 2; 5 e 8% por hora da proteína bruta da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja.....	31
--	----

CAPÍTULO 3 – PADRÃO FERMENTATIVO DA SILAGEM DO CAPIM-MOMBAÇA COM ADIÇÃO DE FARELO DE SOJA

TABELA 1 - Temperatura mínimas e máxima do ambiente, umidade relativa do ar, precipitação e insolação durante a condução do ensaio em campo.....	40
--	----

TABELA 2 – Atributos físicos e químicos do solo da área experimental.....	41
---	----

TABELA 3 - Produção de gases (Gas), perdas por efluentes (Efl) e índice de recuperação de matéria seca (IRMS), determinados nas silagens de capim-mombaça, em função dos níveis de inclusão do farelo de soja.....	44
--	----

TABELA 4 – Teores médios do potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT) e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ /NT), determinados nas silagens de capim-mombaça com a inclusão de farelo de soja.....	48
--	----

TABELA 5 - Teores médios dos ácidos láctico (Al), ácido acético (Aa), ácido propiônico (Ap) e ácido butírico (Ab), determinados nas silagens de capim-mombaça, em função da inclusão de níveis de farelo de soja.....	50
---	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 – VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM A INCLUSÃO DE FARELO DE SOJA

FIGURA 1 - Teores médios de matéria seca (MS) em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....23

FIGURA 2 – Teores médios de proteína bruta (PB) em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....24

FIGURA 3 – Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....24

FIGURA 4 – Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....25

FIGURA 5 - Desaparecimento da matéria seca da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja.....27

FIGURA 6 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja.....29

FIGURA 7 - Desaparecimento da proteína bruta da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja.....31

CAPÍTULO 3 – PADRÃO FERMENTATIVO DA SILAGEM DO CAPIM-MOMBAÇA COM ADIÇÃO DE FARELO DE SOJA

FIGURA 1 – Perda por gases observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....45

FIGURA 2 – Perda por efluentes (Efl) observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....46

FIGURA 3 – Índice de recuperação de matéria seca (IRMS) observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....	46
FIGURA 4 – Valores médios de pH observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....	47
FIGURA 5 – Valores médios de acidez titulável (ATT) observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....	47
FIGURA 6 – Concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3/NT$) observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja.....	48
FIGURA 7 – Concentração ácido láctico observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....	51
FIGURA 8 – Concentração ácido acético observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....	52
FIGURA 9 – Concentração ácido propiônico observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....	52
FIGURA 10 – Concentração ácido butírico observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.....	53

RESUMO GERAL

Foram avaliados os efeitos da adição de farelo de soja (FS) como aditivo sequestrante de umidade e fonte de nutrientes na ensilagem de capim-mombaça, em relação ao padrão fermentativo e a degradabilidade *in situ* das silagens com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja.. O experimento foi conduzido na Fazenda AJR, no município de Goiás, GO. Os tratamentos utilizados foram constituídos por quatro níveis de inclusão de FS 0%, 10%, 15% e 20%. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. O capim-mombaça apresentava 24,8% de MS no momento do corte e foi ensilado em mini silos de PVC, permanecendo fechados durante 65 dias. Após a abertura dos mini silos foram realizadas pesagens para a determinação das perdas através da quantificação da produção por efluentes e das perdas por gases. Amostras foram coletadas para posteriores análises de nitrogênio amoniacal, pH e carboidratos solúveis, bem como a composição químico-bromatológica, degradabilidade *in situ*. A adição do aditivo aumentou o teor de MS e foi eficiente no controle de perdas por efluentes e gases. O aditivo permitiu ótimos índices de recuperação de MS. A adição de FS favoreceu o aumentadas concentrações de ácido láctico, acético e butírico e diminuindo as concentrações de propiônico, refletindo na melhoria do perfil fermentativo das silagens. A adição do FS proporcionou maior teor de carboidratos totais, em todos os níveis de inclusão. As silagens contendo FS apresentaram maior teor de proteína bruta (PB), além de menor teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A degradabilidade da MS, FDN e PB melhorou linearmente de acordo com a adição de FS, atingindo melhores degradabilidades potenciais e degradabilidades específicas, com a inclusão de 20% de FS. A adição de farelo de soja proporcionou silagens bem conservadas, com mínimas perdas de MS e ainda contribuiu de forma significativa para a melhoria do valor nutritivo das silagens.

Palavras-chave: Conservação de forragem, matéria seca, *Panicum maximum*, valor nutritivo

ABSTRACT

We evaluated the effects of adding soybean meal (SM) as an additive sequestrant of moisture and nutrient source in mombasa grass silage, compared to standard fermentation and *in situ* degradability of silage with different levels of inclusion of soybean meal. The experiment was conducted at Fazenda AJR, in the municipality of Goiás, Goiás. The treatments used were composed of four levels of inclusion of SM 0%, 10%, 15% and 20%. The experimental design was completely randomized, with four treatments and four replicates. The mombasa grass featured 24.8% DM cutting time and was silage in silos, PVC minis closed during 65 days. After the opening of the minis silos were performed to determine the losses weighing through the quantification of effluent production and losses by gas. Samples were collected for further analysis of ammoniacal nitrogen, pH and soluble carbohydrates, as well as the chemical composition-mycotoxin (s), degradability *in situ*. The addition of the additive has increased the level of DM and was efficient in the control of effluents and gaseous losses. The additive allowed great recovery rates of DM. The addition of SM favored the increase of lactic, acetic acid and butyric acid and propionic concentrations, reflecting the improvement of the fermentation of silage profile. The addition of the SM has provided greater total carbohydrates content in all levels of inclusion. Silages containing SM had higher crude protein (CP) content, as well as lower fiber content in a neutral detergent (NDF) and acid detergent fiber (ADF). The degradability of the DM, NDF and CP improved linearly according to the addition of SM, reaching degradabilities potential and specific degradabilities best, with the inclusion of 20% of SM. The addition of soybean meal provided silage well preserved, with minimal loss of DM and still contributed significantly to the improvement of the nutritional value of silage.

Keywords: Conservation of forage, dry matter, *Panicum maximum*, nutritional value

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

As pastagens de gramíneas tropicais no Brasil constituem a forma mais econômica e fácil de fornecimento de alimento volumoso para a produção animal. De acordo com o último censo agropecuário realizado pelo IBGE 2013¹ o território nacional possui 158.753.866,00 de hectares de área de pastagem entre nativas e plantadas. No entanto, mesmo possuindo toda esta extensão territorial em pastagens, a produção animal sofre com a sazonalidade deste tipo forragem.

O capim-mombaça (*Panicum maximum* cv Mombaça), destaca-se por sua alta produção de matéria seca por unidade de área e por apresentar boas características químico-bromatológicas, sendo cultivado em grande parte do território nacional. Esta produção está diretamente associada as condições edafoclimáticas. Em grande parte da extensão territorial brasileira padronizou-se o ano agrostológico em dois períodos: o “período das águas” caracterizado por possuir alto índice pluviométrico, fotoperíodo longo e temperaturas elevadas. O segundo denominado de “período da seca”, caracterizado por baixos índices pluviométricos, fotoperíodo curto e baixas temperaturas.

Entretanto, a elevada produção de matéria seca com valores nutricionais superiores está relacionada a época favorável ao crescimento das plantas (“período das águas”), ocorrendo, em alguns casos de excedente de produção. A ensilagem, neste caso, se mostra uma alternativa interessante visando a suplementação dos rebanhos quando se tem escassez deste alimento no “período da seca”.

No entanto, deve se tomar algumas precauções no processo de ensilagem de gramíneas forrageiras tropicais, já que este tipo de planta quando atinge o ponto ideal para ensilagem, apresenta baixos teores de matéria seca e carboidratos solúveis em água, além de alto poder tampão, o que dificulta o abaixamento do pH. A utilização de tecnologias como utilização de inoculantes bacterianos, emurchecimento e inclusão de aditivos nutrientes e/ou adsorventes, são alternativas que visam minimizar o efeito destas variáveis sobre o perfil fermentativo da silagem. Nas situações em que o uso de aditivo se fizer necessário, deve-se definir qual o objetivo da utilização, para garantir resultados positivos sobre a fermentação².

Pode-se citar como aditivos adsorventes e nutritivos os subprodutos da agroindústria de processamento de alimentos, grãos de cereais e oleaginosas, sendo os mais utilizados a casca de soja, farelo de trigo, polpa cítrica e o farelo de mandioca. Estes subprodutos quando

adicionados no processo de ensilagem proporcionam melhorias no processo fermentativo, com aumento na matéria seca, fornecimento de carboidratos solúveis e queda no pH.

O farelo de soja, coproduto da indústria de oleaginosas, com composição químico-bromatológica de 88,57% de matéria seca, 48,71% de proteína bruta, 15,85% de fibra em detergente neutro, 9,47% de fibra em detergente ácido, 1,62% de lignina, 1,85% de extrato etéreo, pode ser utilizado como aditivo adsorvente e nutritivo no processo de ensilagem de gramíneas forrageiras não padrão³. Elevando o teor de matéria seca da silagem produzida, disponibilizando carboidratos solúveis, reduzindo as perdas por efluentes e melhorando o perfil fermentativo da silagem.

Objetivou-se através desta pesquisa avaliar os efeitos da inclusão do farelo de soja como aditivo sequestrante de umidade e fonte de nutrientes na ensilagem do capim mombaça, em relação ao padrão fermentativo e o valor nutricional das silagens com diferentes níveis de adição.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Características agronômicas e químico-bromatológicas do capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça)

Os capins do gênero *Panicum* são originários do continente africano, onde suas formas nativas estão localizadas na África do Sul⁴. A introdução deste gênero de capim no Brasil segue duas vertentes de acordo com Aronvich⁵. A primeira, está associada ao tráfico negreiro do período colonial (século XVIII), onde as sementes que foram disseminadas no território eram provenientes dos capins do gênero que foram usadas como cama nos navios negreiros. A segunda, sugere a introdução do gênero por Tomé de Souza (século XVI), onde a espécie de *Panicum maximum* estaria implantada em todas regiões do país, com aproximadamente seis milhões de hectares cultivados

A estrutura morfogênica do capim-mombaça (*Panicum maximum*), possui crescimento cespitoso com formação de touceiras com altura máxima de 1,65 metros e folhas quebradiças com largura média de três centímetros, sem cerosidade. As folhas apresentam poucos pelos na face superior e as bainhas são glabras, os colmos são levemente arroxeados. A inflorescência é do tipo panícula semelhante à do capim-colônia⁶.

O capim-mombaça, como a maioria dos cultivares de *Panicum maximum*, requer solos com fertilidade de média a alta sem acidez para expressar todo o seu potencial produtivo⁷. Em solos do cerrado a saturação por bases deve ser de 50 a 60%⁸, a concentração de fósforo de 6,7 mgdm⁻³⁹ e a concentração de potássio de 2 a 4% na capacidade de troca de cátions (CTC)⁸. De acordo com Ferreira, et al.¹⁰ o capim-mombaça responde a níveis crescentes de aplicação de fósforo, aumentando a produção de massa seca da parte aérea até níveis de 103 kg ha⁻¹, havendo alterações na composição morfológica das plantas (relação folha:colmo).

Atributos produtivos e nutricionais são afetados pelas condições climáticas, acúmulo de MS, idade e o desenvolvimento morfológico da planta¹¹. A composição química das plantas forrageiras é um dos parâmetros utilizados para medir o valor nutritivo e, dentre outros fatores, é afetada pela espécie ou cultivar, idade dos tecidos e fertilidade do solo¹².

Quando as plantas forrageiras estão maduras ou foram manejadas inadequadamente, o seu valor nutritivo é afetado pela redução do teor de proteína e ao alto conteúdo de fibras. A qualidade da planta forrageira está associada a composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário. Por isso a importância de se

conhecer os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), além de outros componentes. Na TABELA 1 é apresentada a composição química do capim-mombaça avaliadas por diferentes autores na produção de silagem¹³, em pastejo direto¹⁴, sob manejo rotacionado¹⁵ ou sob lotação intermitente¹⁶. Pode ser observado que o manejo interfere na composição químico-bromatológica do capim-mombaça, onde pode ser observada diferenças no teor de PB (TABELA 1).

TABELA1 - Valores médios da composição químico-bromatológica do capim-mombaça, determinada por diversos autores

Variáveis	Zanine et al. ¹¹	Palhano et al. ¹²	Lista et al. ¹³	Ribeiro et al. ¹⁴
MS (%)	22,4	23,1	15,3	23,6
PB (%)	9,4	16,1	12,7	8,4
FDN (%)	66,6	66,2	69,8	75,3
FDA (%)	39,2	30,5	34,6	-

Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA).

Para produção da silagem devem ser observados fatores relacionados à composição nutricional e características agrônômicas. Entretanto, os custos de silagem de capins tropicais podem ser mais elevados quando comparados com culturas padrões (milho, sorgo), apesar de apresentarem alta produtividade em relação aos outros volumosos¹⁷.

Outros fatores relacionados a composição químico-bromatológica dos capins tropicais devem ser considerados no momento da ensilagem, tendo em vista que os teores inadequados de matéria seca, carboidratos solúveis e valores de poder tampão influenciam negativamente na eficiência do processo fermentativo e consequentemente, diminui o valor nutritivo da silagem, e ainda ocasiona perdas de nutrientes por efluentes e favorece o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*¹⁸.

O momento ideal de ensilagem dos capins é quando apresentam teores de MS em torno de 25% e de carboidratos solúveis acima de 3%, esta atenção deve ser tomada para evitar perdas no valor nutritivo da silagem¹⁹. No entanto, observa-se falta de sincronia entre os carboidratos solúveis e teores de MS. Quando os capins atingem teores de carboidratos solúveis ideal para ensilagem, a planta ainda é jovem apresentando teor de MS abaixo do desejado, favorecendo a ocorrência de fermentações secundárias e elevada produção de efluentes. No momento quando o teor de MS se apresenta como ideal, os teores de carboidratos solúveis estão

baixos, com maior teor de parede celular, podendo limitar o consumo e o valor nutricional da silagem²⁰.

Com isso, tem se buscado novas tecnologias que possam melhorar tanto as características fermentativas e o valor nutricional, quanto o desempenho animal. A técnica de uso de aditivos tem as funções de favorecer a conservação e melhorar o valor nutritivo da massa ensilada. Neste contexto, pode-se inserir os aditivos adsorventes (polpa cítrica, fubá de milho e farelo de cereais)²¹.

2.2 Ensilagem do capim-mombaça

Segundo Santos et al.²² o método de conservação de forragem denominado de ensilagem, que consiste no processo de conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente lactato, por bactérias ácido-láticas. A atuação das bactérias ácido-láticas promove a redução do pH e o material úmido se torna livre da ação de microrganismos danosos.

O produto final da fermentação é o ácido lático, entretanto, alguns grupos de microrganismo denominados de bactérias heterofermentativas produzem dióxido de carbono, etanol e outros metabólitos em quantidade considerável. Particularmente, *Lactobacillus plantarum*, os maiores fermentadores da silagem²³. Entretanto, os *Lactococcus* são importantes no estágio inicial de fermentação, na manutenção de um ambiente ácido e, posteriormente, tornam-se os lactobacilos predominantes²².

No entanto, em um processo de ensilagem inadequado pode gerar perdas de 7 a 40%, perdas estão relacionadas ao desaparecimento de MS ou energia durante o processo de ensilagem. As perdas de energia são proporcionalmente menores que as perdas de MS. A respiração residual durante o enchimento do silo e imediatamente após a sua vedação; tipo de fermentação no interior do silo, produção de efluentes, e a deterioração aeróbica durante a retirada da forragem, são as principais fontes de perdas de energia¹⁹.

Além das perdas da matéria seca e energia, a silagem está sujeita a perdas por gases ou efluentes, que estão associadas ao teor de umidade. Quando a silagem oferece ambiente úmido, alta temperatura e pH elevado favorecem o desenvolvimento das colônias de bactérias do gênero *Clostridium*. Estas bactérias produzem CO₂ e ácido butírico ao invés de ácido lático. Entretanto, o elevado poder tampão aumenta o crescimento de enterobactérias que são produtoras de amônia, etanol, ácido acético e gases como CO₂²⁴.

O capim-mombaça dentre as gramíneas tropicais, apresenta elevada produção de MS, gerando um excedente de forragem que pode ser aproveitada na forma de silagem para utilização na época de escassez²⁵. No entanto, o baixo teor de matéria seca e de carboidrato solúvel no estágio que apresenta alto valor nutritivo e, alto poder tampão, coloca em risco a conservação do material, devido às possibilidades de surgirem fermentações secundárias²⁶.

Vasconcelos et al.²⁵ avaliaram a composição bromatológica e a degradabilidade da MS e FDN de silagens de capim-mombaça colhidos em diferentes idades de rebrota 35, 45, 55 e 65 dias, em cinco períodos de abertura dos silos: 1; 3; 7; 14; 28 e 56 dias. Os teores de MS, carboidratos solúveis (CHO) e FDN aumentaram linearmente com o avanço da idade de rebrota, enquanto que os teores de PB e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) diminuíram. Durante os períodos de fermentação os teores de MS, CHO, FDN e PB apresentaram redução linear, enquanto o teor de N-NH₃ variou em função da idade de rebrota e com o período de fermentação, respectivamente. Em relação a degradabilidade todas as frações solúveis sofreram diminuição da degradabilidade com o aumento da idade da rebrota.

Zanine et al.¹³ avaliaram a recuperação de MS e qualidade da silagem de capim-mombaça com quatro tratamento: 0, 20, 40 e 60% de inclusão de farelo de trigo. Os autores observaram que o teor de MS cresceu linearmente, sendo que o tratamento com 20% de farelo de trigo já promoveu mudanças significativas. Com relação ao teor proteico das silagens, a inclusão do aditivo promoveu aumento linear com valores máximos de 7,9% e mínimo de 6,5%. O teor de FDN diminuiu linearmente com a adição do farelo de trigo, com variação de 56,3 a 65,51%.

2.3 Utilização de aditivos em silagens de capins tropicais

O uso de aditivos em silagens de capins tropicais é uma tecnologia que vem sendo adotada com o propósito de influenciar o processo fermentativo, que irá favorecer a conservação e o valor nutritivo. No entanto, os aditivos auxiliam na diminuição de perdas superficiais, aumento da vida útil e valor energético e, na digestibilidade da fibra e da matéria seca²⁷.

Segundo Bergamaschine et al.²⁸ o ingrediente usado como aditivo nutriente e/ou adsorvente nas silagens de capim deve apresentar alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água, boa aceitabilidade, além de fornecer carboidratos para fermentação. Comotambém ser de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição.

A utilização de aditivo nutriente e/ou adsorvente quando utilizado em quantidades adequadas eleva o teor de MS do material ensilado e promove ambiente menos favorável para o desenvolvimento das leveduras, contribuindo também para menores perdas²⁹.

2.4 Características químicas bromatológicas do farelo de soja

O beneficiamento da soja no cenário econômico brasileiro tem grande relevância, considerando o volume de produção e os diferentes produtos de elevado valor agregado do grão. A partir de diferentes processos de industrialização da soja são geradas grandes quantidades de subprodutos, sendo que alguns destes apresentam elevada qualidade nutricional e podem ser convertidos em produtos de maior valor agregado. Entre os subprodutos produzidos destacam-se o farelo de soja e a biomassa *okara*, os quais são gerados em grandes quantidades³⁰.

O farelo de soja é um dos subprodutos mais utilizados como fonte de proteína para alimentação animal, representando dois terços da produção mundial total de rações, incluindo todas as outras rações de outras oleaginosas e de farinha de peixe³¹. Seu valor alimentar é insuperável por qualquer outra fonte de proteína vegetal e, constitui o padrão ao qual outras fontes proteicas são comparadas³². No processo de extração por solvente, a soja é quebrada, aquecida, floculada e o óleo é extraído por solvente (geralmente hexano). Os grãos floculados após a extração são secos para eliminar o solvente, torrado e moído. No processo mecânico, a soja é quebrada, seca, aquecida e passam por prensagem mecânica, e os flocos resultantes são secos e triturados³³.

Segundo Heuzé et al.³³ o farelo de soja é normalmente classificado para comercialização, pelo seu teor de proteína bruta ou pela soma de proteína + óleo. Existem duas categorias principais, de farelo "alta proteína" com 49 a 50% de proteína + óleo e 3% de fibra bruta (FB) da casca das sementes, obtidos da casca das sementes e "baixa proteína" com 44 a 46% de proteína + óleo e 6 a 7% de FB obtidas da casca das sementes. Quando o farelo de soja é produzido a partir do processo de solvente, o teor de óleo é normalmente inferior a 2%, enquanto no sistema mecânico o teor é superior a 3%.

Pode ser observado na TABELA 2 que a composição químico-bromatológica do farelo de soja não apresentam grandes variações. Podendo considerar que o processo de extração de óleo de grãos mais utilizado é o químico, pois o teor de extrato etéreo (EE) em todos os países foram menores de 2%. No entanto, o farelo de soja analisados são considerados em todos países de "baixa proteína" por apresentarem teores de PB abaixo de 49 e 50% + óleo e 3% de FB.

TABELA 2 - Valores médios da composição químico-bromatológica do farelo de soja em diferentes países

	Estados Unidos	Brasil	Argentina	Índia	China
Nº de Amostras	937	120	78	69	46
PB ¹ (%)	48,1	46,1	43,5	46,8	45,0
FB (%)	2,88	5,21	5,54	5,89	5,20
MM (%)	6,21	5,73	5,89	7,11	4,16
EE (%)	1,43	1,54	1,70	1,24	1,45
Urease, Δ pH	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04
Proteína Soluvel	85,6	83,6	79,9	76,3	83,4
Lisina (%)	3,04	2,84	2,70	2,86	2,74
Lisina:Proteína	6,32	6,18	6,21	6,09	6,09
Metionina (%)	0,68	0,63	0,63	0,65	0,64
Met + Cys (%)	1,36	1,30	1,27	1,31	1,30
Treonina (%)	1,87	1,78	1,72	1,79	1,76
Triptofano (%)	0,68	0,61	0,58	0,62	0,60

Valores ajustados para 88% de MS. As amostras foram testadas por United Soybean Board (Woodson–Tenent Laboratories and Iowa State University Grain Quality Laboratory), Novus International (University of Missouri, Department of Agricultural Chemistry), Degussa (Feed Analysis Laboratories, New Jersey, USA and Frankfurt, Germany) and Archer Daniels Midland (Decatur, Illinois).

¹PB – Proteína Bruta; FB – Fibra Bruta; MM – Matéria Mineral; EE – Extrato Etéreo.

Fonte: Soybean meal quality assessing the characteristics of a major aquatic feed ingredient.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2013. Rio de Janeiro; 2014, 41:108p.
2. Pedroso, CES, Medeiros, RB, Silva, MA, Jornada, JBJ, Saibro, JC, Teixeira, JRF. Comportamento de Ovinos em Gestação e Lactação sob Pastejo em Diferentes Estádios Fenológicos de Azevém Anual. R. Bras. Zootec.: 2004, 33(5), 1340-44 p.
3. VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. CQBAL 3.0. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. Suprema Gráfica Ltda. 2010.
4. Jank, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum* . In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1995. Anais. Piracicaba: FEALQ, 1995, 21:58 p.
5. Aronovich, S. O capim colômbio e outros cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.): introdução e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. Anais...Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 1:20p.
6. Costa NL, Townsend CR, Magalhães JÁ, Pereira RGA. Formação e manejo de pastagens de Capim-Mombaça em Rondônia. Rondônia, jul./2001; RT/27, EMBRAPA-CPAF, 2p.
7. Vilela L, Sousa DMG, Martha Júnior GB. Calagem. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2007. 93-106 p.
8. Sousa DMG, Martha Júnior GB, Vilela, L. Calagem. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2007, 145-177p.
9. Vilela L, Martha Júnior GB, Sousa DMG. Calagem. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2007, 179-188p.

10. Ferreira, EM, Santos, AC, Araújo, LC, Cunha, OFR. Características agrônômicas do *Panicum maximum* cv. “Mombaça” submetido a níveis crescentes de fósforo. Santa Maria, Ciência Rural, 2008; 38 (2): 484-491 p.
11. Ramos, AK. Avaliação do crescimento, componentes produtivos e composição mineral de três gramíneas forrageiras tropicais. Piracicaba, 1997. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.
12. Gomide, JA., Wendling, IJ., Brás, SP., Quadros, HB. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejadas sob duas ofertas diárias de forragem. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa – MG, 2001, 30 (4): 1194-1200 p.
13. Zanine AM, Santos EM, Ferreira DJ, Oiveira JS, Almeida JCC, Pereira OG. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.*, São Paulo. 2006, 43 (6): 803-9p.
14. Palhano AL, Carvalho, PCF, Dittrich, JR, Moraes, A, Silva, SC, Monteiro, ALG. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. *R. Bras. Zootec.*, 2007, 36 (4): 1014-21p.
15. Lista, FN, Silva, JFC, Vásquez, HM, Detmann, E, Peres, AAC. Avaliação Nutricional de pastagens de capim-elefante e capim-mombaça sob manejo rotacionado em diferentes períodos de ocupação. *R. Bras. Zootec.* 2007, 36 (5): 1406-12p.
16. Ribeiro, EG, Fontes, CAA, Palieraqui, JGB, Cóser, AC, Martins, CE, Silva, RC. Influência da irrigação, nas épocas seca e chuvosa, na produção e composição química dos capins napier e mombaça em sistema de lotação intermitente. *R. Bras. Zootec.* 2009, 38 (8): 1432-42 p.
17. Daniel JLP, Zopollato M, Nussio LG. A escolha do volumoso suplementar na dieta de ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 2011;40: 261-69p.

18. Oliveira ZF, Santana Júnior HA, Santana EOC, Ferreira AHC, Pinheiro A A, Abreu Filho G, Viana P T, Santos MS. Silagem de gramíneas para bovinos. *Revista Eletrônica Nutritime*. 2015;12(1): 3856-64p.
19. McDonald P, Henderson AR, Heron, S. The biochemistry of silage. 2a ed. Marlow: Chalcombe Publicatins, 1991;340p.
20. Correa, LA.; Pott, EB. Silagem de capim.In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens, 2, Lavras: UFLA, 2007.
21. Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano AS, Oliveira JPF, Maciel MV. Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. *Agropecuaria Cientifica no Semiárido*. 2014; 10(2), 01-11p.
22. Santos ED, Zanine AM, Oliveira JS. Produção de Silagem de Gramíneas Tropicais. *Revista Eletrônica Veterinária*, 2006;7(11):1-22p.
23. Ohmomo, S.; Tanaka, O.; Kitamoto, H.K.; Cai, Y. Silage and microbial performance, old history but new problem. *JARQ*. 2002. 36 (2): 59–71p.
24. McDonald, P. The biochemistry of silage. Chichester: John Wiley e Sons, 1981, 218p.
25. Vasconcelos WA, Santos EM, Zanine AM, Pinto TF, Lima WC, Edvan RL, Pereira OG. [Nutritive value of silages of monbaça grass (“Panicum maximum” Jacq) harvested at different regrowth ages]. *Rev Bras Saúde Prod An*. 2009;10(4):874-84.
26. Evangelista AR, Abreu JG, Amaral PNC. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. *Ciênc. Agrotec*. 2004;2:446-452p.
27. Keplin, L. 2006. Produção de silagem de qualidade e uso de inoculantes. Em: Encontro Técnico sobre Conservação de Forragens (Silagens), 2006. Nova Odessa. Anais... Instituto de Zootecnia. Nova Odessa.

28. Bergamaschine, A.F., M. Passipieri e W.V. Veriano Filho. 2006. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. *Rev. Bras. Zootecn.*, 35: 1454-62p.
29. Santos MVF, Gómez Castro AG, Perea JM, García A, Guim A, Pérez Hernández, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. *Arch. Zootec.* 2010; 59 (R): 25-43p.
30. Tombini, J, Roncatti, R, Lima, VA, Cunha, MAA. Caracterização de subprodutos oriundos do beneficiamento de soja visando aproveitamento na produção de enzimas lipolíticas. *Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco*, 10 (1) . 2015.
31. Oil World, 2010. Major meals, World summary balances. *Oil World Weekly*, January 22, 2010, 55 (3): 45p.
32. Cromwell, G. L., 1999. Soybean Meal - The "Gold Standard". *The Farmer's Pride, KPPA News*, 11 (20).
33. Heuzé V., Tran G., Kaushik S., 2015. Soybean meal. *Feedipedia*, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/674> Last updated on October 8, 2015.

CAPÍTULO 2 - VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA COM A INCLUSÃO DE FARELO DE SOJA

RESUMO

Foram estudados os efeitos da adição de farelo de soja (FS) na ensilagem de capim-mombaça, em relação a composição químico-bromatológica e degradabilidade *in situ* das silagens. O experimento foi conduzido na Fazenda AJR, no município de Goiás, GO. Os tratamentos utilizados foram constituídos por quatro níveis de inclusão de FS 0, 10, 15 e 20%, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os teores de matéria seca (MS) mensurados nas silagens aumentaram de acordo com a inclusão de FS, variando de 24,68 a 30,38, respectivamente. Os teores de proteína bruta (PB) diferiram ($P < 0,05$) entre todos níveis de inclusão de FS, apresentando maior teor na inclusão de 20% de FS. Em relação aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) houve decréscimo significativos ($P < 0,05$) atingindo variações de 52,74% e 49,17%, respectivamente. Ao determinar a degradabilidade *in situ* das silagens, observou-se que o desaparecimento de MS, FDN e PB foram maiores a partir da inclusão de FS e aumentaram de acordo com o aumento dos níveis de inclusão. Os melhores resultados no potencial de degradação para as frações solúvel (A), potencialmente degradável (B), para MS, FDN e PB foram no nível de 20% de inclusão FS, obtendo também melhores taxas de degradação potencial e degradação efetiva.

Palavras chaves: cinética ruminal, composição químico-bromatológica, *Panicum maximum*

CHAPTER 2 – NUTRITIONAL VALUE OF SILAGE MOMBASA GRASS WITH THE INCLUSION OF SOYBEAN MEAL

ABSTRACT

Studied the effects of adding soybean meal (SM), in Mombasa grass silage, in order to evaluate the chemical composition and *in situ* degradability of silages. The experiment was conducted at Fazenda AJR, in the city of Goiás, state of Goiás. The treatments used were composed of four levels of inclusion of SM 0, 10, 15 and 20% used the experimental design entirely to chance, with four treatments and four replicates. The levels of dry matter (DM) measured in silage increased according to the inclusion of SM, ranging from 24.68 to 30.38, respectively to the levels of 0 to 20% FS. The levels of crude protein (CP) differed statistically ($P < 0.05$) among all levels of inclusion of SM, showing highest content in the inclusion of 20% of SM. In relation to levels of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) there was a statistically significant decrease ($P < 0.05$) reaching 52.74% variations and 49.17% respectively, when compared to 20 at the 0% treatment of inclusion of SM. To determine the *in situ* degradability of silage, noted that the disappearance of DM, NDF and CP were higher from the inclusion of SM and increased according to the dose. The best results in the potential for degradation to fractions soluble (A), potentially degradable (B), for DM, NDF and CP were at a dose of 20% of SM, oversaw best rates of potential degradation and degradation. The inclusion of levels of SM promoted significant improvements in nutritional value of silage and degradability in rumen environment.

Key words: chemical composition, *Panicum maximum*, ruminal kinetics

1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção de ruminantes no Brasil utiliza como fonte mais barata de fornecimento de alimento o pastejo de gramíneas tropicais. Entretanto, no período seco a produção destas gramíneas apresenta restrição no seu crescimento, devido às condições climáticas, consequentemente reduzindo a quantidade e qualidade da forragem produzida.

Sabendo que em torno de 80% do total da produção da matéria seca de forragem de gramíneas tropicais concentra-se no período das águas, exige a adoção de técnicas para minimizar a escassez de forragem no período seco¹. A ensilagem destas gramíneas é uma das principais ferramentas a ser utilizada para garantir o suprimento de forragem para os animais no período da seca.

Dentre as gramíneas forrageiras tropicais, o *Panicum maximum* cv Mombaça, pode ser destacado como uma das opções para produção de silagem, não só devido à excelente produtividade de matéria seca de boa composição químico bromatológica, como pelo fato de ser uma forrageira bem difundida no território nacional e, principalmente utilizada na produção de leite. No entanto, algumas características da planta devem ser observadas antes do início do processo de ensilagem. No momento do corte a planta normalmente apresenta alto teor de umidade, baixos teores de carboidratos solúveis e alto poder tampão. Estes fatores podem influenciar negativamente o processo fermentativo da forragem, impedindo o decréscimo do pH a níveis adequados o que irá permitir fermentações secundárias indesejáveis, gerando questionamentos sobre seu valor nutritivo da silagem.

A adição de subprodutos da indústria alimentícia e de óleos em silagens de capins tropicais, vem sendo explorada com objetivo de reduzir o teor de umidade e fornecer carboidratos solúveis ao processo fermentativo. O farelo de soja, subproduto proveniente da extração química ou mecânica de óleo do grão de soja e altamente utilizado na alimentação animal. Apresenta elevado teor de matéria seca e propriedades higroscópicas, podendo atuar como aditivo adsorvente por estas características.

Entretanto, os benefícios da utilização dos subprodutos como aditivos não podem permanecer só no processo fermentativo, mas que apresentem contribuições positivas na fermentação ruminal, melhorando o valor nutritivo da silagem e melhorando o consumo voluntário e desempenho animal. Assim, torna-se necessário o estudo do efeito dos aditivos não só na qualidade de conservação, mas também na contribuição destes aditivos na cinética da degradação ruminal. A avaliação da cinética de degradação ruminal permite maximizar a

sínteses de proteína microbiana, reduzir as perdas energéticas e nitrogenadas e balancear dietas que atendam às exigências dos microrganismos ruminais e do hospedeiro, resultando em maior produtividade animal e minimização dos custos da dieta².

Objetivou-se através desta pesquisa avaliar a composição químico-bromatológica e cinética da degradação ruminal da matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta da silagem de capim-mombaça com a inclusão de farelo de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda AJR, no município de Goiás, GO, com as seguintes coordenadas geográficas: 15° 56' 23,024"S, 50° 8' 29,159"W e altitude de 513 metros. Conforme a classificação de KOEPPEN³ o clima da região é do tipo Aw, tendo como características quente e semiúmido, com duas estações bem definidas, a seca, dos meses de maio a outubro e a chuvosa, entre novembro e abril. O ar é relativamente seco na maior parte do ano, com umidade relativa chegando a níveis críticos (TABELA 1) entre os meses de julho e setembro e ao extremo em agosto. A topografia do local é plana com declividade de 3,5% e predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura franco argilo-arenosa (TABELA 2).

TABELA 1 - Temperatura mínimas e máxima do ambiente, umidade relativa do ar, precipitação e insolação durante a condução do ensaio em campo

	Dezembro/2013		Janeiro/2014		Fevereiro/2014	
	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín
Temperatura (°C)	35	21	28	21	34	22
Umidade (%)	88		94		76	
Precipitação (mm)	284		302		276	
Insolação(h)	184		176		170	

2.1 O preparo de solo e implantação do capim-mombaça

Para fins da caracterização química e física da área experimental, realizou-se a coleta de amostra de terra na profundidade de zero a 0,20 m., a qual foi analisada pelo Laboratório de Análise de Solo e Foliar da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás conforme resultado apresentado na Tabela 2.

O preparo do solo foi o convencional com uso de duas gradagens, sendo uma com grade aradora e outra com grade niveladora antecedendo a semeadura. De acordo com a análise de solo não foi necessária a calagem segundo recomendação de Martha Júnior et al.⁴.

A semeadura do capim-mombaça foi realizada a lanço, utilizando-se taxa de semeadura de 1,6 kg de sementes puras viáveis (SPV) ha⁻¹. A adubação fosfatada de formação consistiu na aplicação de 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹ (Super Simples), além de 50 kg de FTE BR12, segundo recomendação de Martha Júnior et al.⁶. A nitrogenada de 100 kg de N (uréia), aos 15 dias após a germinação e outra dose equivalente, aos 40 dias, não foi realizada adubação potássica.

TABELA 2 – Atributos físicos e químicos do solo da área experimental

%				CaCl ₂	mg dm ⁻³	mEq 100cm ⁻³	
Argila	Silte	Areia	MO	pH	K	Ca	
29,0	20,0	51,0	2,3	5,0	200,0	7,5	

mEq 100cm ⁻³				%			
Mg	H+Al	Al	CTC	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
2,4	2,0	0,0	12,4	3,1	60,0	19,0	4,0

Fonte: Laboratório de Análise de solo e foliar – Universidade Federal de Goiás/UFG

Os tratamentos constituíram-se de um cultivar do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça) e quatro níveis de inclusão de farelo de soja: (0%, 10%, 15% e 20%). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram processados pelo software R⁵, e submetidos à análise de variância associadas ao teste de F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) e análise de regressão para os níveis de inclusão do aditivo.

O corte e ensilagem do capim-mombaça foi realizado 60 dias após semeadura. O corte foi realizado com roçadeira costal a 0,15 m, distante do solo e picado em ensiladora em partículas de aproximadamente dois centímetros. As amostras foram homogeneizadas manualmente e deste material retirado uma amostra de aproximadamente, um quilograma da matéria original (MO), que foi levada a estufa de ventilação forçada, a temperatura de 55°C, durante 72 h, visando a determinação da matéria pré-seca. Em seguida a amostra foi moída em moinho tipo Willey, peneira de 1 mm, sendo armazenado em recipiente de polietileno, ermeticamente fechado, para fins das análises bromatológicas matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE) e nível de digestibilidade total (NDT), foram realizadas conforme os métodos recomendados pela I.N.C.T.⁶.

A MO do capim-mombaça foi dividida em quatro partes iguais, seguida da inclusão dos diferentes níveis de farelo de soja, de acordo com os tratamentos propostos. Foram utilizados como mini silos canos de PVC de 100 mm de diâmetro e com 70 cm de comprimento adaptado da metodologia de Perini et al.⁷. As tampas dos silos experimentais foram dotadas de válvula, tipo “Bunsen”, para escape dos gases produzidos durante o processo fermentativo, sem permitir, entretanto, a entrada de ar. Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento,

totalizando 16 minisilos. No fundo de cada mini silo, foi colado o “cap” de PVC, sendo então montado um aparato constituído por uma camada de areia grossa – 1 kg – seguido de duas camadas, uma de tela e outra de TNT, para coleta e mensuração das perdas por efluente, de forma que não houvesse contato direto com o material ensilado. Antes da ensilagem foram feitas as pesagens dos silos com os aparatos e a tampa. Após o enchimento dos minisilos, utilizou-se tacapes de madeira para completar o processo de compactação. Em seguida foi feito o fechamento e vedação dos silos, com auxílio de fita adesiva de alta capacidade de adesão e posterior pesagem dos silos.

2.2 Variáveis analisadas

Os silos foram abertos, decorridos exatamente, 65 dias após a ensilagem. Inicialmente, os silos foram pesados para obtenção dos valores de perdas de gases por diferença de peso, em relação à pesagem por ocasião da ensilagem. Posteriormente, foram tomadas quatro sub amostras de cada tratamento, de aproximadamente 500 g, visando às análises da silagem. Após a retirada total da massa ensilada, tomou o cuidado de fazer as pesagens dos silos experimentais, ainda com os aparatos e tampas.

Duas sub amostras de aproximadamente 500 g cada, foram levadas à estufa de ventilação forçada, a 55°C, durante 72 h, visando à determinação da matéria pré-seca. Em seguida as sub amostras foram moídas em moinho de faca, tipo “Willey” com peneira de um e dois milímetros de diâmetro, identificadas e acondicionadas em recipientes de polietileno com tampa e armazenadas para análises bromatológicas e degradabilidade *in situ*, respectivamente.

As análises bromatológicas para determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), foram realizadas conforme os métodos recomendados pela I.N.C.T.⁶.

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Produção Animal (DPA) da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ - UFG).

2.3 Degradabilidade *in situ*

Para degradabilidade ruminal *in situ*, as amostras das silagens foram incubadas em quatro bovinos machos da raça nelore, (36 meses de idade e 350 kg de peso vivo) com cânulas implantadas no rúmen.

Os animais foram mantidos no *tiestall*, do departamento de Zootecnia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC). As amostras da silagem a serem incubadas foram moídas em peneiras de malha de 2 mm. Posteriormente, amostras de, aproximadamente, 5 g de MS foram colocadas em sacos de nylon – (poro de 40 - 60 mM), correspondendo a cerca de 0.2 g/cm² e selados. Em seguida os sacos de nylon foram incubados no rúmen, em triplicata, nos tempos 0, 6, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h, utilizando o método "gradual dentro/tudo fora", com seis sacos de poliéster (30 × 40 cm) concomitantemente, sendo três sacos por tratamento, cada um com ancora com peso de 500g e com um cordão de +-0,60m, para garantir semelhante localização no interior do rúmen e para facilitar a localização de remoção⁸.

Após a remoção do rúmen, os sacos de nylon contendo resíduos de forragem foram lavados em água corrente e fria até que a coloração ruminal desaparecesse, foram congelados a -20°C por 24 horas para cessar a atividade fermentativa. As amostras de 0h não foram incubadas e sim lavadas juntas com as amostras retiradas do rúmen, no momento “tudo fora”, para se extinguir possíveis variações por solubilidade em água. Todos os sacos foram descongelados, lavados simultaneamente para padronizar o processo, secados por 72 h, em estufa de ventilação forçada regulada para 55°C, pesados, e os resíduos analisados quanto aos teores de MS, FDN e PB.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, quatro níveis de farelo de soja e nove tempos de incubação *in situ*, 0, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 horas, sendo as médias comparadas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para cada tempo de incubação, seis sacos de nylon foram sorteados para um mesmo rúmen. A percentagem de degradabilidade da matéria seca (DMS), em cada tempo foi calculada pela proporção de alimento que desapareceu dos sacos após a incubação no rúmen. O modelo de degradabilidade efetiva da matéria seca (DEMS) foi estimado segundo Orskov e McDonald⁹, levando-se em conta a taxa de passagem de sólidos no rúmen preconizada pelo NRC¹⁰.

O desaparecimento da MS, PB e FDN foi determinado usando o modelo não-linear descrito por Ørskov e McDonald⁹ para determinar a degradação efetiva (DE):

$$DE = A + B [Kd/(Kd + Kp)],$$

Em que as frações A e B e a taxa de digestão (kd) foram estimadas através da degradabilidade potencial $DP = A + B \times (1 - e^{-k_d \cdot t})$, em que kd é a taxa de digestão da fração B, kp é a taxa de passagem da fração B e t é o tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva (DE g/kg) foi calculada a partir dos parâmetros acima mencionados, assumindo taxas de passagem fracionárias (kp) de 2, 5 e 8% por hora. Estas taxas de passagem são baseadas no NRC¹⁰, que recomenda tais valores para baixa, média e alta produção de vacas leiteiras, respectivamente.

Os dados foram processados pelo software R⁷, para os casos em que houve diferença significativa entre tratamentos, foi realizado teste de Tukey, considerando nível de significância de 5% ($P < 0,05$)¹¹.

O modelo não linear, utilizado em outros experimentos se ajustou de modo satisfatório aos dados de degradação parcial da MS, FDN e PB. Os coeficientes de determinação (R^2) obtidos para as curvas de degradabilidade da MS, FDN e PB foram sempre superiores a 93%, sendo indicativos da adequacidade do modelo para caracterização do fenômeno de degradação ruminal “in situ” de forragens, de acordo com Lopes et al.¹² e com Keim et al.¹³.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Valor nutritivo

Os valores médios da composição químico-bromatológica do capim-mombaça e farelo de soja (FS) antes da ensilagem estão descritas na Tabela 3.

TABELA 3 – Teores médios de matéria seca (MS), Proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), determinados na matéria original do capim-mombaça e farelo de soja

	MS	PB	FDN	FDA	FB	EE	NDT
Capim-mombaça	24,80	15,70	70,00	57,00	31,80	1,40	56,10
Farelo de soja	90,10	48,20	15,40	17,40	7,10	2,10	80,50

Para as variáveis de teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foi encontrado diferença significativa ($P < 0,05$) em função da adição de níveis de inclusão de farelo de soja (TABELA 4)

TABELA 4 - Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), determinados na silagem de capim-mombaça com inclusão de farelo de soja

Farelo de Soja (%)	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)
0	24,68 c	12,51 d	62,07 a	34,61 a
10	26,79 b	20,14 c	41,86 b	23,24b
15	28,35 b	24,93 b	39,41 b	21,52bc
20	30,38 a	35,04 a	32,74 c	17,02c
Média (%)	27,74	23,16	44,43	24,12
CV (%)	4,19	4,88	7,55	13,54

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que o teor de MS aumentou linearmente (FIGURA 1) em função do nível de inclusão de FS, com variação de 24,68 a 30,38%, entretanto para os tratamentos com inclusão de 10 e 15% não diferiram (TABELA 4). O aumento linear da MS da silagem com adição de FS, demonstra a eficiência deste aditivo na elevação de MS do material ensilado, conforme se verifica na FIGURA 1 cuja equação é $y = 0,2789x + 24,413$ ($R^2 = 0,9741$). Conforme Andrade et al.¹⁴; Igarazi¹⁵ e Zanine et al.¹⁶ relataram em suas pesquisas a

eficiência do uso de farelos de cereais e subprodutos da indústria alimentícia, como forma de aumentar o teor de MS do material ensilado, em função da adsorção do excesso de umidade.

Teores de MS semelhantes a esta pesquisa, foram observados por Lucato Junior e Mello¹⁷ quando testaram diferentes tipos de aditivos na ensilagem de capim elefante com teor médio de 30,25%. Corroborando com esta pesquisa Zanine et al.¹⁶ relataram incremento linear de MS quando foram acrescentados 20, 30 e 60% de farelo de trigo na ensilagem de capim-mombaça.

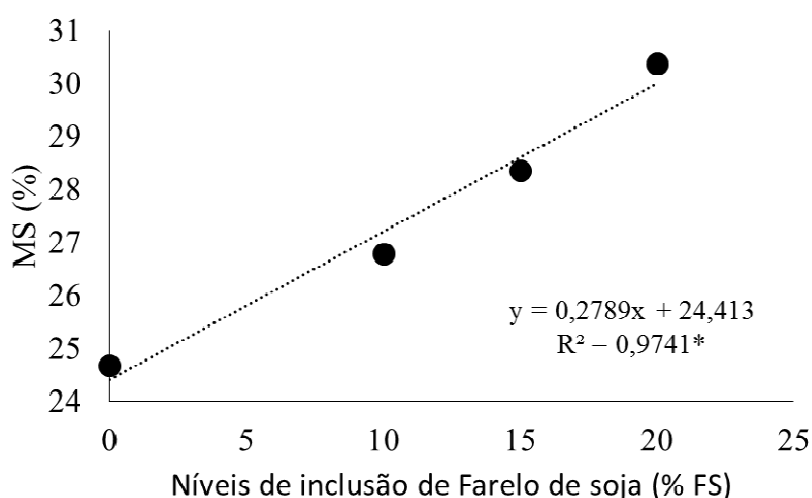


FIGURA1-Teores médios de matéria seca (MS) em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça. *P<0,05

Observa-se que os teores de PB aumentaram linearmente (FIGURA 2), em função dos níveis crescentes de FS, cuja equação é $y = 1,0705x + 11,112$ ($R^2 = 0,9396$). Observa-se aumento do teor de PB equivalente a 180%, quando se compara os tratamentos 0 e 20% de inclusão de FS (Tabela 4).

Na pesquisa de Zanine et al.¹⁶ utilizando três níveis de inclusão de farelo de trigo na ensilagem de capim-mombaça, relataram aumento linear da PB e decréscimo linear da FDN e FDA. Os resultados citados pelos referidos autores corroboram com o comportamento observado nesta pesquisa, confirmando assim, a eficiência do aditivo na melhoria da composição bromatológica da silagem aditivada. Os teores de FDN e FDA diferiram ($P < 0,05$) quanto aos níveis de inclusão de farelo de soja, no entanto, o efeito de decréscimo linear da FDN e FDA (FIGURA 3 e 4), cuja equações são respectivamente $y = -1,4462x + 60,289$ ($R^2 = 0,9552$) e $y = -0,863x + 33,807$ ($R^2 = 0,9699$), obtiveram valores de 52,74 e 49,17%. Os valores

de decréscimo da FDN e FDA foram de 52,74 e 49,17% respectivamente, quando se compara o tratamento 0 e 20% de inclusão de FS (TABELA 4).

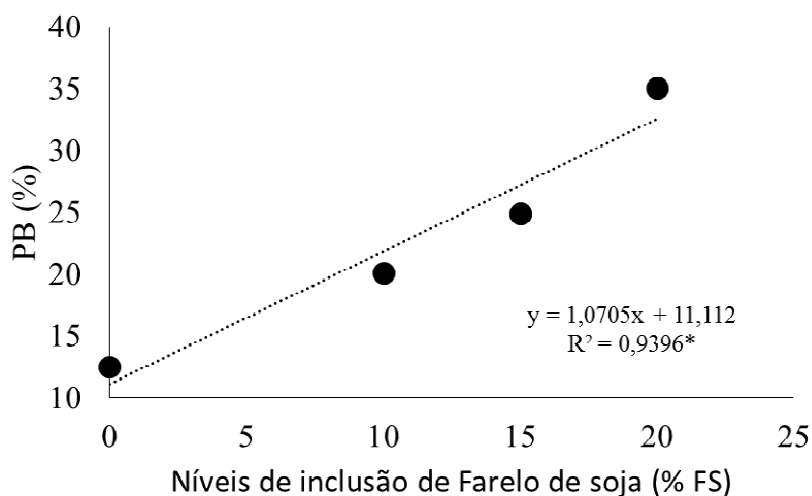


FIGURA 2 – Teores médios de proteína bruta (PB) em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça * $P < 0,05$

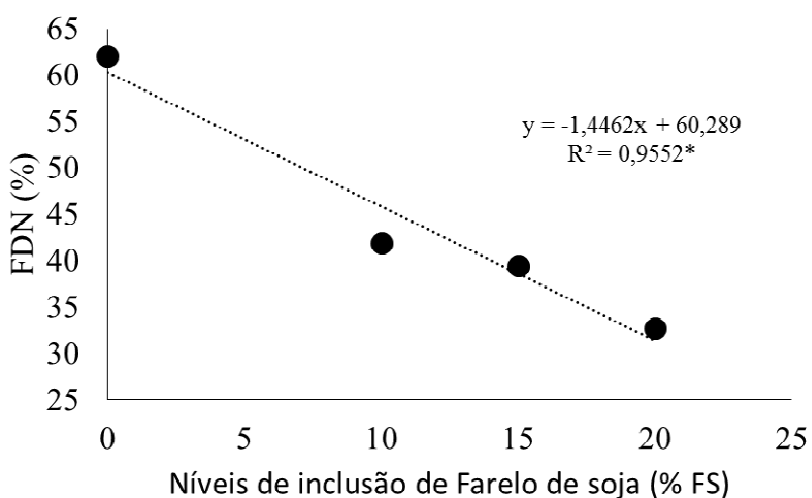


FIGURA 3 – Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça * $P < 0,05$

Estes decréscimos nos teores de FDN e FDA e os aumentos nos teores de MS e PB, só agregam valor nutricional a silagem como fonte de alimento para animais ruminantes. De acordo com Resende et al.¹⁸ e o NRC¹⁰ um dos fatores limitantes para o maior consumo de MS de forragem por ruminantes são os altos teores de FDN encontrados nos materiais, por causa das baixas taxas de degradação, este constituinte é considerado dietético primário associado ao efeito de enchimento do trato gastrointestinal. Outro fator é o teor de PB, que quando apresentam valores inferiores a 7% podem interferir no crescimento microbiano, afetando

diretamente a degradabilidade e digestibilidade dos alimentos fibrosos¹⁹, e como observado os teores de PB estavam bem acima do mínimo esperado para o crescimento microbiano que possibilita a diminuição do uso de suplementação.

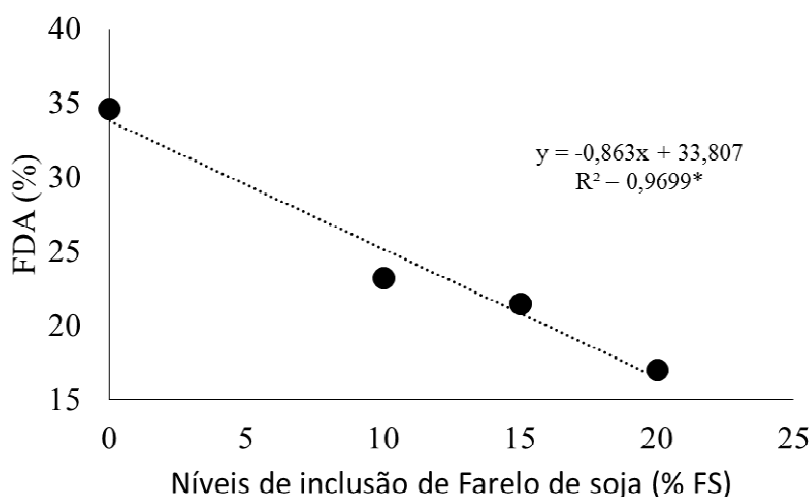


FIGURA 4 – Teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça * $P < 0,05$

3.2 Degradabilidade *in situ*

O desaparecimento da MS sofreu influência significativa ($P < 0,05$) da inclusão de níveis diferentes de FS (TABELA 5). O desaparecimento da matéria seca (MS) durante o tempo de 0 a 96 horas, estão representados na FIGURA 5. O tratamento que teve o maior nível de degradação da MS foi o de 20% de inclusão de FS, atingindo a máxima taxa de 83,05% de desaparecimento com 96 h, e a menor taxa foi mensurada no tratamento em que não houve inclusão de FS com desaparecimento de 61,40% da MS.

Quando se avalia a cinética da degradação da silagem de capim-mombaça com inclusão de diferentes níveis de FS, observa-se menor degradabilidade das frações A e B no tratamento com 0% de inclusão de FS e maior na inclusão de 20% de FS, diferindo ($P < 0,05$) com o nível de inclusão de FS (TABELA 6). A degradabilidade potencial e efetiva nesta pesquisa são semelhantes a observada por Rezende et al.²⁰ que trabalhou com silagem de capim-napier com diferentes inclusões de batata desidratada. Resultados semelhantes de degradabilidade efetiva de 2, 5, 8% foram observados por Dorea et al.²¹ trabalhando com silagem de capim-elefante com inclusão de diferentes níveis de jaca e raspa de mandioca. Fator

que deve ser observado que a degradabilidade efetiva diminuiu de acordo com o aumento da taxa de passagem (TABELA 6).

TABELA 5- Deparecimento da matéria seca (MS) da silagem de capim-mombaça com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja.

Farelo de Soja (%)	Tempo de degradação da MS (h)								
	0	6	9	12	24	36	48	72	96
0	22,96 d	26,25 d	27,42 d	28,59 d	33,28 d	37,97 d	42,65 d	52,03 d	61,40 d
10	34,22 c	38,99 c	40,25 c	41,50 c	46,50 c	51,51 c	56,51 c	66,52 c	76,53 c
15	33,94 b	41,18 b	42,38 b	43,57 b	48,36 b	53,14 b	57,92 b	67,48 b	77,04 b
20	37,71 a	47,09 a	48,29 a	49,49 a	54,28 a	59,08 a	63,87 a	73,46 a	83,05 a
Média(%)	32,21	38,38	39,58	40,79	45,60	50,42	55,24	64,87	74,50

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade

TABELA 6 - Degradabilidade da fração solúvel (A), potencialmente degradável (B), taxa de degradação da fração B (c), *Lag time*, degradabilidade potencial (DP) e efetiva nas taxas de passagem de 2; 5 e 8% por hora da matéria seca da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja

Farelo de Soja (%)	A (%)*	B (%)	c (%/h)	Lag time (h)	DP	DE		
						2% h ⁻¹	5% h ⁻¹	8% h ⁻¹
0 ¹	22,97 d	35,79 c	2,67	0,33 a	53,33	43,44	35,43	31,93
10 ²	34,23 b	38,03 b	3,88	0,24 b	69,93	59,32	50,84	46,65
15 ³	33,97 c	38,24 b	2,93	0,24 b	67,59	56,71	48,11	44,23
20 ⁴	37,71 a	39,06 a	4,55	0,20 c	75,30	64,85	56,33	51,88

*A: fração prontamente solúvel em água (líquido ruminal).

B: fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável no rúmen.

c: taxa de degradação da fração potencialmente degradável.

DP: Degradabilidade potencial. DE: Degradabilidade efetiva.

¹:f(tempo)=22,97+35,79*(1-exp(-0.0267*tempo))**

²:f(tempo)=34,23+3,03*(1-exp(-0.0388*tempo))**

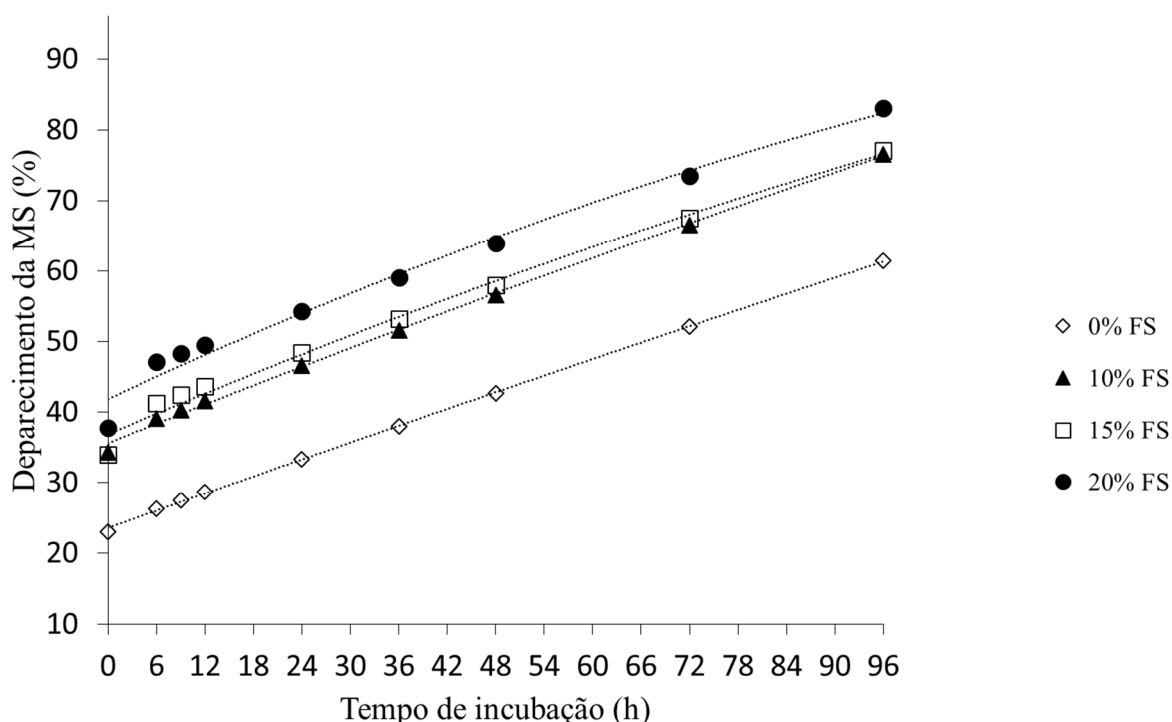
³:f(tempo)=33,97+39,06*(1-exp(-0.0293*tempo))**

⁴:f(tempo)=37,71+39,27*(1-exp(-0.020*tempo))**

**Significativo a 0,05 de probabilidade.

O desaparecimento da MS durante o tempo de 0 a 96 horas, estão representados na FIGURA 5, onde pode ser observado que houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$) no desaparecimento da MS cujas equações de regressão são: sem inclusão de FS $y = -0,0002x^2 + 0,4088x + 23,52$ ($R^2 = 0,999$), inclusão de 10% $y = -0,0004x^2 + 0,4609x + 35,562$ ($R^2 = 0,9981$), 15% $y = -0,0008x^2 + 0,4922x + 36,798$ ($R^2 = 0,990$), 20% $y = -0,0012x^2 + 0,5346x + 41,818$

($R^2 = 0,982$), outro fator a ser observado que quando há um aumento no nível de inclusão de FS a taxa de desaparecimento inicial foi maior.



Equações de regressão:

0% FS: $y = -0,0002x^2 + 0,4088x + 23,52$ $R^2 = 0,999^*$

10% FS: $y = -0,0004x^2 + 0,4609x + 35,56$ $R^2 = 0,9981^*$

15% FS: $y = -0,0008x^2 + 0,4922x + 36,79$ $R^2 = 0,990^*$

20% FS: $y = -0,0012x^2 + 0,5346x + 41,81$ $R^2 = 0,982^*$

*Significativo a 0,05 de probabilidade no teste de Tukey.

¹Inclusão de farelo de soja (FS)

FIGURA 5 - Desaparecimento da matéria seca da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja

O desaparecimento da FDN apresentou influência significativa ($P < 0,05$) pela inclusão de níveis diferentes de FS (TABELA 7). Observa-se que, com o aumento dos tempos de incubação, as porcentagens de desaparecimento da FDN dos tratamentos em estudo aumentaram efetivamente até as 96 horas (TABELA 7).

O desaparecimento da FDN durante o tempo de 0 a 96 horas, representados na FIGURA 6, onde pode ser observado que houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$) no desaparecimento da FDN cujas equações de regressão são: sem inclusão de FS 0%: $y = -0,0008x^2 + 0,3945x + 37,112$ ($R^2 = 0,983$), inclusão de 10% $y = -7E-05x^2 + 0,2539x + 59,382$ ($R^2 = 0,999$), 15% $y = -0,0004x^2 + 0,2234x + 64,566$ ($R^2 = 0,988$), 20% $y = -0,0003x^2 + 0,2403x + 66,253$ ($R^2 = 0,996$), outro fator a ser observado que quando há um aumento no nível de inclusão de FS na silagem de capim-mombaça a taxa de desaparecimento inicial foi maior.

TABELA 7 - Deparecimento da fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de capim-mombaça com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja

Farelo de Soja (%)	Tempo de degradação da FDN (h)								
	0	6	9	12	24	36	48	72	96
0	34,16 d	40,96 d	41,85 d	42,75 d	46,31 d	49,88 d	53,45 d	60,59 d	67,73 d
10	59,14 c	61,02 c	61,76 c	62,50 c	65,45 c	68,40 c	71,36 c	77,26 c	83,17 b
15	63,11 b	66,63 b	67,16 b	67,69 b	69,79 b	71,90 b	74,01 b	78,22 b	82,01 c
20	65,32 a	68,16 a	68,79 a	69,42 a	71,93 a	74,45 a	76,97 a	82,01 a	87,04 a
Média(%)	55,43	59,19	59,89	60,59	63,37	66,16	68,95	74,52	80,09

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade

A fração prontamente solúvel em água (líquido ruminal) da FDN aumentou com a inclusão do FS, variando de 34,16 a 65,32% (TABELA 8). Esse aumento na fração solúvel da silagem pode ser atribuído a maior solubilidade do FS isolado comparado ao capim-mombaça, contribuindo assim para maior fração solúvel nas silagens com maior concentração de FS. Carvalho et al.²² observaram o mesmo comportamento para a fração prontamente solúvel em água quando incluiu farelo de cacau na ensilagem de capim-elefante. Os valores da fração insolúvel em água da FDN decresceram de acordo com o aumento da inclusão do FS, variando de 30,01 a 18,08% (TABELA 8). Valores semelhantes a esta pesquisa da fração insolúvel em água foram observadas por Rego et al.²³ na degradação de silagem de capim-elefante com diferentes níveis de inclusão de subproduto de urucum.

TABELA 8 - Degradabilidade da fração solúvel (A), potencialmente degradável (B), taxa de degradação da fração B, *Lag time*, degradabilidade potencial (DP) e efetiva nas taxas de passagem de 2; 5 e 8% por hora da fibra em detergente neutro da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja

Farelo de Soja (%)	A (%)	B (%)	c (%/h)	Lag time (h)	DP	DE		
						2% h ⁻¹	5% h ⁻¹	8% h ⁻¹
0 ¹	34,16	30,01	4,90	0,30	63,29	55,48	49,02 d	45,57 d
10 ²	59,15	21,62	3,54	0,17	79,09	72,97	68,12 c	65,79 c
15 ³	63,12	16,86	3,43	0,18	78,57	73,78	69,99 b	68,19 b
20 ⁴	65,32	18,08	3,87	0,15	82,28	77,24	73,21 a	71,21 a

*A: fração prontamente solúvel em água (líquido ruminal).

B: fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável no rúmen.

c: taxa de degradação da fração potencialmente degradável.

DP: Degradabilidade potencial. DE: Degradabilidade efetiva.

¹: $f(\text{tempo}) = 34,16 + 30,01 * (1 - \exp(-0,049 * \text{tempo}))^{**}$

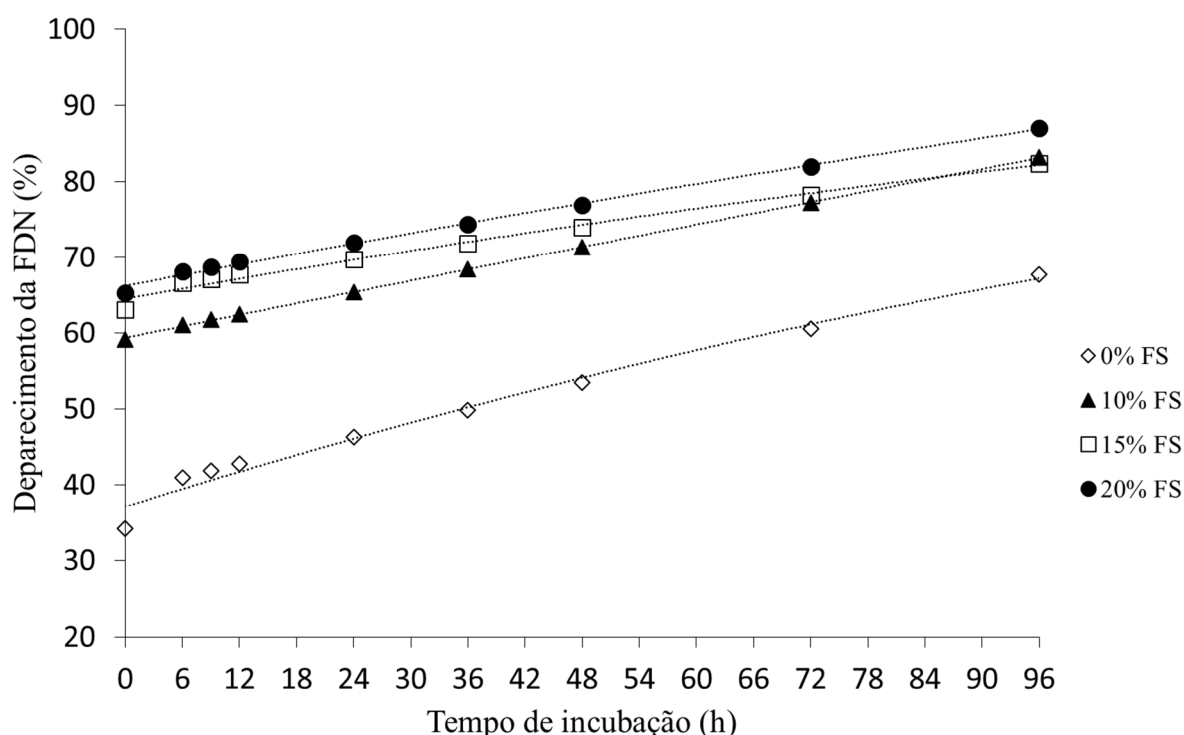
²: $f(\text{tempo}) = 59,15 + 21,62 * (1 - \exp(-0,0354 * \text{tempo}))^{**}$

³: $f(\text{tempo}) = 63,12 + 16,86 * (1 - \exp(-0,0343 * \text{tempo}))^{**}$

⁴: $f(\text{tempo}) = 65,32 + 18,08 * (1 - \exp(-0,0387 * \text{tempo}))^{**}$

^{**}Significativo a 0,05 de probabilidade.

O comportamento semelhante foi observado na taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c) da FDN, que decresceu à medida que aumentou a inclusão do FS. O menor valor observado foi de 3,87 %/h no nível de inclusão de 20% de FS. Segundo Chesson et al.²⁴, a variação na fração c é devido à preferência das bactérias ruminais por diferentes tipos de tecidos vegetais. Tornando esta afirmação coerente com o fato de que maiores níveis de aditivos podem favorecer ou não a população microbiana no rúmen, responsável pela degradação de carboidratos não estruturais predominantes nas silagens¹⁸.



Equações de regressão:

$$0\%: y = -0,0008x^2 + 0,3945x + 37,112 \quad R^2 = 0,983^*$$

$$10\%: y = -7E-05x^2 + 0,2539x + 59,382 \quad R^2 = 0,999^*$$

$$15\%: y = -0,0004x^2 + 0,2234x + 64,566 \quad R^2 = 0,988^*$$

$$20\%: y = -0,0003x^2 + 0,2403x + 66,253 \quad R^2 = 0,996^*$$

*Significativo a 0,05 de probabilidade no teste de Tukey.

¹Inclusão de farelo de soja (FS).

FIGURA 6 - Desaparecimento da fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja

O desaparecimento da PB foi influenciado ($P < 0,05$) pela inclusão dos diferentes níveis de farelo de soja. Observa-se que com a elevação dos tempos de incubação, as porcentagens de desaparecimento da proteína bruta dos tratamentos se elevaram de forma efetiva até as 96 h (Tabela 9).

O desaparecimento da PB durante os tempos de 0 a 96 horas, estão representados na Figura 7, onde pode ser observado que houve diferença estatística significativa ($P < 0,05$)

no desaparecimento da MS cujas equações de regressão são: sem inclusão de FS 0% $y = 0,0001x^2 + 0,3076x + 31,768$ ($R^2 = 0,999$), com inclusão de 10% $y = -0,0004x^2 + 0,3734x + 46,586$ ($R^2 = 0,996$), 15% $y = -0,0004x^2 + 0,3424x + 50,598$ ($R^2 = 0,996$), 20%: $y = -0,001x^2 + 0,4042x + 55,086$ ($R^2 = 0,974$), outro fator a ser observado que quando o nível de inclusão a taxa de desaparecimento inicial foi maior.

As degradabilidades das frações da PB seguiram o mesmo comportamento das frações da FDN, quando se elevou o nível de inclusão de FS aumentou a porcentagem de degradação da fração A. A degradação potencial (DP) da PB se elevou com o acréscimo de inclusão de FS a ensilagem de capim-mombaça, atingindo seu valor máximo no nível de adição de 20% (Tabela 10).

Carvalho et al.²², ao avaliar a degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurhecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau, observaram valores de DP da PB de 77,2% quando foi adicionado 28% de farelo de cacau e de 83,4% quando a planta só foi emurhecida. Sendo inferior a mensurada nesta pesquisa a 20% de inclusão de FS com DP de 88,59%.

TABELA 9 –Valores médios do desaparecimento da fibra em detergente ácido (FDA) da silagem de capim-mombaça com diferentes níveis de inclusão de farelo de soja.

Farelo de Soja (%)	Tempo de degradação da PB (h)								
	0	6	9	12	24	36	48	72	96
0	32,24 d	33,37 d	34,34 d	35,31 d	39,19 d	43,06 d	46,94 d	54,70 d	62,45 d
10	45,23 c	49,50 c	50,49 c	51,48 c	55,42 c	59,37 c	63,32 c	71,21 c	79,10 c
15	49,22 b	53,34 b	54,23 b	55,12 b	58,69 b	62,26 b	65,85 b	72,96 b	80,10 b
20	51,51 a	59,31 a	60,17 a	61,03 a	64,47 a	67,90 a	71,34 a	78,22 a	85,10 a
Média (%)	44,55	48,88	49,81	50,73	54,44	58,15	61,86	69,27	76,69

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade

A degradabilidade efetiva (DE) aumentou de acordo com o nível de inclusão de FS, atingindo valores máximos com 20% de inclusão de FS, com variação de 82,04 a 73,02% para as taxas de passagem estudadas. Rezende et al.²⁰ avaliando a degradabilidade efetiva da PB em silagem de capim-napier com inclusão de farelo de batata, observaram degradação efetiva de 77,88% para o nível de inclusão de 20%, valor inferior ao mensurado nesta pesquisa. Entretanto, Carvalho et al.²⁴ encontraram valores inferiores quando o nível de inclusão de farelo de cacau foi de 28%. A PB teve decréscimo da DE à medida em que a taxa de passagem do alimento no rúmen aumentou, comportamento observado em todos os tratamentos (Tabela 10).

TABELA 10—Valores médios da degradabilidade da fração solúvel (A), potencialmente degradável (B), taxa de degradação da fração B, *Lag time*, degradabilidade potencial (DP) e efetiva nas taxas de passagem de 2; 5 e 8% por hora da proteína bruta da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja

Farelo de Soja (%)	A (%)	B (%)	c (%/h)	Lag time (h)	DP	DE		
						2% h ⁻¹	5% h ⁻¹	8% h ⁻¹
0 ¹	25,86	59,96	4,21	0,15	80,09	64,5	51,93	45,52
10 ²	45,35	37,02	2,68	0,16	77,00	66,56	58,87	54,64
15 ³	38,73	48,65	1,75	0,11	73,61	61,45	51,36	47,47
20 ⁴	60,63	28,27	11,10	0,10	88,59	82,04	76,32	73,02

*A: fração prontamente solúvel em água (líquido ruminal).

B: fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável no rúmen.

c: taxa de degradação da fração potencialmente degradável.

DP: Degradabilidade potencial. DE: Degradabilidade efetiva.

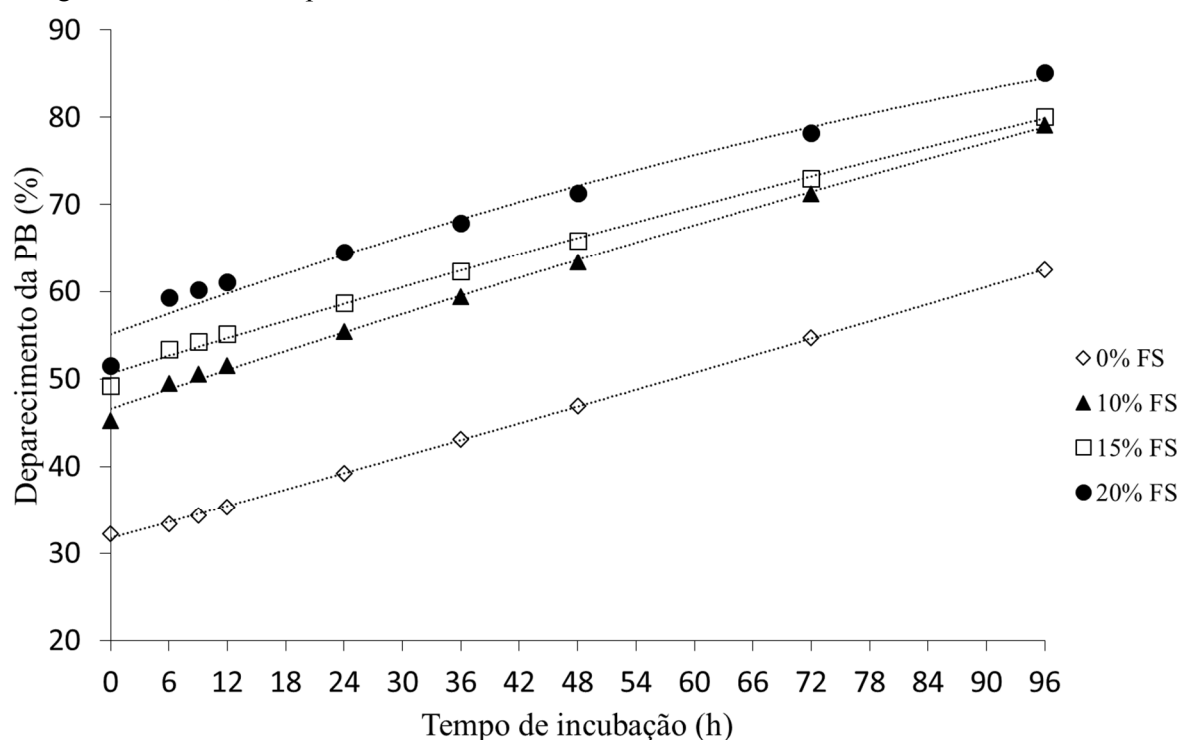
¹: $f(\text{tempo}) = 25,86 + 59,96 * (1 - \exp(-0,0421 * \text{tempo}))^{**}$

²: $f(\text{tempo}) = 45,35 + 37,02 * (1 - \exp(-0,0268 * \text{tempo}))^{**}$

³: $f(\text{tempo}) = 38,73 + 48,65 * (1 - \exp(-0,0175 * \text{tempo}))^{**}$

⁴: $f(\text{tempo}) = 60,63 + 28,27 * (1 - \exp(-0,111 * \text{tempo}))^{**}$

**Significativo a 0,05 de probabilidade.



Equações de regressão:

0%¹: $y = 0,0001x^2 + 0,3076x + 31,768$ $R^2 = 0,999^*$

10%: $y = -0,0004x^2 + 0,3734x + 46,586$ $R^2 = 0,996^*$

15%: $y = -0,0004x^2 + 0,3424x + 50,598$ $R^2 = 0,996^*$

20%: $y = -0,001x^2 + 0,4042x + 55,086$ $R^2 = 0,974^*$

*Significativo a 0,05 de probabilidade no teste de Tukey.

¹Inclusão de farelo de soja (FS).

FIGURA 7 - Desaparecimento da proteína bruta da silagem de capim-mombaça aditivada com níveis de farelo de soja

4. CONCLUSÕES

A adição de níveis crescente de farelo de soja, melhorou a composição químico-bromatológica e o valor nutricional da silagem de capim-mombaça,

Os melhores resultados de desaparecimento e degradabilidade foram encontrados quando o nível de inclusão de FS foi de 20%.

5. REFERÊNCIAS DA BIBLIOGRÁFICAS

1. Pedroso, CES.; Medeiros, RB.; Silva, MA. Produção de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estádios fenológicos de azevém anual. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 2004: 33 (5), 1345-1350 p.
2. Jobim CC, Nussio LG, Reis RA, Schmidt P. [Methodological advances in evaluation of preserved forage quality]. R Bras Zoote. 2007;36(supl esp):101-19p.
3. Koeppen, W. Climatologia: Con um estudo de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.
4. Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG. Adubação nitrogenada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p.117-44.
5. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing; 2012. [Acesso 13 fev 2013]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.
6. Detmann E. et al. Métodos para análises de alimentos. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema; 2012 214p.
7. Perini, C. G. H., & Coelho, E. M.. Parâmetros qualitativos da silagem de capim-colonião. ANAIS DO ENIC, 2009: 1(1).
8. Vanzant ES, Cochran RC, Titgemeyer EC. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. Journal Animal Science. 1998;76:2717-2729.
9. Ørskov ER, McDonald, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements of feed in Degradabilidade in situ de silagens de milho em ovinos weighted according to rate of passage. Journal of Agricultural Science, 1979;92(2):499-503.

10. National Research Council - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p.
11. Sampaio IB. Estatística aplicada a experimentação animal 3. ed. – reimpressão – Belo Horizonte: Ed. Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMG, 2010 p. 152 – 167.
12. Lopes FCF, Paciullo DSC, Mota EF, Pereira JC, Azambuja AA, Motta ACS, Rodrigues GS, Duque ACA. Composição química e digestibilidade ruminal in situ da forragem de quatro espécies do gênero *Brachiaria* Arquivos. Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia.2010;62(4):883-888.
13. Keim JP; Valderrama X, Alomar D, López IF. *In situ* rumen degradation kinetics as affected by type of pasture and date of harvest, Scientia Agricola.2013;70(6):405-414.
14. Andrade PA, Quadros DG, Bezerra ARG, Almeida JAR, Silva PHS, Araujo JAM. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. Semina: Ciências Agrárias. 2012; 33(3):1209-1218p.
15. Igarazi, M.S. 2002. Controle de perdas de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jack. Cv Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho da partícula, da estação do ano e da presença de inoculante bacteriano. Tese de doutorado em Zootecnia. Escola Superior Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo- SP. 136 p.
16. Zanine AM, Santos EM, Ferreira DJ, Oiveira JS. Almeida JCC, Pereira OG. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. Braz. J. vet. Res. anim. Sci., São Paulo. 2006, 43 (6): 803-9p.
17. Lucatto Junior, AJ, Mello, SP. Avaliação da silagem de capim-elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum*) com diferentes tipos de aditivos. Nucleus 2008. 5 (2): 319-332.
18. Resende, FD.; Queiroz, AC., Fontes, CAA.; Pereira, JC.; Rodriguez, IRR.; Jorge, AM; Barros, JMS. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovinos em confinamento. Revista brasileira de Zootecnia , Viçosa. 1994, 23(3):366-376 p.

19. Sampaio CB, Dettmann E, Lazzarini I, Souza MAD, Paulino MF, Valadares Filho SDC. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2009;38(3):560-569.
20. Rezende, VM, Paiva, PCA, Barcelos, AF, Teixeira, JC, Nogueira, DA. Ruminal degradability of elephant grass produced with different levels of Discarded Potato meal. *Ciênc. agrotec.*, Lavras. 2007; 31 (2): 485-491p.
21. Dórea, JRR; Oliveira, JS; Santos, EM; Zanine, AM; Silva, TC; Danés, MAC; Franco, ALC; Gouvêa, VN; Mizubuti, IY. Ruminal degradation kinetics of elephant grass silage with different levels of jack fruit and cassava scraping. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*.2013; 34 (5): 2437-2446p.
22. Carvalho, GGP, Garcia, A, Pires, AJV, Pereira, OG,. Fernandes, FEP, Carvalho, BMA. Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurhecido ou com adição de farelo de cacau. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*.2008; 60 (1), 234-242 p.
23. Rêgo, AC, Cândido, MJD, Pereira, ES, Feitosa, JV, Rêgo, MMT. Degradation of elephant grass silages with annatto by-product. *Revista Ciência Agronômica*. 2010; 41 (3):482-489 p.
24. Chesson, A.; Gordon, A. H.; Lomax, J. A. Methylation analysis of mesophyll, epidermis and fibre cells – walls isolated from the leaves of perennial and Italian rygrass. *Carbohydrate Research*. 1985; 141(01):137-147 p.
25. Barbero LM, Cecato U, Zeoula LM, Damasceno JD, Rodrigues AM, Gomes JANG. Degradabilidade *in situ* de estratos de capim-mombaça adubado com diferentes fontes de fósforo, em pastejo. *Acta Scienciarum*. 2009;31(1):1-6 p.

CAPÍTULO 3 – PADRÃO FERMENTATIVO DA SILAGEM DO CAPIM-MOMBAÇA COM ADIÇÃO DE FARELO DE SOJA

RESUMO

Foram avaliadas as perdas por efluentes, gases, o índice de recuperação e matéria seca e padrão fermentativo da silagem de capim-mombaça com a adição de farelo de soja (FS). Os tratamentos foram constituídos por quatro níveis de inclusão de farelo de soja: 0%, 10%, 15% e 20%. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. A perda por gases e a recuperação de matéria seca (IRMS) não diferiram ($P>0,05$) com a inclusão do farelo de soja na ensilagem. A maior perda por efluente foi mensurada no tratamento controle, enquanto a menor perda foi registrada com a inclusão de 20% de FS. Os valores de pH variaram de 4,54 a 4,98 não diferindo ($P>0,05$) respectivamente de acordo com a elevação do nível de inclusão de FS. A maior concentração de $N-NH_3/NT$ foi mensurada na inclusão de 20% de FS atingindo valor de 10,39 e o menor valor registrado foi no tratamento controle de 1,32. A concentração de CHO's atingiu menor valor no tratamento de 15%, de inclusão de FS, diferindo estatisticamente ($P<0,05$) dos demais tratamentos. O perfil de ácidos graxos apresentou diferença estatística ($P<0,05$) para todos os ácidos (lático, acético, propiônico e butírico), onde as maiores concentrações de ácidos lático e acético foi no nível de inclusão de 20% de FS, onde também se verificaram as menores concentrações de ácidos propiônico e butírico.

Palavras chaves: ácidos graxos, efluentes, pH, recuperação de matéria seca

CHAPTER 3 – THE SILAGE FERMENTATION PATTERN OF MOMBASA GRASS WITH ADDITION OF SOYBEAN MEAL

ABSTRACT

Effluent losses were evaluated, gases, recovery rate and dry matter and fermentation pattern of silage megathyrus Maximus with the addition of soybean meal (SM). The treatments were composed of four levels of inclusion of soybean meal: 0%, 10%, 15% and 20%. The experimental design was completely randomized, with four treatments and four replicates. The loss for gases and dry matter recovery (DMR) did not differ ($P>0.05$) with the inclusion of soybean meal in silage. The biggest loss for effluent was measured in the control treatment, while the smaller loss was registered with the inclusion of 20% of FS. The pH ranged from 4.54 to 4.98 not differing ($P>0.05$) respectively according to the increase the level of inclusion of SM. The greatest concentration of $N-NH_3/NT$ was measured in the inclusion of 20% of SM reaching 10.39 value and the lowest recorded was at 1.32 control treatment. The concentration of CHO's hit lower in the treatment of 15%, to include SM, differed statistically ($P<0.05$) from other treatments. The fatty acid profile presented statistical difference ($P<0.05$) for all acids (lactic, acetic, propionic and butyric acid), where the largest concentrations of lactic and acetic acids was at the level of inclusion of 20% of SM, where there were also the lowest concentrations of propionic and butyric acids.

Key words: dry matter recovery, effluent, fatty acids, pH

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que possui vasta extensão territorial e um clima privilegiado para o crescimento de plantas forrageiras, cujas condições são excelentes para o desenvolvimento da pecuária. No entanto, a produção das forrageiras está sujeita a uma estacionalidade, caracterizada pelo “período das águas”, onde calor, umidade e luminosidade promovem o desenvolvimento das plantas, e o “período da seca”, no qual o frio, a falta de umidade e os dias curtos diminuem o desenvolvimento das plantas, fazendo com que estas entrem em repouso vegetativo.

Com isso, neste período são necessárias outras fontes de alimento volumoso para o rebanho, em que dentre estas se destaca a silagem, que é resultante do processo de preservação de forragens úmidas, pré-secas e recém-colhidas, baseado em acidificação resultante de processo fermentativo anaeróbico¹.

Contudo, a confecção de silagens de capins não é tão simples assim, para se obter uma silagem de maior qualidade e mais estável é necessário que sejam considerados os fatores inerentes a planta como a umidade, teor de carboidratos solúveis e capacidade tampão e fatores relacionados ao manejo como ponto de colheita da planta, tamanho de partícula, compactação, emurchecimento, exposição ao ar e uso de aditivos².

A presença de alto teor de umidade e baixo teor de carboidrato solúvel no momento da ensilagem pode inibir o adequado processo fermentativo, ocasionando a produção de um material de qualidade inferior, e aumentando a perda de nutrientes por fermentação secundária (perdas por efluentes). Quando esses fatores não são controlados, o valor alimentício da planta pode ser alterado, consequentemente influenciando o desempenho animal, principalmente no consumo voluntário³.

A adição de farelos visa reduzir o teor de umidade e fornecer carboidratos ao processo fermentativo. O farelo de soja é o principal ingrediente proteico utilizado na alimentação dos animais, e vários estudos sobre a eficiência dos seus efeitos benéficos estão disponíveis. Entretanto, estudos avaliando seu efeito sobre o padrão fermentativo de silagens de gramíneas tropicais, especialmente o capim-mombaça, são escassos.

Para evitar a elevada produção de efluentes e perdas do valor nutritivo da silagem, tem se buscado alternativas adicionando produtos adsorventes no momento da ensilagem, que atuem no sentido de melhorar a fermentação e incremento na composição química.

Na classificação de uma silagem de boa qualidade deve-se avaliar um conjunto de variáveis: matéria seca, pH, teor de carboidratos solúveis, nitrogênio amoniacal, acidez titulável e a concentração de ácidos orgânicos. Outras variáveis devem ser levadas em consideração, como perda por efluentes e gases, índice de recuperação de matéria seca que são utilizados também na caracterização do processo fermentativo.

Objetivou-se com esta pesquisa, dentre outros, avaliar o padrão fermentativo da silagem de capim-mombaça com inclusão de quatro níveis de farelo soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda AJR, localizada no município de Goiás, GO, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude - 15° 56' 23,024''S; longitude - 50° 8' 29,159''W e altitude: 513 metros. Conforme a classificação de KOEPPEN⁴ o clima da região é do tipo Aw, tendo como característicos quente e semiúmido, com duas estações bem definidas, a seca, dos meses de maio a outubro e a chuvosa, entre novembro e abril. O ar é relativamente seco na maior parte do ano, como umidade relativa chegando a níveis críticos entre os meses de julho e setembro e ao extremo em agosto (Tabela 1). A topografia do local é plana com declividade de 3,5% e predominância de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura franco argilo-arenosa (Tabela 2).

TABELA1 - Temperatura mínima e máxima do ambiente, umidade relativa do ar, precipitação e insolação durante a condução do ensaio em campo

	Dezembro/2013		Janeiro/2014		Fevereiro/2014	
	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín
Temperatura (°C)	35	21	28	21	34	22
Umidade (%)	88		94		76	
Precipitação (mm)	284		302		276	
Insolação(h)	184		176		170	

2.1 O preparo de solo e implantação do capim-mombaça

Para fins da caracterização química e física da área experimental, realizou-se a coleta de amostra de terra na profundidade de zero a 0,20 m, a qual foi analisada pelo Laboratório de Análise de Solo e Foliar da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (TABELA 2).

O preparo do solo adotado foi o convencional com uso de duas gradagens, sendo uma com grade aradora e outra com grade niveladora antecedendo a semeadura. De acordo com a análise de solo não foi necessária a calagem, segundo recomendação de Martha Júnior et al.⁵.

A semeadura do capim-mombaça foi realizada a lanço, no dia 30/12/2013, utilizando-se taxa de semeadura de 1,6 kg de sementes puras viáveis por hectare. Na adubação de formação foram aplicados 80 kg de P₂O₅ha⁻¹(SS), além de 50 kg ha⁻¹ de FTE BR 12, segundo recomendação de Martha Júnior et al.⁵. A adubação nitrogenada de cobertura foi parcelada em duas aplicações, sendo 100kg.ha⁻¹ aos após 15 dias de germinação e a outra dose de N aos 40 dias.

TABELA 2 – Atributos físicos e químicos do solo da área experimental

%				CaCl ₂	mg dm ⁻³	mEq 100 cm ⁻³	
Argila	Silte	Areia	MO	pH	K	Ca	
29,0	20,0	51,0	2,3	5,0	200,0	7,5	

mEq 100 cm ⁻³				%			
Mg	H+Al	Al	CTC	Ca/Mg	Ca/CTC	Mg/CTC	K/CTC
2,4	2,0	0,0	12,4	3,1	60,0	19,0	4,0

Fonte: Laboratório de Análise de solo e foliar – Universidade Federal de Goiás/UFG

Os tratamentos constituíram-se de um cultivar do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça e quatro níveis de inclusão de farelo de soja (0%, 10%, 15% e 20%). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Aos 60 dias após a semeadura, procedeu-se o corte e ensilagem do capim-mombaça. O corte foi realizado com roçadeira costal a 0,15 m, distante do solo e picado em ensiladora, em partículas de aproximadamente, dois centímetros. Em seguida, a forragem (matéria original) foi dividida em quatro partes iguais, sendo então, feita a inclusão dos níveis de farelo de soja, de acordo com os níveis de tratamentos preconizados.

Os silos correspondiam a canos de PVC de 100 mm de diâmetro e com 70 cm de comprimento adaptada da metodologia de Perini et al.⁶. As tampas dos silos experimentais foram dotadas de válvula, tipo “Bunsen”, para escape dos gases produzidos durante o processo fermentativo, sem permitir, entretanto, a entrada de ar. Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento, totalizando 16 mini- silos. No fundo de cada mini silo, foi colado o “cap” de PVC, sendo então montado um aparato constituído por uma camada de areia grossa – 1kg – seguido de duas camadas, sendo tela e TNT, para coleta e mensuração das perdas por efluente, de forma que não houvesse contato direto como o material ensilado. Antes da ensilagem foi feita as pesagens dos silos com os aparatos e a tampa. O enchimento dos minis silos foram feitos manualmente. Utilizou-se tacapes de madeira para completar o processo de compactação. Após este, foi feito o fechamento e vedação dos silos, com auxílio de fita adesiva de alta capacidade de adesão e posterior pesagem dos minis silos.

Os silos foram abertos, decorridos exatamente, 65 dias após a ensilagem. Inicialmente, os silos foram pesados para obtenção dos valores de perdas de gases por diferença, em relação à pesagem por ocasião da ensilagem. Posteriormente, foram tomadas duas sub amostras de cada tratamento, de aproximadamente 500 g, visando às análises da silagem. Após a retirada total da massa ensilada, tomou o cuidado de fazer as pesagens dos silos experimentais, ainda com o aparato e tampa, possibilitando assim, quantificar as perdas por efluentes e o

cálculo do índice de recuperação de matéria seca (IRMS). Os valores das perdas por gases, perdas por efluentes e do índice de recuperação de matéria seca foram calculados conforme Santos et al.⁸, sendo assim apresentados:

Perdas por gases

$$Gas = \frac{(PCf - PCa)}{(MFf \times MSf)} \times 10000$$

Em que, Gas é a perdas por gases (% MS),

PCf é o peso do silo cheio no fechamento em kg,

PCa é o peso do silo cheio na abertura em kg,

MFf é a massa de forragem no fechamento do silo em kg e

MSf é o teor de matéria seca da forragem no fechamento em % MS.

Perdas por efluentes

$$Efl = \frac{(Pab - Pfe)}{MFfe} \times 100$$

Em que, Efl é a produção de efluente em kg.t⁻¹ massa verde,

Pab é o peso do balde, tampa, areia e tela vazios na abertura em kg,

Pfe é o peso do balde, tampa, areia e tela vazios no fechamento em kg e

MFfe é a massa de forragem no fechamento em kg.

Índices de recuperação de matéria seca

$$IRMS = \frac{(MFab - MSa)}{(MFf \times MSf)} \times 100$$

Em que, IRMS é o índice de recuperação de matéria seca em %,

MFab é a massa de forragem na abertura em kg,

MSa é o teor de matéria seca da forragem na abertura em %,

MFf é a massa de forragem no fechamento em kg e,

MSf é o teor de matéria seca da forragem no fechamento em %.

A outra sub amostra foi destinada a extração do suco por prensagem hidráulica, foram coletados 50 mL de suco de cada amostra para análise de ácidos orgânicos e graxos, sendo as amostras conservadas em 10 mL ácido fosfórico a 25%, e 50 mL de suco para análise de nitrogênio amoniacal conservado em um mililitro de ácido sulfúrico a 50%. As análises de ácidos orgânicos e graxos: ácido láctico (Al), ácido acético (Aa), ácido propiônico (Ap) e ácido

butírico (Ab), foram realizadas através de Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU®, modelo SPD-10A VP acoplado ao Detector Ultra Violeta (UV) utilizando-se um comprimento de ondas 210 nanômetros (nm). A determinação do potencial hidrogeniônico (pH), dos carboidratos solúveis (CHOS), do nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) e acides titulável total (ATT) foram quantificados segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz⁷. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Produção Animal (DPA) da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ - UFG).

Os dados foram processados pelo software R⁹, e submetidos à análise de variância associadas ao teste de F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de regressão foram avaliados os coeficientes de determinação (R²) obtidos para as curvas sempre superiores a 93%, sendo indicativos da adequacidade do modelo para caracterização do fenômeno.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis produção de gases e índice de recuperação de matéria seca, não foi observadas diferenças estatisticamente significativas ($P > 0,05$), enquanto a perda por efluentes foi influenciada ($P < 0,05$) em função dos tratamentos (Tabela 3). Muito embora não tenha diferido, observa-se na Figura 1 e 3, efeito quadrático de redução na perda de gases e IRMS, cujas equações de regressão são $y = -0,0021x^2 - 0,0367x + 5,1805$ ($R^2 = 0,966$); $y = -0,006x^2 - 0,0163x + 86,405$ ($R^2 = 0,9833$), respectivamente.

Segundo McDonald¹⁰ a perda por efluentes é minimizada quando o teor da matéria seca (MS) atinge o valor de 25%, para forrageiras não padrão. Nesta pesquisa o capim-mombaça apresentava ter de MS de 24,8% no momento da ensilagem. Apesar de apresentar teor de MS próximo ao ideal preconizado, as perdas por efluentes foram menores significativamente ($P < 0,05$) a partir da inclusão FS.

Observou-se a menor perda no tratamento com 20% de inclusão, caracterizando o efeito adsorvente de umidade do FS que reduziu as perdas de nutrientes por lixiviação e, conseqüentemente, conservando a qualidade da silagem. Zanine et al.¹¹ observaram redução de perdas por efluentes para valores próximos de zero, quando adicionaram 15% de farelo de trigo em silagem de capim-elefante. O efeito quadrático de redução pode ser observado na Figura 2, cuja equação de regressão $y = -0,0041x^2 - 0,0611x + 5,903$ ($R^2 = 0,9348$).

TABELA 3 - Produção de gases (Gas), perdas por efluentes (Efl) e índice de recuperação de matéria seca (IRMS), determinados nas silagens de capim-mombaça, em função dos níveis de inclusão do farelo de soja

Farelo de soja (%)	Gas (% da MS)	Efl (kg t ⁻¹)	IRMS (%)
0	5,16	5,85 a	86,43
10	4,73	5,20 ab	85,49
15	4,00	3,64 b	85,01
20	3,68	3,20 b	83,60
Média (%)	4,39	4,47	85,13
CV (%)	40,70	22,13	2,81

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Zanine et al.¹¹ as perdas por efluentes em silagem de capim-mombaça com adição de farelo de trigo foram menores do que os valores mensurados nesta pesquisa, quando foram adicionados 20% de farelo de trigo, sendo que a perda de efluente registrada foi de 2,08 kg t⁻¹. Entretanto, Santos et al.¹² relataram perdas com efluentes de silagem de capim-mombaça

com diferentes idades de cortes, com e sem aditivo, de 59,0 e 48,5 kg t⁻¹ com idades de cortes respectivamente de 35 e 65 dias, perdas superiores as mensuradas nesta pesquisa (Tabela 3).

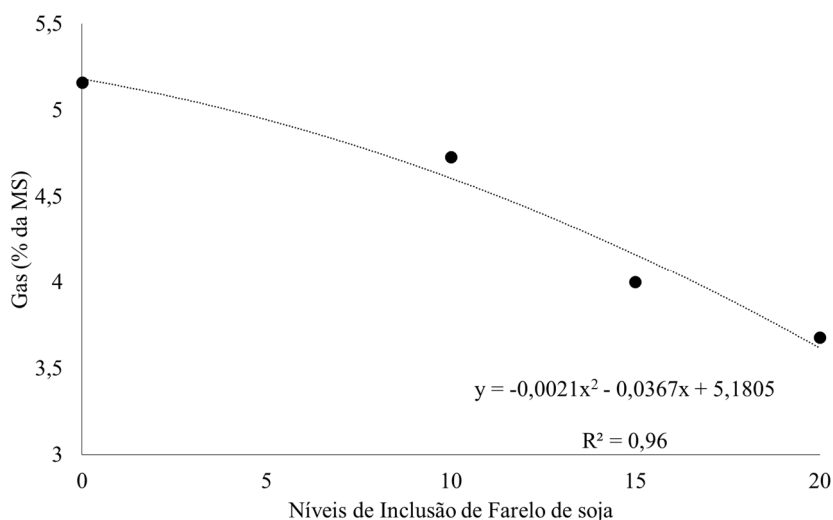


FIGURA 1 – Perda por gases observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça

As variáveis produção de gases e índice de recuperação de matéria seca, apesar de não apresentarem diferença estatística significativa ($P > 0,05$), observa-se decréscimo quadrático para estas variáveis quanto aos níveis de inclusão de FS.

As variáveis pH e acidez titulável total, não diferiu ($P > 0,05$), em função da inclusão dos níveis de FS (Tabela 4). No entanto, pode ser observado na Figura 4, o efeito quadrático da redução de pH, cuja a equação de regressão é $y = -0,0011x^2 - 0,0015x + 4,9829$ ($R^2 = 0,9918$). Para as variáveis nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e carboidratos solúveis (CHO's) foi observada diferença estatística significativa ($P < 0,05$), pela inclusão de níveis diferentes de FS (Tabela 4).

Para as variáveis acidez titulável e N-NH₃/NT houve efeito quadrático de elevação dos valores mensurados (Figura 5 e 6), cujas equações de regressão foram $y = -0,0136x^2 + 0,3534x + 10,976$ ($R^2 = 0,9986$) e $y = -0,0268x^2 + 0,9842x + 1,3419$ ($R^2 = 0,999$).

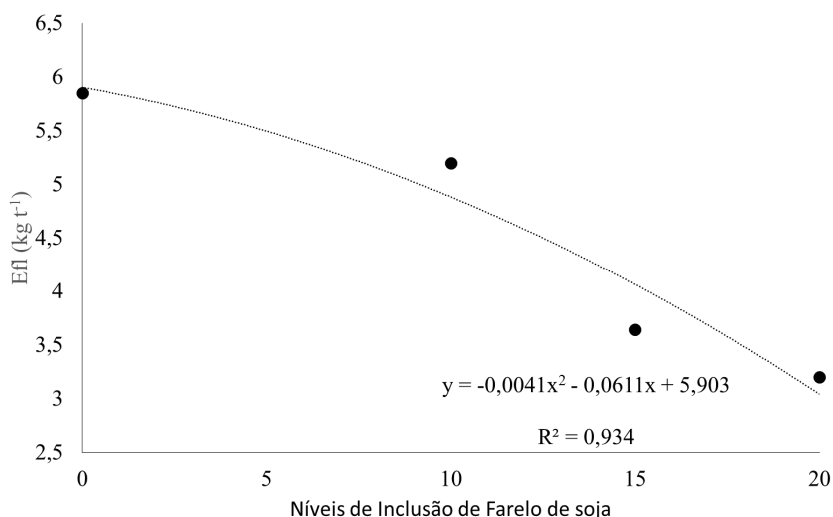


FIGURA 2 – Perda por efluentes (Efl) observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça

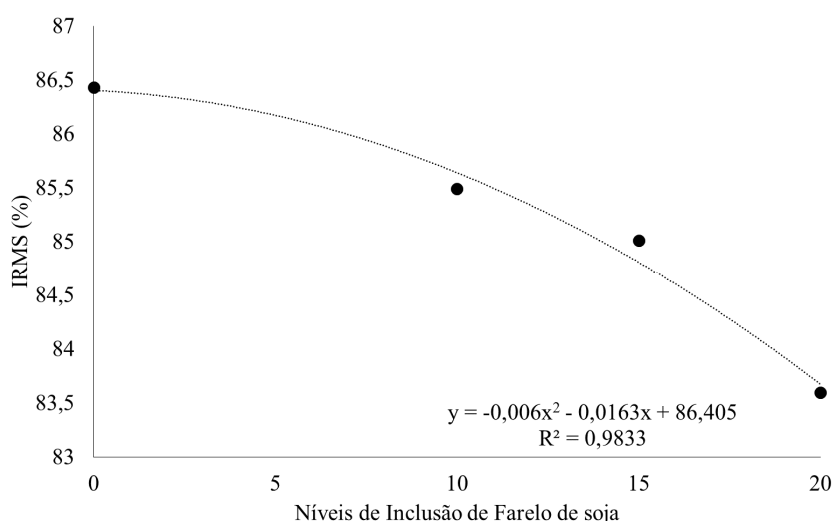


FIGURA 3 – Índice de recuperação de matéria seca (IRMS) observados nos diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça

Segundo McDonald et al.¹⁰ o valor ideal do pH para silagens é de 3,5 a 4,2, o que evita a proteólise e consequentemente a produção de ácido butírico. Nesta pesquisa os valores de pH estão acima do ideal 4,54 a 4,98(Tabela 4),entretanto valores de pH estão abaixo de 5,0, acima do qual é preconizado para silagens mal conservada¹⁰. No entanto, os valores desta pesquisa são compatíveis com os relatados por Aguiar et al.¹⁴, Zanine et al.¹¹, Zanine et al.¹², Santos et al.¹³, os quais apresentaram variação entre 4,02a 5,15. Os valores de pH observados podem ser caracterizados como efeito de fermentações secundárias indesejáveis, provocando o aumento de ácido acético, diminuindo assim a dissociação iônica e, consequentemente tornando a queda de pH lenta. Entretanto, os valores de pH elevados não podem ser considerados como

fator determinante para avaliação da qualidade da silagem. Sabe-se que valores de pH acima de 4,2 são facilmente encontrados em silagens em que o teor de umidade é baixo¹³.

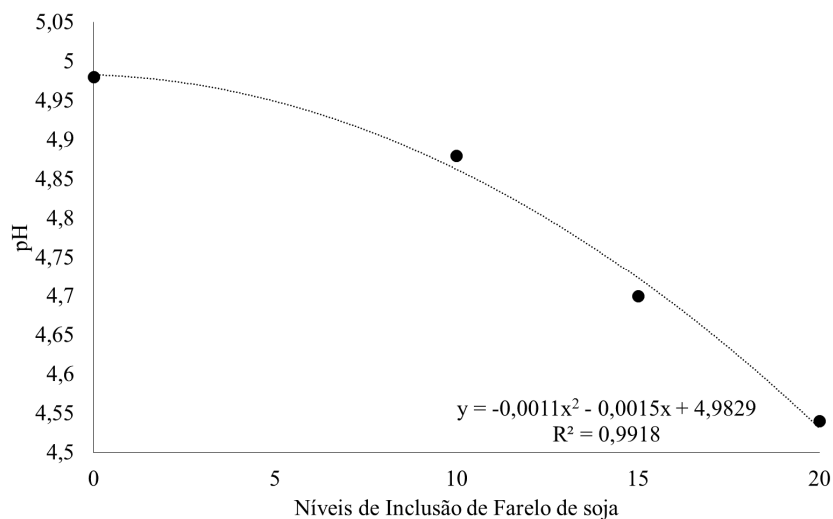


FIGURA 4 – Valores médios de pH determinados em função dos níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça.

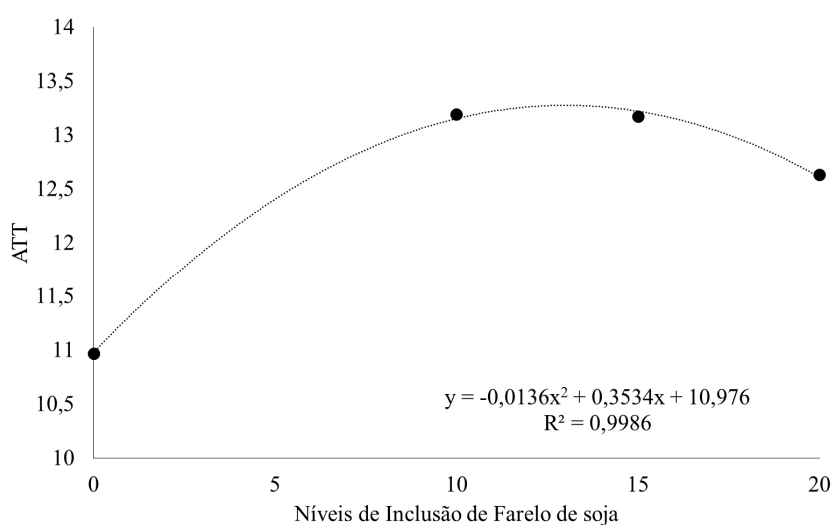


FIGURA 5 – Valores médios de acidez titulável (ATT) observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça

Outro parâmetro que deve ser associado ao pH para estimativa mais acurada da qualidade de silagem é a avaliação de acidez titulável total (ATT). Andrade et al.¹⁶ relataram que estas duas variáveis aumentam a precisão da avaliação da qualidade da silagem, sendo que a acidez titulável total está relacionada aos ácidos, principalmente o láctico, e o pH influenciado por íons liberados por outros ácidos.

Apesar do pH não diferir ($P>0,05$), observa-se que a inclusão e o aumento do nível de FS fez com que o valor de pH decrescesse (FIGURA 4). A variável ATT não diferiram ($P>0,05$) quando houve a inclusão de FS (TABELA 4). Entretanto, a concentração de ATT aumentou com a inclusão de FS (FIGURA 5).

TABELA 4 – Teores médios do potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total (ATT) e nitrogênio amoniacal ($N-NH_3/NT$), determinados nas silagens de capim-mombaça com a inclusão de farelo de soja

Farelo de soja (%)	pH	ATT	$N-NH_3/NT$	CHO's
0	4,98	10,97	1,32 b	4,62 b
10	4,88	13,19	8,64 a	6,02 a
15	4,70	13,17	9,91 a	4,03 c
20	4,54	12,63	10,39 a	6,45 a
Média (%)	4,77	12,49	7,56	5,28
CV (%)	5,55	14,08	20,12	4,78

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A avaliação de $N-NH_3/NT$ é um dos indicadores da qualidade da silagem, os teores mensurados variaram de 1,32 a 10,39 (Tabela 4), tendo sido influenciados significativamente ($P<0,05$) pela inclusão de FS em diferentes níveis.

Vasconcelos et al.¹⁷; Carvalho et al.¹⁸ e Zanine et al.¹², relataram valores de $N-NH_3/NT$ inferiores aos determinados nesta pesquisa com teores entre 2,2 a 7,21. Entretanto, Santos et al.¹³ trabalhando com diferentes idades de corte de capim-mombaça para ensilagem com ou sem aditivo, observaram teores de $N-NH_3/NT$ variando de 6,09 a 9,59.

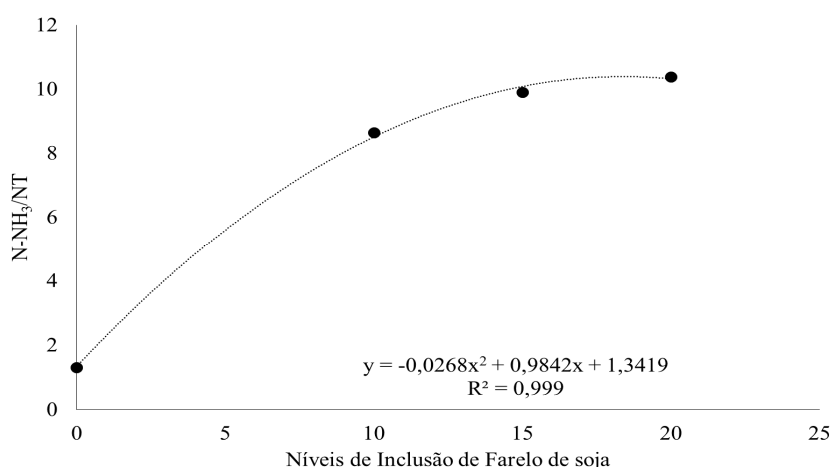


FIGURA 6 – Concentração de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3/NT$) observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja

Altos teores de N-NH₃/NT indicam que houve alto nível de proteólise durante a fermentação, característico de uma lenta redução do pH ou de baixo teor de CHO's da forragem. No entanto, quando a silagem apresenta teores abaixo de 10% de N-NH₃/NT, caracteriza que no processo fermentativo não houve quebra excessiva de proteína em amônia Tomich et al.²². Apesar do teor (10,39) encontrado ao nível de 20% de inclusão de FS, a silagem pode ser considerada de boa qualidade por apresentar na abertura do silo coloração e nenhum odor diferente das outras silagens em estudo.

Os teores de CHO's variaram entre 4,62 a 6,45% (Tabela 4), sendo influenciados significativamente (P<0,05) pela inclusão do FS em diferentes níveis. A menor concentração de CHO's foi observada no tratamento com inclusão de 15% de FS, o que pode ter sido por efeito da ação de enzimas ou pela hidrólise ácida da hemicelulose, liberando carboidratos solúveis o qual será utilizado por bactérias para fermentação^{19,12}.

Vasconcelos et al.¹⁷ avaliam o valor nutritivo de silagem de capim-mombaça colhido em função de idades de rebrota, observou teores crescentes de CHO's atingindo valor médio de 5,85%, quando o capim-mombaça apresentava idade de corte de 65 dias. Santos et al.¹³ observaram valores médios semelhante ao de Vasconcelos et al.¹⁷, quando pesquisaram o uso de aditivo ou não em silagem de capim-mombaça com diferentes idades de corte, observando valor médio de CHO's de 5,85, quando o capim-mombaça apresenta-se com idade de corte de 65 dias. O valor mais similar aos encontrados por estes autores nesta pesquisa foi no tratamento de 10% de inclusão de FS, com valor de médio de 6,02%.

Os teores de ácidos láctico, acético, propiônico e butírico, foram influenciados (P<0,05) pela a inclusão do aditivo. Observa-se que os teores dos ácido láctico, acético, propiônico e butírico, se elevaram de acordo com o acréscimos níveis de inclusão de FS (Tabela 5). A inclusão do FS nos diferentes níveis apresentou comportamento quadrático na concentração de ácidos graxos voláteis, com aumentos na concentração de ácido láctico (Figura 7) e ácido acético (Figura 8), cujas equações de regressão foram $y = -0,0088x^2 + 0,4331x + 4,3535$ ($R^2 = 0,9958$); $y = 0,0119x^2 - 0,0156x + 2,5764$ ($R^2 = 0,9604$). Entretanto, o comportamento quadrático apresentado pelo ácido propiônico (Figura 9) e ácido butírico (Figura 10), foram de decréscimo na concentração cujas equações de regressão foram: $y = -0,0004x^2 + 0,0102x + 0,1896$ ($R^2 = 0,992$); $y = 6E-06x^2 - 0,0004x + 0,0208$ ($R^2 = 0,8738$), respectivamente.

Apesar dos teores de ácidos orgânicos terem se elevado de acordo com os níveis de inclusão do aditivo, pode ser observado que não houve diferença (P>0,05) em função dos níveis

de inclusão para o ácido láctico. Para o ácido acético pode ser observada diferença estatisticamente ($P>0,05$) entre o nível 10%, com os níveis 15 e 20% de inclusão (Tabela 5).

TABELA 5 - Teores médios dos ácidos láctico (Al), ácido acético (Aa), ácido propiônico (Ap) e ácido butírico (Ab), determinados nas silagens de capim-mombaça, em função da inclusão de níveis de farelo de soja

Farelo de soja (%)	Al (%)	Aa (%)	Ap (%)	Ab (%)
0	4,378 b	2,641 b	0,190 b	0,021 a
10	7,656 a	3,223 b	0,248 a	0,016 b
15	9,063 a	5,536 a	0,254 a	0,017 ab
20	9,417 a	6,830 a	0,229 ab	0,014 b
Média (%)	7,629	4,557	0,230	0,017
CV (%)	16,810	23,485	11,875	13,82

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se o aumento quadrático do teor de ácido láctico quando houve a inclusão de FS (FIGURA 7). Segundo Santos et al.⁸, as perdas de MS são minimizadas quando a produção de ácido láctico se eleva. Entretanto, as concentrações de ácido láctico, acético, propiônico e butírico determinados nesta pesquisa são superiores aos relatados por Santos et al.¹³, Carvalho et al.¹⁸ e Ribeiro et al.²⁰, o que pode ser atribuído ao efeito adsorvente do FS que reteve os efluentes produzidos no processo de fermentação. No entanto, altas concentrações de ácido acético pode ser consequência de fermentações secundárias que elevaram a concentração e, desta forma promoveu perdas de MS sob forma de gases⁸.

Pode ser observado o aumento quadrático do ácido acético na FIGURA 8, que pode estar associada a prolongada atividade de microrganismo responsáveis por fermentações secundárias, diminuindo a queda do valor do pH, podendo afetar o valor nutricional da silagem. As concentrações de ácido acético foram superiores às relatadas por Rodrigues et al.²¹, que estudaram a inclusão de polpa cítrica na ensilagem de capim-elefante e registraram teor médio de ácido acético de 0,66%. Santos et al.¹³ observaram concentrações de ácido acético com médias de 1,07 e 0,82% respectivamente com e sem inclusão de aditivo. Estas concentrações relatadas são muito inferiores à menor concentração mensurada nesta pesquisa de 2,641% no tratamento sem inclusão de FS (TABELA 5), que está fora do parâmetro adotado por Tomich et al.²¹ os quais determinaram que a concentração deste ácido orgânico deve ser de 2,5% para não afetar o processo fermentativo.

De modo geral, as concentrações de ácido propiônico se elevaram quadraticamente ao nível de inclusão de FS (Figura 9), no entanto, não prejudicou a estabilidade da silagem. Para o ácido propiônico os valores mensurados estão de acordo estabelecidos por Roth e Undersander²³ para silagem de materiais padrões. Rodrigues et al.²⁴ trabalharam com a inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica em silagem de capim elefante, onde observaram valores médios de ácido propiônico de 0,032%. Valor abaixo do observado por Lavezzo et al.²⁵ que estudaram o efeito do emurchecimento do capim-elefante e da adição de formal, ácido fórmico e solução de Viher observando valor médio de 0,23% de ácido propiônico, mesmo valor médio desta pesquisa (Tabela 5).

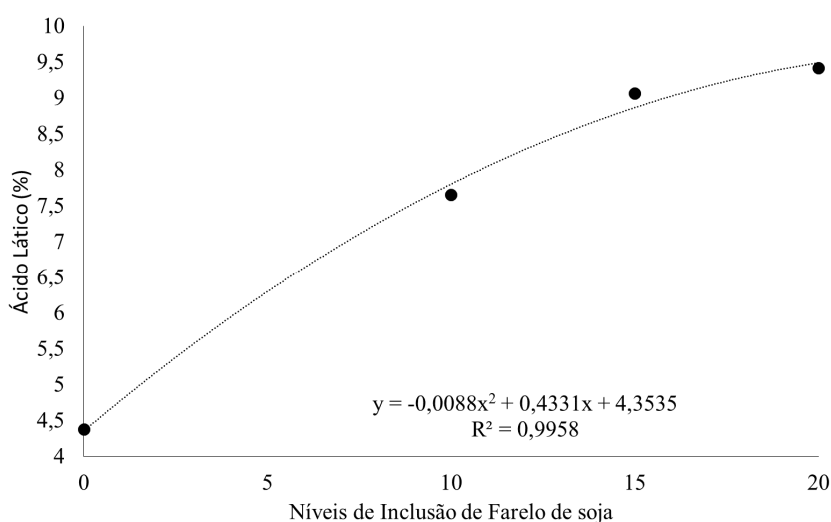


FIGURA 7 – Concentração ácido láctico observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de sojana silagem de capim-mombaça

Os teores de ácido butírico diferiram estatisticamente ($P < 0,05$), em função da inclusão dos níveis de FS (Tabela 5), as concentrações mensuradas foram abaixo das observadas por Ferrari Júnior e Lavezzo²⁶ em estudo no qual adicionaram bagaço de mandioca na ensilagem de capim-elefante. Possivelmente, o bagaço de mandioca utilizado por estes autores não foi eficiente em reduzir a umidade do material como o farelo de soja utilizado nesta pesquisa. Na pesquisa realizada por Santos et al.¹³ observaram valor médio de concentração de ácido butírico de 0,04%, valor superior também ao observados nesta pesquisa. Esta baixa concentração mensurada nesta pesquisa, reflete que não houve efetivamente fermentação clostrídica e pode ser usada como indicador de boa qualidade da silagem, apesar de ter aumento quadrático da concentração do ácido butírico (Figura 10).

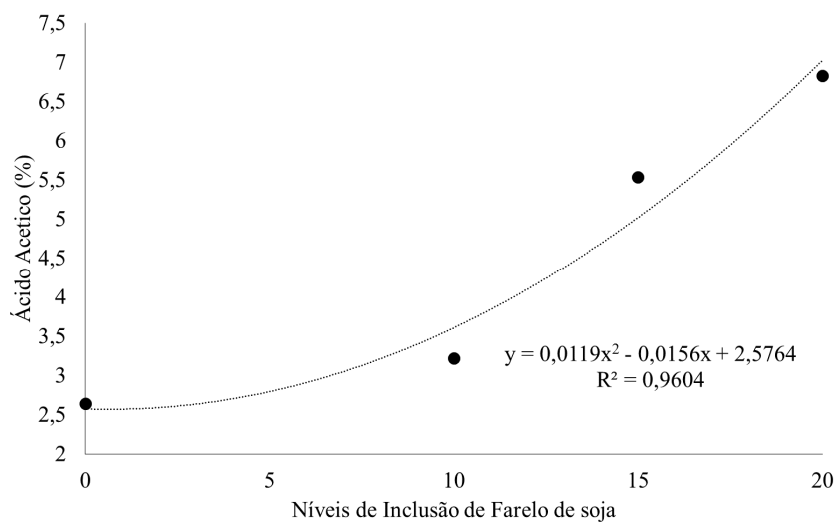


FIGURA8 – Concentração ácido acético observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça

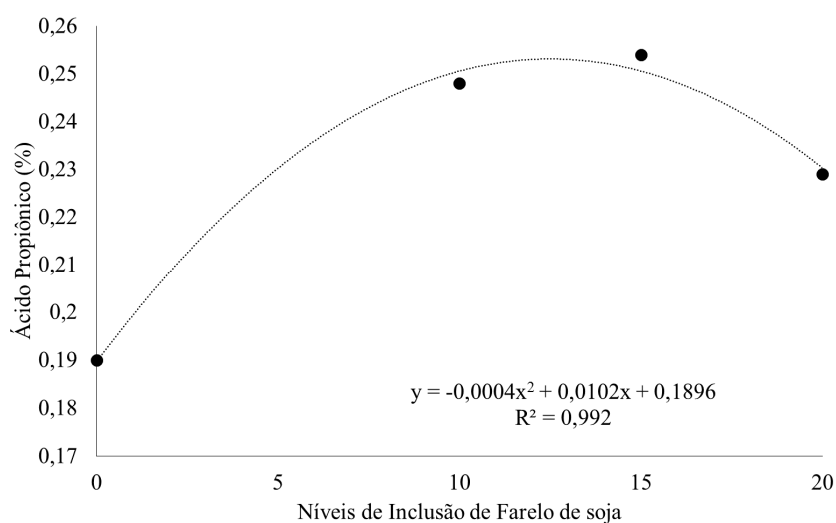


FIGURA9 – Concentração ácido propiônico observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça

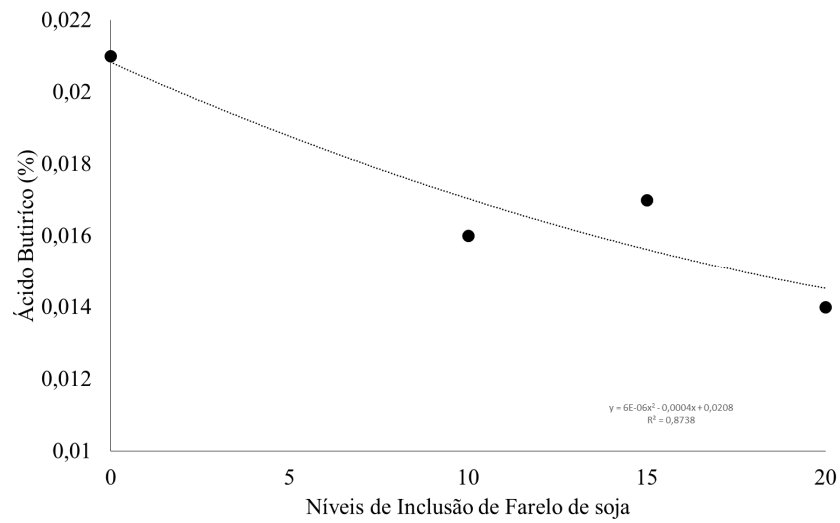


FIGURA10 – Concentração ácido butírico observados em diferentes níveis de inclusão de farelo de soja na silagem de capim-mombaça

4. CONCLUSÕES

A utilização do farelo de soja como aditivo, contribuiu para melhora do perfil fermentativo da silagem de capim-mombaça, sendo eficiente em reduzir as perdas por gases e efluentes. A inclusão de 10% de farelo de soja é suficiente para melhorias consideráveis na qualidade da fermentação da silagem de capim-mombaça.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Santos MVF, Gómez Castro AG, Perea JM, García A, Guim A, Pérez Hernández, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. Arch. Zootec. 2010; 59 (R): 25-43 p.
2. Lima Júnior DM, Rangel AHN, Urbano AS, Oliveira JPF, Maciel MV. Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. Agropecuaria Científica no Semiárido. 2014; 10(2): 01-11 p.
3. Jobim CC, Nussio LG, Reis RA, Schmidt, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. Revista Brasileira de Zootecnia. 2007; 36: 101-119 p.
4. Koeppen, W. Climatologia: Con um estudo de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478 p.
5. Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG. Adubação nitrogenada. In: Martha Júnior GB, Vilela L, Sousa DMG, editores. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2007. p. 117-44.
6. Perini, C. G. H., & Coelho, E. M.. Parâmetros qualitativos da silagem de capim-colonião. ANAIS DO ENIC, 2009: 1(1).
7. Silva DJ, Queiroz AC, Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3a ed. Viçosa: Imprensa Universitária Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.
8. Santos EM, Zanine AM, Ferreira DJ, Oliveira JS, Penteado DCS, Pereira OG. Inoculante ativado melhora a silagem de capim- tanzânia (*Panicum maximum*). Arch. Zoot. 2008; 215: 1-8p.
9. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Viena: R Foundation for Statistical Computing; 2012. [Acesso 13 fev 2013]. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

10. McDonald P, Henderson AR, Heron, S. The biochemistry of silage. 2a ed. Marlow: Chalcombe Publicatins, 1991;340 p.
11. Zanine AM, Santos EM, Ferreira DJ, Oiveira JS. Almeida JCC, Pereira OG. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. *Archivos de Zootecnia, Córdoba*.2006;55(209):75-84 p.
12. Zanine AM, Santos EM, Ferreira DJ, Oiveira JS. Almeida JCC, Pereira OG. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.*, São Paulo. 2006, 43 (6): 803-9 p.
13. Santos EM, Pereira OG, Garcia R, Ferreira CLLF, Oliveira JS, Silva TC. Effect of regrowth interval and a microbial inoculant on the fermentation profile and dry matter recovery of guinea grass silages. *J Dairy Sci.* 2014;97(7):4423-32.
14. Aguiar RNS, Crestana RF, Nussio LG. Efeito no tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagem de capim Tanzânia. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 38, Piracicaba. *Anais. Piracicaba: FEALQ*, 314-315 p.
15. Jobim CC, Nussio LG, Reis RA, Schmidt, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*.2007;36:101-119 p.
16. Andrade PA, Quadros DG, Bezerra ARG, Almeida JAR, Silva PHS, Araujo JAM. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012; 33(3):1209-1218 p.
17. Vasconcelos WA, Santos EM, Zanine AM, Pinto TF, Lima WC, Edvan RL, Pereira OG. [Nutritive value of silages of monbaça grass ("Panicum maximum" Jacq) harvested at different regrowth ages]. *Rev Bras Saúde Prod An.* 2009;10(4):874-84 p.
18. Carvalho, GGP, Garcia, A, Pires, AJV, Pereira, OG,. Fernandes, FEP, Carvalho, BMA. Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*2008; 60 (1), 234-242 p.

19. Muck RE. Silage microbiology and its control through additives. Rev Bras Zootec. 2010;39(supl. especial):183-91.
20. Ribeiro, OL, Leite, VM, Carvalho, GGP, Magalhães, AM, Campos, FS, Perazzo, AF, Santana Filho, NB, Almeida, LTS. Perfil Fermentativo de Silagens de Capim Tanzânia Contendo Diferentes Concentrações de Farelo de Algaroba. Rev. Cient. Prod. Anim. 2012; 14 (1), 39-42 p.
21. Rodrigues, PHM, Lobo, JR, Silva, EJA, Borges, LFO, Meyer, PM, Demarchi, JJAA. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). R. Bras. Zootec. 2007; 36 (6): 1751-1760 p.
22. Tomich TR, Pereira LGR, Gonçalves LC, Tomich RGP, Borges I. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação Corumbá: Embrapa Pantanal, Documentos 57, 2003. 20 p.
23. Roth, G.; Undersander, D. Silage additives. In: Corn silage production management and feeding. Madison: Madison American Society of Agronomy, 1995. 27-29 p.
24. Rodrigues, P.H.M.; Borgatti, L.M.O.; Gomes, R.W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. Rev. Bras. Zootec. 2005; 34: 1138-1145 p.
25. Lavezzo, W.; Lavezzo, O.E.N.M.; Bonassi, I.A. et al. Efeito do emurchecimento, formol, ácido fórmico e solução de “Viher” sobre a qualidade de silagens de capim-elefante, cultivares Mineiro e Vruckwona. Pesq. Agropecu. Bras. 1990; 25:125-134 p.
26. Ferrari Júnior, E, Lavezzo, W. Qualidade da Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Emurchecido ou Acrescido de Farelo de Mandioca. Rev. bras. zootec. 2001 30(5):1424-1431 p.