

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

VINÍCIUS MARTINS BRITO

**PERFIL FERMENTATIVO EM SILAGEM DE RAÇÃO TOTAL CONTENDO CAPIM-
MOMBAÇA**

Ilha Solteira
2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA ANIMAL

VINÍCIUS MARTINS BRITO

**TÍTULO: PERFIL FERMENTATIVO EM SILAGEM DE RAÇÃO
TOTAL CONTENDO CAPIM-MOMBAÇA**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP
como parte dos requisitos para
obtenção do título de mestre.

**Orientador: Leandro Coelho de
Araujo.**

Ilha Solteira

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

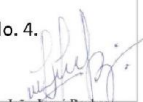
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Brito, Vinícius Martins.
B862p Perfil fermentativo em silagem de ração total contendo capim-mombaça /
Vinícius Martins Brito. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
46 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Produção Animal, 2019

Orientador: Leandro Coelho de Araujo
Inclui bibliografia

1. Silagem de ração total. 2. Perfil fermentativo. 3. Concentrado. 4.
Volumoso. 5. Efluente. 6. Capacidade de fermentação.


João Josué Barbosa
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Diretor Técnico
CRB 8-5642



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Perfil fermentativo em silagem de ração total contendo capim-mombaça

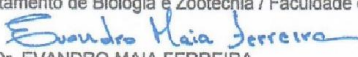
AUTOR: VINÍCIUS MARTINS BRITO

ORIENTADOR: LEANDRO COELHO DE ARAUJO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E
TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. LEANDRO COELHO DE ARAUJO
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP


Prof. Dr. ALAN PERES FERRAZ DE MELO
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP


Prof. Dr. EVANDRO MAIA FERREIRA
Departamento de Zootecnia / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP

Ilha Solteira, 19 de dezembro de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Vinícius Martins Brito, nascido em 24 de novembro de 1993, na cidade de Porto Primavera, São Paulo. Coursou o ensino médio regular no Centro Paula Souza – Escola Técnica de Ilha Solteira (“ETEC - Ilha Solteira”). Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Três Lagoas (UFMS-CPTL), abril de 2017. Durante a graduação, desenvolveu atividades nas áreas de educação em ciências, biologia molecular, microbiologia, ornitologia e ictiologia. Ingressou no programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal (PPGCTA), das Faculdades de Engenharia– Campus de Ilha Solteira (UNESP-FEIS) e de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Campus de Dracena (UNESP-FCAT), na categoria mestrado, no primeiro semestre de 2018, trabalhando com a linha de pesquisa em produção, manejo e conservação de alimentos, gestão e sustentabilidade, executando o projeto de pesquisa com a temática: “Silagem de Ração Total Contendo Capim-Mombaça”. Integrante do grupo de pesquisa NEFORT (Núcleo de Estudos em Forragens Tropicais), onde desenvolve e auxilia atividades na área de conservação de forragens sob orientação do Prof. Dr. Leandro Coelho de Araujo.

Ao meu filho, Joaquim, por me presentear com o amor mais puro e verdadeiro.

Aos meus pais,

José Roberto e Cleide, meus maiores exemplos de dignidade, hombridade e honestidade.

Ao meu irmão, Rafael, por me acompanhar nessa trajetória, por sua amizade e incentivo.

A Deus, por me proporcionar a vida, conferir proteção, saúde e aprendizado.
GRATIDÃO.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me proporcionar o dom da vida e do aprendizado, iluminando sempre minha jornada, me protegendo e me guiando no caminho do bem.

Ao meu filho, Joaquim, me presenteando com as melhores sensações e com o amor mais puro e verdadeiro que um homem pode sentir. TE AMO MEU FILHO!

À minha família, meu pai José Roberto, minha mãe Cleide Brito, meu irmão Rafael Martins Brito, sou grato pelo privilégio de ter vocês em minha vida, obrigado por tudo. AMO VOCÊS.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leandro Coelho de Araujo, MUITO OBRIGADO, pela confiança, dedicação, paciência e profissionalismo durante esse período. GRATIDÃO por sua orientação e por transmitir parte do seu enorme conhecimento.

À UNESP- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, faculdade de engenharia de Ilha Solteira, pela oportunidade de adquirir conhecimento e conhecer grandes profissionais e grandes pessoas.

Aos professores da UNESP de Ilha Solteira e Dracena, por todo profissionalismo, dedicação e transmissão de conhecimento. Em especial, Prof. Dra. Gláucia de Amorim, pela colaboração e orientação durante as análises estatísticas dessa pesquisa. Muito obrigado.

Aos professores, Prof. Dr. Cecílio Viega Soares Filho, Prof. Dr. Paulo Renato Matos Lopes pelas contribuições no exame geral de qualificação.

Aos professores, Prof. Dr. Alan Peres Ferraz de Melo, Prof. Dr. Evandro Maia Ferreira, por aceitarem participar da banca de defesa.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, por toda amizade e companheirismo.

Aos colegas de NEFORT, Luís Aurélio “Graúdo”, Milton, Laura, Tamires, Alexandre, João Paulo e os demais membros por auxiliarem na realização das atividades desse trabalho.

Aos funcionários da UNESP que colaboraram de forma direta e indireta na realização das atividades desse projeto, pela amizade e transmissão de conhecimento, em especial, ao técnico Sidival pela dedicação, profissionalismo e orientação durante a realização das análises no laboratório de bromatologia e ao Wagner na logística da realização das atividades na fazenda experimental da UNESP.

À FAPESP pelo auxílio financeiro para condução do experimento (processo FAPESP n.º 2016/15945-9)

MUITO OBRIGADO.

RESUMO

A silagem de ração total (SRT) é basicamente o produto da ensilagem conjunta do volumoso e do concentrado que pode substituir as misturas diárias para o preparo da ração total (RT). Além das vantagens operacionais, a SRT tem sido investigada no aproveitamento de coprodutos regionais com elevadas concentrações nutricionais, mas que tem seu armazenamento dificultado devido aos altos teores de umidade. Desta forma, a SRT seria viável no Brasil onde a produção dos capins tropicais apresenta um excedente em determinados períodos, mas os elevados teores de umidade não proporcionam uma capacidade de fermentação (CF) adequada. Com isso, o objetivo desse trabalho foi comparar o perfil fermentativo, químico-bromatológico e a digestibilidade *in vitro* entre as silagens RT e SRT contendo *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça colhido em diferentes alturas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema em fatorial e cinco repetições, onde os fatores testados corresponderam a (i) duas estratégias de mistura do volumoso com o concentrado (rações RT e SRT); e (ii) duas alturas de colheita do capim-Mombaça (alturas 70 e 130 cm). Os tratamentos correspondem a SRT com 50% de capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura e 50% de concentrado (SRT70); SRT com 50% de capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura e 50% de concentrado (SRT130); RT composta por capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura e ensilado com polpa cítrica (RT70) e RT composta por capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura ensilado com polpa cítrica (RT130). Os silos experimentais foram do tipo-fardo com aproximadamente 45 kg e compactados com o auxílio de uma prensa hidráulica com densidade média de 493 ± 33 kg massa natural m^{-3} . Para a coleta do efluente e estimativa da recuperação de matéria seca (RMS) foram acoplados no fundo de cada silo-fardo um saco de tecido de algodão previamente pesado e identificado com 14,6 kg de areia seca e peneirada. Após 95 dias do fechamento os silos foram pesados e abertos para a retirada de uma amostra por unidade experimental para a realização das análises laboratoriais. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas por meio de teste de T ($P \leq 0,05$). Os perfis fermentativo, nutricional e a digestibilidade foram afetados pelos diferentes tratamentos. As silagens exclusivas de capim-Mombaça e polpa cítrica apresentaram os menores valores de N-NH₃ na comparação com as SRT (1,4; 1,8 e 2,3; 2,9 % do N total, respectivamente). Os maiores teores de ácido lático foram observados nas SRT (3,5 e 2,5 % MS). As maiores médias de MS foram observados em SRT e nos tratamentos com o capim ensilado a 130 cm de altura (27,6 e 28,0, respectivamente). Os valores de RMS não diferiram entre os tratamentos. No tratamento SRT130 foi observada a maior CF e menores perdas de MS na forma de efluente. Em SRT70 foi observado o menor valor de pH (4,2). A SRT diminuiu a concentração dos compostos fibrosos (FDN e FDA) e aumentou a taxa de DIVMO dessas silagens. A SRT pode ser realizada sem prejuízos a qualidade e perdas de massa seca da silagem.

Palavras-chave: Volumoso. Capacidade de fermentação. Efluente.

ABSTRACT

Total ration silage (TRS) is basically the product of combined bulk and concentrate silage that can replace daily mixtures for total feed preparation (TF). In addition to the operational advantages, TRS has been increasingly investigated for the use of regional byproducts with high nutritional concentrations, but its storage for long periods is difficult due to the high humidity content. Thus, TRS would be viable in Brazil where the production of tropical grasses has a surplus in certain periods, but the high humidity contents do not provide an adequate fermentation capacity, causing dry matter (DM) losses and marked changes in chemical composition. Thus, the aim of this work was to compare the fermentative, chemical-bromatological profile and in vitro digestibility between TF and TRS silages containing *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça harvested at different heights. The experimental design was completely randomized with factorial scheme and five replications, where the tested factors corresponded to (i) two strategies of mixture of roughage with concentrate (feed TF and TRS); and (ii) two harvest heights of Mombaça grass (heights 70 and 130 cm). The treatments correspond to TRS with 50% Mombaça grass harvested at 70 cm height and 50% concentrate (TRS70); TRS with 50% Mombaça grass harvested at 130 cm height and 50% concentrate (TRS130); TF composed of Mombaça grass harvested at 70 cm height and ensiled with citrus pulp (TF70) and TF composed of Mombaça grass harvested at 130 cm height ensiled with citrus pulp (TF130). The experimental silos were bale-type with approximately 45 kg and compacted with the aid of a hydraulic press with average density of 493 ± 33 kg. To collect the effluent and estimate the dry matter recovery (DMR) were coupled to the bottom of each silo-bale a bag of cotton cloth previously weighed and identified with 14.6 kg of dry and sieved sand. After 95 days of closure, the silos were weighed and opened for the removal of one subsample per experimental unit for laboratory analysis. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by T-test ($P \leq 0.05$). Fermentation, nutritional profiles and digestibility were affected by different treatments. The exclusive silages of Mombaça grass and citrus pulp had the lowest N-NH₃ values compared to TRS (1.4, 1.8 and 2.3; 2.9% of total N, respectively). The highest lactic acid contents were observed in the SRT (3.5 and 2.5% DM). The highest DM averages were observed in TRS and in the treatments with the ensiled grass at 130 cm height (27.6 and 28.0, respectively). The DMR values showed no interaction effect between the factors nor were affected by the grass ensiling height and the different diets formulations, being the average values of 93.1 and 92.8 and 91.7 and 94.2% for height and rations, respectively. In the SRT130 treatment, the highest FC and lower losses of DM in the effluent form were observed. In TRS70 the lowest pH value was observed (4.2). The TRS decreased the concentration of fibrous compounds (NDF and ADF) and increased the DIVMO rate of these silages. TRS can be performed without impairing the instructional quality and loss of dry mass of the silage.

Keywords: Bulky. Fermentation capacity. Effluent.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Valores médios da composição químico-bromatológica do capim-Mombaça nas diferentes alturas e dos ingredientes concentrados utilizados na mistura para o preparo das silagens de ração total e das silagens exclusivas de capim-Mombaça e poupa cítrica.....	22
Tabela 2	- Proporção dos ingredientes (% MS).....	22
Tabela 3	- Média±desvio padrão da composição químico-bromatológica, poder tampão e da capacidade de fermentação na caracterização dos tratamentos no momento da ensilagem.....	26
Tabela 4	- Valores de probabilidade para as variáveis testadas conforme os fatores e sua interação.....	27
Tabela 5	- Valores médios de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), perda de matéria seca por efluente (PMSE) e gases (PMSG) e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens experimentais.....	28
Tabela 6	- Valores médios de pH, ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP) e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) das silagens.....	32
Tabela 7	- Valores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM) e de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (DIVMO) das silagens.....	36

LISTA DE SIGLAS

AA-	Ácido acético
AB-	Ácido butírico
AGCC-	Ácidos graxos de cadeia curta
AL-	Ácido láctico
AP-	Ácido propiônico
BAL-	Bactérias ácido lácticas
CF-	Capacidade de fermentação
CFB-	Carboidratos fibrosos
CNF-	Carboidratos não fibrosos
CSA-	Carboidratos solúveis em água
DIVMO-	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica
DIVMS-	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
EE-	Extrato etéreo
FDA-	Fibra em detergente ácido
FDN-	Fibra em detergente neutro
MM-	Matéria mineral
MS-	Matéria seca
NDT-	Nutrientes digestíveis totais
N-NH ₃ -	Nitrogênio amoniacal
PB-	Proteína bruta
PMSE-	Perdas de matéria seca por efluente
PMSG-	Perdas de matéria seca por gases
PT-	Poder tampão
RMS-	Recuperação de matéria seca
RT-	Ração total
SRT-	Silagem de ração total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	<i>Produção de forrageiras e a ensilagem.....</i>	15
2.2	<i>Silagem de Ração Total – SRT</i>	18
2.3	<i>Dinâmica microbológica da Silagem</i>	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1	<i>Descrição do local do experimental</i>	21
3.2	<i>Delineamento experimental e composição dos tratamentos</i>	21
3.3	<i>Preparo e ensilagem das dietas experimentais.....</i>	23
3.4	<i>Abertura dos silos e análises bromatológicas</i>	24
3.5	<i>Análise estatística</i>	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5	CONCLUSÕES	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção animal têm sua viabilidade garantida em uma dinâmica da qual os excedentes e as deficiências são minimizados. É fundamental que o alimento seja ofertado aos animais nas quantidades corretas e em misturas que proporcionem o balanço nutricional adequado. Nesse contexto, respeitando as inúmeras vantagens sobre a melhor utilização dos alimentos e a resposta em desempenho, a ração total tem sido amplamente utilizada na alimentação de ruminantes tanto em confinamento de animais de corte como leiteiros (ZIGUER *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2013).

A vantagem quando se compara a mistura dos ingredientes na composição da ração total (RT) e o fornecimento de volumosos e concentrados de forma separada é a diminuição acentuada de distúrbios metabólicos de ordem nutricional (ARRIGONI *et al.*, 2013). No entanto, a RT é composta por alimentos sensíveis a uma rápida deterioração em ambientes de aerobiose devido aos altos teores de nutrientes disponíveis, forçando seu processamento em um período próximo da utilização, com misturas diárias, o que limita seu uso em algumas propriedades que não dispõem de mão de obra e maquinários específicos para o preparo e fornecimento aos animais (NISHINO *et al.*, 2004; YUAN *et al.*, 2015).

Ao contrário, a silagem de ração total (SRT), que é o produto da ensilagem conjunta dos ingredientes volumosos e concentrados, surge como alternativa para substituir as misturas diárias no preparo da RT, podendo ser conservada em silos como a tradicional silagem exclusiva de volumosos, poupando tempo no processamento e fornecimento desse alimento para o rebanho, podendo também, facilitar o transporte em longas distâncias, como ocorre em outros países. Esses fornecedores estão constantemente buscando alternativas para reduzir o custo de produção da RT e o uso de coprodutos regionais com elevado teor de umidade e de rápida deterioração acabam sendo utilizados o que pode comprometer o desempenho e a saúde animal (KONDO *et al.*, 2015).

A SRT contém elevadas concentrações de ácidos orgânicos apesar do elevado conteúdo de matéria seca (MS), que geralmente fica entre 40 a 60% (NISHINO *et al.*, 2004; WANG e NISHINO, 2008 e WEINBERG *et al.*, 2011). Mesmo com os elevados teores de MS, a compactação é feita dentro dos parâmetros de exigência, por meio de embutidoras de silagem que podem

preparar silos de 20kg a várias toneladas como os tipos-fardo e bags. Além disso, o tamanho das partículas do concentrado é muito reduzido facilitando a acomodação do material. Vários estudos reportaram ainda que a SRT é estável após a abertura do silo, mesmo em temperaturas elevadas (NISHINO *et al.*, 2004; WANG e NISHINO, 2008), proporcionando estabilidade da mistura mesmo em climas quentes (KONDO, *et al.*, 2015).

A criação da SRT teve como principal motivação a disponibilidade de coprodutos úmidos industriais. O objetivo é a promoção associativa entre os subprodutos e ingredientes de baixa umidade, e assim manter a qualidade da silagem, minimizar as perdas, a produção de efluentes e os gastos envolvidos no processo de secagem (WANG, NISHINO; 2008; NISHINO *et al.*, 2004).

Em países asiáticos, as pesquisas e a utilização de coprodutos de alta umidade e valor nutritivo, tais como aqueles provenientes do cultivo de cogumelo, do molho de soja e de cervejarias tem sido amplamente difundido. No sistema de produção, forragem, alimentos energéticos e proteicos, minerais, vitaminas e aditivos são balanceados a fim de assegurar a demanda nutricional de determinado grupo de animais e ensilados de forma conjunta (YUAN *et al.*, 2015).

As pesquisas com SRT no Brasil ainda são incipientes, mas, ao que tudo indica, essa nova tecnologia tem um grande potencial para auxiliar na correção de problemas em silagens úmidas (GUSMÃO *et al.*, 2018). No Brasil, a adoção da produção de SRT poderia ser vantajosa pelo o que foi destacado anteriormente e pela possibilidade do melhor aproveitamento dos capins tropicais, que apresentam crescimento abundante na estação chuvosa, sendo que em muitas situações o acúmulo excessivo de massa afeta negativamente o manejo do pastejo (SILVA *et al.*, 2008).

Estudos demonstraram que os componentes fibrosos, proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIMVS) apresentaram variações em capins tropicais com diferentes alturas do dossel, indicando aumento significativo das fibras em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) e redução da PB e DIMVS devido os incrementos na altura, podendo chegar a 100% de variações (CANO *et al.*, 2004; CARLOTO *et al.*, 2011).

Os elevados teores de umidade e poder tampão (PT) destes capins seriam os grandes gargalos para proporcionar uma silagem de elevada

qualidade em condições exclusiva de uso do capim tropical (EVANGELISTA *et al.*, 2004). Estes fatores poderiam ser solucionados pela adição dos concentrados utilizados posteriormente no preparo da RT e que atuariam como aditivos absorventes e fornecedores de nutrientes, elevando a capacidade de fermentação da massa de forma análoga ao que vem sendo explorado com sucesso nos países asiáticos que adotam a SRT (GUSMÃO *et al.*, 2018). Porém, em condições brasileiras poderia ser utilizado o capim tropical colhido jovem de melhor qualidade. Consequentemente, melhores resultados seriam esperados e este novo cenário deve ser melhor estudado e compreendido no sistema de produção de ruminantes.

Desta forma, o objetivo com esse trabalho foi investigar a utilização da SRT contendo capim-Mombaça sobre os parâmetros fermentativos e nutricionais das silagens, quantificar o pH, os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), N-NH₃, as perdas de MS por efluente e gases, a composição químico-bromatológica e a digestibilidade *in vitro* das silagens. Comparar o perfil fermentativo, químico-bromatológico e a digestibilidade *in vitro* entre as diferentes estratégias de mistura no preparo das silagens (RT e SRT) e também nas diferentes estratégias de altura na ensilagem do capim-mombaça (70 e 130 cm).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de forrageiras e a ensilagem

A produção de forrageiras no Brasil apresenta declínio acentuado de crescimento e qualidade nos períodos secos afetando diretamente as condições nutricionais dos rebanhos. Conservar o excedente produtivo dessas forragens no período chuvoso na forma de silagem tem sido uma alternativa eficaz para se atender a demanda e manter os níveis de produção em escala homogênea durante todo ano (BONFA *et al.*, 2015). Além disso, aproveitar o excedente de produção pode diminuir os problemas com perdas de MS e com o manejo do pastejo (SILVA *et al.*, 2008).

Outro atrativo para a ensilagem de capins tropicais é de não haver a necessidade do cultivo de novas áreas com culturas como o milho ou sorgo, o que para muitas localidades é inviável devido às limitações na oferta de insumos e maquinários (EVANGELISTA, 1988).

Entretanto, as gramíneas tropicais apresentam características químico-bromatológicas que dificultam a sua conservação. Seus teores limitantes de MS e carboidratos solúveis não proporcionam eficiência no processo fermentativo, elevando as perdas de MS na forma de efluentes, desenvolvimento de microrganismos como os clostrídios e as enterobactérias, além da conversão de substratos energéticos e proteicos em produtos indesejáveis, comprometendo o valor nutricional dessa silagem (GUSMÃO *et al.*, 2018).

Com base nessas limitações, diversos estudos foram realizados com o objetivo de encontrar alternativas para produção de silagens de capins de forma a manter os valores nutritivos próximos do observado na massa natural, levando em conta aspectos como o efeito proporcionado por aditivos bacterianos, melhor idade de colheita para cada espécie forrageira e absorventes de umidade (BERGAMASCHINE *et al.*, 2006; BERNARDES *et al.*, 2005; AVILA *et al.*, 2009; FERRARI JR. *et al.*, 2009; VASCONCELOS *et al.*, 2009).

Neste sentido, a utilização dos aditivos na produção de silagem é amplamente difundida. Há uma extensa lista de substâncias que tem sido analisada com o objetivo de conferir as silagens uma melhora nos processos de fermentação, fornecimento de carboidratos solúveis e o decréscimo nos teores

de umidade (SCHMIDT *et al.*, 2014). Nesse contexto, a polpa cítrica tem sido uma alternativa interessante em silagens úmidas devido ao seu poder absorvente, favorecendo a preservação de nutrientes que seriam perdidos pelo efluente ou por fermentações indesejáveis no silo. De forma geral, a adição de 5 a 10% de polpa cítrica peletizada, com base na matéria natural, tem proporcionado redução na produção total de efluentes, perdas totais de MS e redução no pH das silagens de capins Marandu, Tanzânia e Elefante (BERNARDES *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2005; BERGAMASCHINE *et al.*, 2006; COAN *et al.*, 2007).

Em relação aos estudos que avaliaram a melhor idade de corte para ensilagem, foram analisados somente os dias de rebrotação, manejo amplamente utilizado para sistemas de pastejo rotacionado antes da introdução de conceitos de ecofisiologia de plantas forrageira. De forma geral, as principais forrageiras tropicais devem ser cortadas para ensilar entre 50 e 65 dias de rebrotação, levando em conta que o acréscimo de MS contribui para aumentar a capacidade de fermentação (MARI, 2003; SANTOS *et al.*, 2008; VASCONCELOS *et al.*, 2009, AVILA *et al.*, 2009). Contudo, esses resultados devem ser analisados com cautela, pois existem variações nas condições experimentais, uma vez que cada estudo contou com parcelas distintas quanto a fertilidade do solo, adubação nitrogenada, suplemento hídrico, estação do ano e manejo. Conforme esses fatores variam, o número de dias de rebrotação tendem a variar, uma vez que o ritmo de crescimento da pastagem e consequentemente das características morfo-fisiológicas e químico-bromatológicas são controladas por essas variáveis (SILVA; NASCIMENTO JR, 2007). Desta forma, poderia se utilizar a altura em substituição aos dias fixos para proporcionar um padrão na capacidade de fermentação, como já vem sendo amplamente difundido para o manejo do pastejo.

Com o intuito de avançar nessa linha de pesquisa visando melhorias na silagem de capins tropicais e aproveitamento desta matéria prima de baixo custo e elevada abundância nas condições tropicais, um estudo inédito investigou a viabilidade de considerar a altura do dossel como padrão para colheita e ensilagem de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, justamente por essa variável ser de fácil mensuração e apresentar alta correlação com a estrutura da

pastagem e possivelmente também com as características essenciais para uma boa capacidade de fermentação (SILVA; NASCIMENTO JR, 2007).

A capacidade de fermentação do capim Mombaça aumentou com a altura do dossel ao longo do período de rebrotação na estação chuvosa, principalmente pela elevação dos teores de MS (17,1 a 27,4%) e redução no poder tampão (27,9 a 23,1 meq./100 g de MS), sendo a altura de 130 cm a mais indicada para ensilagem do capim-Mombaça (TOMAZ *et al.*, 2018).

Considerando que o PT está associado à disponibilidade de nitrogênio na forragem, a redução do PT observada por Tomaz *et al.* (2018), como sendo positiva para fermentação, será inevitavelmente a consequência da redução nos teores de proteína bruta (PB) da silagem. Assim, precisará ser corrigida pela adição de concentrados proteicos, como os farelos de soja ou algodão por exemplo, para atender as exigências diárias e proporcionar o desempenho animal desejado. Por outro lado, se o capim fosse colhido em altura menor priorizando elevadas concentrações de PB a forrageira apresentaria elevado teor de umidade e PT, o que sabidamente reduz o potencial de fermentação da massa ensilada, resultando em uma silagem com elevadas perdas de MS, fermentação indesejada e risco de presença de micotoxinas que são características que comprometem a qualidade da silagem (McDONALD, 1991).

Desta forma, é importante que os estudos avaliando a capacidade de fermentação e o valor alimentício de silagens apontem para identificação do ponto ótimo para colheita do capim, com o intuito de atender de forma máxima o perfil fermentativo da silagem, desempenho animal e a lucratividade (TOMAZ *et al.*, 2018).

Quando o conceito de capacidade de fermentação (CF) (OUDE ELFERINK *et al.*, 1999) é utilizado de forma isolada e considerado como primeira tomada de decisão para avaliar a viabilidade de ensilar um material ou uma mistura de materiais, podem ocorrer interpretações equivocadas dos resultados e novas oportunidades de alimentos para os ruminantes não são exploradas, limitando as possibilidades de escolha.

2.2 Silagem de Ração Total

Como solução para atender os três objetivos (silagem, desempenho e lucro), uma alternativa seria a ensilagem do capim jovem (elevado teor de PB e digestibilidade da matéria orgânica) juntamente com ingredientes que seriam utilizados posteriormente no preparo da ração total, o que tem sido denominado no meio científico de Silagem de Ração Total (SRT) (UDDIN *et al.*, 2009; XU *et al.*, 2010 e 2014; SAKAI *et al.*, 2015).

O resultado esperado seria a redução na utilização de concentrados e o aumento do teor de MS do material a ser ensilado, proporcionando condições ideais para garantir uma boa capacidade de fermentação e desempenho animal, uma vez que o volumoso oriundo de uma planta jovem apresentará maiores concentrações de PB e de carboidratos solúveis o que é compatível com melhores padrões fermentativos da forragem, maior digestibilidade dos nutrientes e melhor desempenho animal (CANO *et al.*, 2004).

Em alguns países asiáticos, a adoção da SRT tem sido cada vez mais investigada. Nesses países existe abundância de resíduos com potencial para utilização na alimentação de ruminantes, originados principalmente do cultivo de cogumelos, produção de molho de soja e resíduos cervejeiro que são produzidos em larga escala. Porém, os altos teores de umidade dificultam o armazenamento por longos períodos e os custos para a secagem seriam inviáveis (UDDIN *et al.*, 2009, XU *et al.*, 2010 e SAKAI *et al.*, 2015).

No Japão, pesquisadores revelaram que a composição química e o perfil fermentativo das SRT contendo substrato de cogumelo nas proporções de 0; 6,5 ou 13% da MS, após 45 dias de armazenamento, não proporcionaram alterações nos valores de pH, ácidos láctico e acético (% MS) e N-amoniaco (% N total) que foram de 3,9; 7,3; 1,71 e 3,53, respectivamente. No entanto, a proporção de 13% reduziu a digestibilidade aparente dos nutrientes avaliados, com exceção do extrato etéreo, sendo a proporção recomendada a de 6,5% da MS (XU *et al.*, 2010).

Em estudo semelhante utilizando silos experimentais, Uddin *et al.* (2009) quantificaram as modificações químicas e microbiológicas das SRT compostas pela mistura dos coprodutos da produção de molho de soja e vinagres, com concentrados comerciais. Os autores observaram que os perfis fermentativos

das SRT foram satisfatórios, apresentando baixa concentração ou ausência de butirato, quando foi utilizado 15% daqueles coprodutos no preparo da SRT. Vale destacar que nestas SRT foram incluídos diversos outros ingredientes e em alguns casos feno e mais de uma fonte de volumoso (ex. milho e sorgo).

2.3. Dinâmica microbiológica da Silagem

Tão importante quanto avaliar a composição química e o perfil fermentativo da SRT é comparar antes e depois da ensilagem, a fim de entender a dinâmica das alterações destes parâmetros. Com essa finalidade, Kondo *et al.* (2015) reportaram recentemente importantes alterações nos compostos nitrogenados e açúcares solúveis na SRT contendo mistura de silagens de “*Italian ryegrass*”, sorgo e milho, concentrados tradicionais e polpa de beterraba. Neste trabalho, os autores observaram aumento na concentração da proteína solúvel de até 51% após a ensilagem, ocorrida devido a sua degradação a peptídeos, aminoácidos e nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), tendo como possíveis causas a ação das proteases ou a fermentação por *Clostridium* que pode realizar proteólise. No entanto, essas duas possibilidades deveriam ser baixas uma vez que a atividade das proteases em grãos é diminuída devido a maturação e a ausência de ácido butírico (AB) na silagem indicaria a ausência significativa da fermentação por *Clostridium*.

Cao *et al.* (2010) relataram que o número de enterobactérias é baixo durante a fermentação da SRT. Portanto, parece que a degradação da proteína por essas bactérias não seria um fator importante durante a ensilagem de SRT. Em contrapartida, Kondo *et al.* (2015) destacaram que as bactérias produtoras de ácido láctico (BAL) podem ter predominado nas SRT devido aos elevados teores de ácido láctico (10,9%) e baixo pH (4,2) observados.

Uma vez que as BAL são teoricamente não proteolíticas (Mc DONALD, 1991), a contribuição destas para a proteólise das SRT deveria ser insignificante. Porém, os autores observaram aumentos na concentração de proteínas solúveis de 23,5% entre as silagens armazenadas de 30 a 90 dias, o que poderia sugerir que possivelmente as BAL proporcionaram algum efeito na degradação das proteínas, o que deveria ser melhor investigado em SRT.

Com base no exposto, a adoção da SRT substituiria a tradicional ração total e a mistura diária da silagem com o concentrado para o seu preparo, atenuando o problema da taxa elevada de umidade dos capins tropicais jovens na ensilagem e proporcionando vantagens operacionais.

Portanto, as hipóteses para esse trabalho é que as silagens SRT apresentam CF e digestibilidade *in vitro* iguais ou superiores às silagens de capim-Mombaça com poupa cítrica. Além disso, a CF das SRT contendo capim-Mombaça nas alturas de 70 e 130 centímetros não diferem entre si. A digestibilidade *in vitro* das silagens contendo o capim na altura de 70 cm é maior que as silagens contendo capim a 130 cm de altura. As silagens de capim-Mombaça e poupa cítrica (RT70 e RT130) diferem entre si. O tratamento com o capim-Mombaça ensilado na altura de 130 cm apresenta uma maior CF na comparação com o tratamento ensilado na altura de 70 cm.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 *Descrição do local do experimental*

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão do Setor de Produção Animal (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, UNESP - Campus de Ilha Solteira, situada no município de Selvíria-MS entre o período de março de 2018 e abril de 2019. A FEPE tem localização aproximada entre as coordenadas geográficas de latitude 21°22' (S) e longitude 51°24' (W), à uma altitude média de 348 m.

O clima da região é do tipo Aw (classificação de Köppen), definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Sua temperatura anual do ar é em média de 24,5 °C, umidade relativa e precipitação acumulada com média anual de 64,8% e 1232 mm, respectivamente (HERNANDEZ *et al.*, 1995). O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO de textura média (SANTOS *et al.*, 2018).

3.2 *Delineamento experimental e composição dos tratamentos*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com esquema em fatorial 2x2 e cinco repetições (n=20). As constituições dos tratamentos apresentaram quatro diferentes dietas experimentais ensiladas, sendo: SRT com 50% de capim-Mombaça colhido a 70 cm e 130 cm de altura e 50% de concentrado e RT composta por capim-Mombaça colhido a 70 e 130 cm de altura e ensilado com polpa cítrica.

A composição químico-bromatológica do capim-Mombaça nas diferentes alturas de 70 e 130 centímetros e dos ingredientes utilizados na mistura para o preparo das silagens experimentais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Valores médios da composição químico-bromatológica do capim-Mombaça nas diferentes alturas e dos ingredientes concentrados utilizados na mistura para o preparo das silagens de ração total e das silagens exclusivas de capim-Mombaça e polpa cítrica.

Itens	Composição (%)					
	MS	PB	EE	FDN	FDA	MM
Capim a 70 cm	16,7	12,5	1,5	69,1	37,4	12,6
Capim a 130 cm	20,4	8,0	1,2	79,3	60,7	9,1
Farelo de soja	89,6	49,6	1,7	13,2	6,2	6,0
Farelo de milho	89,1	9,3	4,2	19,2	3,6	1,0
Polpa cítrica	90,9	8,6	3,0	22,0	16,0	8,6

MS- Matéria seca; PB- Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; FDN- Fibra em detergente neutro; FDA- Fibra em detergente ácido; MM- Matéria mineral; Fonte: Elaboração do próprio autor.

As proporções dos ingredientes e a composição química dos tratamentos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Proporção dos ingredientes (% MS).

Item	Rações			
	SRT		RT	
	70 cm	130 cm	70 cm	130 cm
Ingredientes				
<i>Silagem</i>				
Capim-Mombaça	50,0	50,0	50,0	50,0
Polpa cítrica	-	-	15,0	15,0
<i>Concentrado</i>				
Polpa cítrica	15,0	15,0	-	-
Soja farelo	3,0	18,8	-	-
Milho	30,0	14,2	-	-
Mistura Mineral	2,0	2,0	-	-

Composição¹: 7,5% P; 13,4% Ca; 1,0% Mg; 7% S; 14,5% Na; 500 ppm Fe; 300 ppm Cu; 4600 ppm Zn; 15 ppm Se. PPM- Partes por milhão.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

As silagens SRT foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) para alimentação de, com peso vivo médio de 17 kg, estimando-se um ganho médio de peso de 214 g animal⁻¹ dia⁻¹. A formulação partiu de uma

composição químico-bromatológica do capim-Mombaça nas respectivas alturas de 70 e 130 cm de acordo com Tomaz *et al.* (2018).

3.3 Preparo e ensilagem das dietas experimentais

O capim-Mombaça foi colhido na estação chuvosa com o auxílio de uma plataforma colhedora de capim acoplada a uma ensiladora JF C120 (resíduo de 0,20 m), com regulagem para obtenção de tamanho médio de partículas de 2 cm.

Para composição das SRT (SRT70 e SRT130), o capim foi homogeneizado junto ao concentrado e posteriormente 45 kg da mistura foi compactada em sacos plásticos (silos) apropriados para utilização na embutidora de forragem com sistema hidráulico (modelo G3 T5, Liber Abbaci Engenharia de Máquinas). As misturas de capim-Mombaça mais polpa cítrica que compuseram as silagens RT (RT70 e RT130) também foram ensiladas com o auxílio do mesmo equipamento, sem a mistura dos demais ingredientes concentrados. Todos os tratamentos apresentaram uma densidade média de 493 ± 33 kg de massa natural m^{-3} e foram inoculadas com produto comercial contendo *Lactobacillus plantarum* ($2,5 \times 10^{10}$ UFC/g) e *Pediococcus pentasaceus* ($2,5 \times 10^{10}$ UFC/g), conforme recomendação do fabricante.

O teor de carboidratos solúveis em água (CSA) foi determinado conforme Johnson *et al.* (1966).

Os carboidratos não-fibrosos (CNF), foram estimados pela equação: $CNF = 100 - (PB + FDN + MM + EE)$ descrita por Sniffen *et al.* (1992).

A capacidade de fermentação (CF) do material antes da ensilagem foi calculado seguindo o método de Weissbach (1996), como: $MS (g \ 100 \ g^{-1}) + 8 \times CS (g \ kg^{-1} \ MS) / PT (g \ \text{ácido láctico} \ kg^{-1} \ MS)$. O PT ($mEq \ kg^{-1} \ MS$) foi determinado conforme Playne e McDonald (1966) sendo convertido para ácido láctico ($g \ kg^{-1} \ MS$), usando a equação: $0,0154 \times PT (mEq \ kg^{-1} \ MS) - 0,2115$, $R^2 = 0,95$ (O'KIELY; PAHLOW, 2003; CLAVIN *et al.*, 2016).

Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados por meio da equação: $\%NDT = 87,84 - (0,7 \times \% \text{FDA})$ descrita por Rodrigues (2009).

Para estimar as perdas de MS ao longo da ensilagem, foram obtidas subamostras para determinação da MS em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 h. Posteriormente, para a recuperação do efluente foram acoplados no fundo de cada saco plástico (silo-fardo) com 14,6 kg de areia seca, peneirada e acondicionada dentro de um saco de tecido de algodão previamente pesado e identificado. Em seguida foram registrados os pesos dos silos vazios (areia seca mais saco plástico) seguido do preenchimento, compactação, com fechamento e registro dos pesos dos silos cheios (areia seca mais saco plástico mais massa ensilada).

3.4 Abertura dos silos e análises bromatológicas

Após 95 dias do fechamento os silos foram pesados e abertos para a retirada de uma subamostra por unidade experimental para a determinação da MS total, recuperação do saco de areia com efluente que também foi pesado úmido e seco (105 °C por 24h) para mensurar as perdas de matéria seca na forma de efluente (PMSE). As perdas de matéria seca por gases (PMSG) foram calculadas pelo método gravimétrico (AOAC) considerando as diferenças entre os pesos dos silos no fechamento e na abertura.

Após a extração do sulco da silagem em prensa hidráulica foi realizada a leitura de pH em pHgâmetro digital. O N-NH₃ e os ácidos acético (AA), butírico (AB) e propiônico (AP) foram determinados por cromatografia gasosa Cromatógrafo Gasoso (Marca SHIMADZU, modelo GC-2014) com injetor automático modelo AOC - 20i. equipado com uma coluna capilar (HPINNOWax 30 m x 0.32 mm; Agilent Technologies, Colorado, USA) ajustado a uma temperatura inicial de 80°C por 3 min seguido de uma taxa de aquecimento de 20°C min⁻¹ até que uma temperatura final de 240°C fosse alcançada, e o ácido láctico (AL) por método de colorimetria (PRYCE, 1969).

Foram coletadas amostras que posteriormente foram secas em estufa de ventilação forçada à 55° C por 72 h e moídas em moinho tipo Wiley a 1 mm para determinação da MS a 105 °C, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), N-NH₃ (N-NH₃ em % N total), extrato etéreo (EE) de acordo com AOAC (1980), concentrações de fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA) pelo método sequencial (ROBERTSON; VAN SOEST, 1981) e digestibilidade *in vitro* da

matéria orgânica (DIVMO) conforme Tilley e Terry (1963), usando uma incubadora *in vitro* para testes de digestibilidade (Marconi, MA443/E) seguindo as normas do CEUA protocolo nº 08/2016.

3.5 Análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com esquema em fatorial 2x2 e cinco repetições (n=20). Os fatores corresponderam a (i) duas estratégias de mistura do volumoso com o concentrado, representadas pela SRT e RT; e (ii) duas alturas de colheita do capim-Mombaça, a 70 e 130 cm de altura. Os dados foram submetidos a análise de variância e teste de T (LSD) a 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 1998). Quando necessárias as interações foram desdobradas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características químico-bromatológicas e a CF no momento da ensilagem são apresentadas na Tabela 3. As médias de MS apresentaram variação entre 20,3% (RT70) e 30,5% (SRT130). Os valores para PB variaram nas dietas com incremento dos ingredientes concentrados quando comparadas com as dietas exclusivas de capim-Mombaça e polpa cítrica (SRT e RT) entre 8,1 % (RT130) e 16,5 % (SRT130). Os teores de CSA oscilaram de 5,2 e 6,6 %, para os tratamentos SRT130 e SRT70 respectivamente. O PT variou de 3,8 (RT70) a 4,5 g AL 100⁻¹ g MS (SRT130). Numericamente os maiores valores para CF foram observados em SRT.

Tabela 3- Média±desvio padrão da composição químico-bromatológica, poder tampão e da capacidade de fermentação na caracterização dos tratamentos no momento da ensilagem.

Item	Rações			
	RT		SRT	
	70 cm	130 cm	70 cm	130 cm
MS (%)	20,3±1,40	24,0±1,15	25,6±0,48	30,5±0,57
PB (% MS)	11,7±1,0	8,10±0,21	13,5±0,61	16,5±1,40
EE (% MS)	1,50±0,30	1,40±0,21	2,30±0,40	1,70±0,15
FDN (% MS)	63,7±3,9	71,8±2,12	48,1±1,83	61,6±0,64
FDA (% MS)	36,6±2,0	54,8±1,80	21,7±0,84	41,5±0,90
MM (% MS)	11,8±0,22	8,50±0,16	9,70±0,45	8,90±0,36
CNF (% MS)	11,3±0,92	10,2±0,82	26,4±1,2	11,3±1,6
CSA (% MS)	5,60±0,90	5,60±1,1	6,60±0,36	5,20±0,42
PT (g AL 100 ⁻¹ g MS) ¹	3,80±0,14	4,40±1,0	4,20±0,1	4,50±0,05
CF (PT em g ac. lat) ²	32,0±3,0	34,0±2,6	38,0±1,12	40,0±0,85
NDT (%)	62,2±0,3	49,5±0,2	72,6±0,6	58,8±0,4

MS- Matéria seca; PB- Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; FDN- Fibra em detergente neutro; FDA- Fibra em detergente ácido; MM- Matéria mineral; CNF- Carboidratos não fibrosos; CSA- Carboidratos solúveis em água; PT- Poder tampão; CF- capacidade de fermentação; NDT- Nutrientes digestíveis totais; ± Desvio padrão.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Os valores de P no teste de T ($P \leq 0,05$) com efeitos de Ração (R), altura de ensilagem do capim-Mombaça (A) e interação entre os fatores (R x A) são apresentados na Tabela 4. Para PB, FDN, FDA, MM, DIVMO, pH, AL, AA, AB, AP e N-NH₃ houveram interações significativas entre os fatores. Para MS e EE foram observados efeitos apenas para as composições das silagens (RT e SRT)

e nas alturas do capim-Mombaça (70 e 130 cm). Valores de PMSG e PMSE foram influenciados pelas alturas do capim na ensilagem.

Tabela 4- Valores de probabilidade para as variáveis testadas conforme os fatores e sua interação.

Variáveis	Probabilidade ¹		
	Ração (R)	Altura (A)	RxA
MS (%)	<0,001	<0,001	0,65
PB (% MS)	<0,001	0,13	<0,001
EE (% MS)	0,003	<0,001	0,57
FDN (% MS)	<0,001	0,003	<0,001
FDA (% MS)	<0,001	0,7	<0,001
MM (% MS)	0,005	<0,001	<0,001
DIVMO (% MO)	<0,001	<0,001	<0,001
pH	0,85	0,006	<0,001
AL (% MS)	<0,001	0,007	<0,001
AA (% MS)	0,5	<0,001	0,042
AB (% MS)	<0,001	<0,001	<0,001
AP (% MS)	<0,001	<0,001	<0,001
N-NH ₃ (% N total)	<0,001	0,11	<0,001
PMSG (% MS)	0,5	<0,001	0,85
PMSE (kg t ⁻¹ MV) ²	0,12	<0,001	0,15
RMS	0,31	0,86	0,31

¹P-valor é considerado significativo quando menor ou igual 0,05; ²MV- massa verde. MS- Matéria seca; PB- Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; FDN- Fibra em detergente neutro; FDA- Fibra em detergente ácido; MM- Matéria mineral; DIVMO- Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; AL- Ácido láctico; AA- Ácido acético; AB- Ácido butírico; AP- Ácido propiônico; N-NH₃ - Nitrogênio amoniacal; PMSG- Perdas de matéria seca por gases; PMSE-Perdas de matéria seca por efluente; RMS- Recuperação de matéria seca.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Os valores médios de MS, EE, PMSG, PMSE e RMS são apresentados na Tabela 5. Para MS e EE não houve interação significativa entre a inclusão dos ingredientes e as diferentes alturas do capim ($P = 0,65$ e $0,57$, respectivamente). Os tratamentos ensilados com o capim a 130 cm apresentaram maiores médias de MS na comparação com os tratamentos com o capim a 70 cm ($P < 0,001$). O nível de EE foi superior quando o capim foi ensilado a 70 cm ($P < 0,001$). A adição dos ingredientes concentrados potencializou os níveis de MS e EE na relação com as silagens RT ($P < 0,001$).

PMSG e PMSE não apresentaram interação entre os fatores de ração e altura do capim ($P = 0,85$ e $0,15$, respectivamente). O preparo das dietas não alterou os valores de PMSG e PMSE ($P = 0,12$ e $0,5$ respectivamente). As diferentes estratégias de altura na ensilagem do capim registraram modificações

significativas em PMSE e PMSG ($P < 0,001$). Os índices de RMS não apresentaram interação significativa entre os fatores e tão pouco ocorreu variações individuais entre as diferentes composições e alturas de ensilagem do capim ($P = 0,31$; $0,31$ e $0,86$, respectivamente).

Tabela 5- Valores médios de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), perda de matéria seca por efluente (PMSE) e gases (PMSG) e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens experimentais.

Variáveis	Tratamentos				EPM ¹	P-valor	
	—Ração—		—Altura (cm)—			Ração	Altura
	RT	SRT	70	130			
MS (%)	22,3b	27,6a	21,9B	28,0A	0,96	<0,001	<0,001
EE (% MS)	2,4b	2,8a	3,3A	2,0B	0,17	0,003	<0,001
PMSE (kg t ⁻¹ MV) ²	42,4a	32,8a	51,7A	23,5B	4,43	0,12	<0,001
PMSG (% MS)	8,5a	8,0a	5,8B	10,8A	0,78	0,5	<0,001
RMS	91,7a	94,2a	93,1A	92,8A	1,05	0,31	0,86

¹EPM- Erro Padrão da Média; Letras minúsculas iguais, não diferem entre si para as rações (SRT e RT) e letras maiúsculas não diferem entre si para as alturas (70 e 130 cm) pelo teste T a 5%;

²Erro Padrão da Média.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Com relação a MS, valores próximos do estabelecido antes da ensilagem (Tabela 3) foram observados nas SRT e RT na abertura dos silos (Tabela 5). Provavelmente a presença de polpa cítrica em todas as silagens experimentais tenha colaborado na obtenção desses resultados. A polpa cítrica é um grande absorvente de umidade e geralmente mantém o bom espectro de fermentações desejáveis em silagens, reduzindo os níveis de perdas de MS na forma de efluente (RIBEIRO *et al.*, 2009). Além disso, nas SRT a presença de ingredientes com baixa umidade colaborou na estabilidade dos valores de MS durante o processo de fermentação.

Os teores de MS foram maiores nos tratamentos com o capim ensilado a 130 cm de altura na comparação com as silagens com o capim a 70 cm, numericamente na caracterização dos tratamentos (Tabela 3) e na abertura dos silos (Tabela 5). Resultados similares foram encontrados por Tomaz et al. (2018) que observaram variações positivas dessa fração com a elevação de altura do capim-Mombaça em uma pesquisa que identificou a melhor altura na estratégia de colheita sobre os parâmetros de CF. Os autores observaram que os valores mínimos e máximos de MS variaram de 15,81% a 27,19% para o capim colhido quando alcançou as alturas de 70 e 130 cm, respectivamente. Também detectaram incrementos lineares na produtividade de 76,6 e 42,4 kg MS ha⁻¹ de MS total e de folhas respectivamente, para cada incremento em centímetro na altura. Reforçando os resultados do presente estudo, Vasconcelos et al. (2009), trabalhando com o aspecto nutritivo em silagens de capim-Mombaça colhido em função de idades de rebrotação, constataram que as médias de MS aumentaram conforme o acréscimo nos dias de rebrota com valores de 19,75% (35 dias) e 25,10% (65 dias), sugerindo que o avanço no estágio de maturação do capim-Mombaça tem influência positiva na elevação dos teores de MS.

Conforme esperado, nas SRT os valores de MS foram maiores na relação com as silagens exclusivas de capim-Mombaça e polpa cítrica em função da natureza química dos ingredientes inseridos na mistura (Tabela 2). Nesse sentido, agregando os diferentes fatores de potencialização nos níveis de MS, SRT130 apresentou o maior resultado médio dessa fração. Efeito contrário do que foi observado em RT70 que obteve os menores índices de MS entre as dietas testadas.

Os teores de EE na abertura dos silos (Tabela 5) obtiveram uma tendência de aumento em todos os tratamentos na comparação com os valores na ensilagem (Tabela 3). Durante o processo de fermentação em silagens ocorre a produção de inúmeras frações, como ésteres, cetonas, aldeídos, álcoois e ácidos orgânicos que provavelmente elevaram a contagem dessa fração (WEIß *et al.*, 2009).

Maiores concentrações de EE nas SRT em relação as RT podem ser explicadas pela presença dos ingredientes concentrados que proporcionam maior disponibilidade de compostos com óleos, ceras e pigmentos. Gusmão *et al.* (2018), trabalhando com SRT contendo capim-Elefante, obtiveram resultados

que corroboram com os do presente estudo. Os autores identificaram a menor concentração de EE na silagem controle exclusiva de capim-Elefante (1,67% MS). Além disso, observaram incrementos positivos em todos os tratamentos com a presença dos ingredientes concentrados na composição, sendo o valor máximo visto em SRT contendo milho, farelo de soja e melaço (2,84% MS).

Nas diferentes alturas de capim estudados neste experimento os maiores valores de EE foram observados para o capim ensilado a 70 cm de altura, provavelmente em função do aspecto químico-bromatológico dessa forragem colhida jovem. Em virtude de diversas alterações fisiológicas que ocorrem em gramíneas, conforme o avanço da idade e da altura do seu dossel com queda nas frações nutricionais e na digestibilidade, principalmente por conta do aumento das frações fibrosas (RIBEIRO *et al.* 1999).

Elevada PMSE nos tratamentos em que o capim foi ensilado com 70 cm podem ser explicados em função dos altos índices de umidade no capim jovem presente nessas silagens, característica fisiológica marcante das forragens colhidas antes de seu estágio final de maturação. Tais características, podem ocasionar redução no potencial fermentativo (TOMAZ *et al.*, 2018), produzir silagem com elevadas perdas de nutrientes (ácidos orgânicos, açúcares e proteínas), fermentações indesejáveis com riscos potencializados de ocorrência de micotoxinas que são fatores que comprometeram a sanidade e a qualidade nutricional da silagem (McDONALD, 1991). Em contrapartida, o capim ensilado com 130 cm de altura tendem a apresentar valores reduzidos de umidade, atenuando a produção de efluentes (TOMAZ *et al.*, 2018).

Quando o capim foi ensilado na mesma altura (RT70 e SRT70), as variações se devem pelo incremento dos ingredientes concentrados em SRT que aumentou a CF e o aspecto nutricional, sugerindo uma atuação desses ingredientes como absorventes de umidade e na promoção de substratos utilizados na fermentação microbiana, reduzindo consideravelmente a produção de efluentes.

Em contrapartida, maior valor em PMSG é causado pela maior CF nos tratamentos com o capim ensilado a 130 cm de altura, tendo em vista que os gases são produzidos em sua grande maioria como resultado da fermentação microbiana no silo. Conforme constatou Tomaz *et al.* (2018), a capacidade de fermentação do capim-Mombaça aumentou com a altura do dossel,

principalmente pela elevação dos teores de MS (15,81 a 27,19%), sendo a altura de 130 cm sugerida para confeccionar silagem de capim-Mombaça.

As médias para pH, AL, AA, AB, AP e N-NH₃ são apresentados na Tabela 6. Os resultados de pH, AB, AP e AL apresentaram interação entre os fatores R x A ($P < 0,001$). A associação de ingredientes no preparo das silagens (SRT) e as alturas do capim com 130 cm resultaram no incremento significativo dos níveis de AL ($P < 0,001$ e $P = 0,007$, respectivamente). Para N-NH₃ também houve interação significativa entre os fatores ($P < 0,001$). A inclusão dos ingredientes concentrados colaborou para o aumento do N-NH₃ ($P < 0,001$), mas diferentes alturas do capim-Mombaça na ensilagem não representaram variações significativas ($P = 0,11$). Para AA houve interação entre os fatores ($P < 0,042$).

Tabela 6- Valores médios de pH, ácido láctico (AL), ácido acético (AA), ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens.

Altura (cm)	Ração		EPM ¹	P-Valor
	RT	SRT		
	pH		0,05	
70	4,6 aA	4,2 bB		
130	4,4 bA	4,8 aA		<0,001
	AL (% MS)		0,16	
70	1,9 bA	3,5 aA		
130	2,1 aA	2,5 aB		<0,001
	N-NH ₃ (% N total)		0,13	
70	1,8 bA	2,3 aB		
130	1,4 bB	2,9 aA		<0,001
	AA (% MS)		0,90	
70	8,4aA	8,9aA		
130	2,4aB	1,5aB		0,042
	AB (% MS)		0,52	
70	0,16aB	0,04aB		
130	2,80bA	4,69aA		<0,001
	AP (% MS)		0,27	
70	0,74bA	2,80aA		
130	0,35aB	0,32aB		<0,001

¹Erro Padrão da Média; Letras minúsculas iguais, não diferem entre si para as rações (SRT e RT) dentro das alturas na linha e letras maiúsculas iguais, não diferem entre si para as alturas (70 e 130 cm) dentro de cada ração na coluna pelo teste T (LSD) a 5%.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Em SRT70, a média de pH foi a mais ácida entre todas as silagens testadas alcançando valores de 4,2 (Tabela 6), em função de uma série de fatores importantes para o rápido declínio do pH vistos na caracterização química desse tratamento como maior disponibilidade de CSA, baixo índice de PT e consequente aumento na taxa de CF (Tabela 3). Essas características associadas tendem a elevar a quantidade de AL, responsável direto na acidificação da massa (McDONALD *et al.*, 1991).

Maior média de pH (4,8) em SRT130 (Tabela 6) pode ter relação com a maior disponibilidade de PB na sua composição (Tabela 7). É destacado que a presença de compostos nitrogenados pode elevar o PT em silagem (PLAYNE, McDONALD; 1966). O PT em plantas forrageiras é definido como a resistência ou sensibilidade que a massa da forragem apresenta ao abaixamento do pH. O rápido abaixamento do pH é importante para inibir atividade de *Clostridium* e, consequentemente, o crescimento e a ação destes microrganismos (McDONALD *et al.*, 1991). Este depende, além da composição da planta em PB,

do teor de amido e íons inorgânicos (Ca, K, Na) e da combinação de ácidos orgânicos e seus sais (GIGER-REVERDIN *et al.*, 2002; JOBIM *et al.*, 2007). Nesse sentido, Cao *et al.* (2011), trabalhando com SRT fermentadas com e sem adição de farelo de arroz, indicaram que, conforme as condições de ensilagem e principalmente os ingredientes usados na formulação das SRT, os valores de pH observados podem ser maiores que 4,5.

De acordo com McDonald *et al.* (1991), os níveis ideais de pH em silagens estão entre 3,8 e 4,2. Além disso, valores acima do destacado como ideal e abaixo de 5,0 são considerados aceitáveis, definindo que silagens com pH entre 5,0 a 7,0 foram mal preservadas.

Teores elevados de AL nas silagens SRT podem ser explicados pelo aumento na atividade das bactérias ácido-láticas (BAL) como resposta a maior oferta de CSA, com potencialização dos processos fermentativos e consequente aumento da contagem dessa fração. Gusmão *et al.* (2018) também encontraram crescimento nos valores de AL em SRT contendo capim-Elefante com variação entre os tratamentos de 6,04 e 7,30 (% MS) nas silagens exclusiva de capim-Elefante (controle) e em SRT contendo polpa cítrica, farelo de soja e melaço, respectivamente.

A média mais elevada de AL em SRT70 também tem relação com a maior disponibilidade de CSA (Tabela 3). Além disso, uma maior CF (Tabela 3) tende a elevar a produção de AL, sendo esse, o principal produto das fermentações no silo (PAHLOW *et al.*, 2003). Portanto, maiores aportes de CSA podem aumentar os níveis de AL na silagem, visto que esse é o principal substrato utilizado pelas BAL que convergem na produção de AL. Esse processo é altamente desejável e fundamental para conservar quase toda a MS e a energia contida na massa ensilada (McDONALD *et al.*, 1991). Nesse sentido, Kondo *et al.* (2015), trabalhando com SRT contendo mistura de silagens de Azevém, sorgo e milho, concentrados tradicionais e polpa de beterraba, encontraram resultados que sugerem um predomínio das BAL nas SRT devido aos elevados teores de AL (10,9%) e baixo pH (4,2), corroborando com o exposto no presente estudo.

Aumento das concentrações de N-NH₃ nas SRT em relação as RT indicam uma intensificação do processo de proteólise devido à sua maior oferta de PB. A proteólise geralmente é resultante de atividades de Enterobactérias e bactérias do gênero *Clostridium* e muitas vezes esse processo é ocasionado

devido a mudança na rota de fermentação láctica. Basicamente, a proteólise promove a ruptura das proteínas e dos aminoácidos e podem produzir substâncias nocivas à saúde animal, resultando em perdas de larga escala (McDONALD, 1991). Em trabalho com SRT contendo substrato de cogumelo, Xu et al. (2010) encontraram resultados médios ligeiramente superiores aos encontrados nas SRT do presente estudo (3,53% do N Total).

Os tratamentos avaliados individualmente corroboram para a relação positiva entre aumento de PB (Tabela 3 e 7) e maior produção do N-NH₃ (Tabela 6). Níveis destacados de N-NH₃ em SRT130 indicam que o processo de proteólise nessa silagem pode ter sido intensificado devido à sua maior oferta de PB na comparação entre todos os tratamentos (Tabela 3 e 7). Efeito oposto em RT130 com menores índices de PB e de N-NH₃. Contudo, dentro do silo, a extensão da proteólise é modificada por outros aspectos, como teor de umidade, perfil enzimático e microbiológico, compactação da silagem e o valor de pH (ROOKE, HATIFIELD; 2003).

De acordo com EVANGELISTA *et al.* (2004), aferir o teor de N-NH₃ é um indicativo importante na avaliação da qualidade das silagens, indicando criteriosamente valores menores ou iguais a 8% de N-NH₃ em função do nitrogênio total para classificar uma silagem como sendo de boa qualidade e com um bom padrão fermentativo. TOMICH *et al.* (2003) e Melo *et al.* (2016), classificam uma silagem como sendo de boa qualidade quando os valores de nitrogênio amoniacal permanecem abaixo de 10% do nitrogênio total. VAN SOEST (1994), aponta que silagens com valores inferiores a 10% de N-NH₃ (% N-total) obtiveram um processo fermentativo adequado em razão da presença de amônia, sugerindo que esses teores não indiciam ocorrência de quebra excessiva de proteína em amônia. Aumentando o espectro, valores abaixo de 12% de N-NH₃ (% N-total) também podem ser considerados satisfatórios para classificar uma silagem como de boa qualidade (McDONALD *et al.*, 1991). Portanto, mesmo com as variações, as silagens do presente estudo produziram níveis inferiores (Tabela 6) em razão do N-Total aos valores considerados satisfatórios para aferir a qualidade e o bom padrão fermentativo em silagens.

Características químico-bromatológicas e DIVMO na abertura dos silos são apresentadas na Tabela 7. A contagem de MM registrou interação significativa entre os fatores ($P < 0,001$). O capim ensilado com 70 cm de altura

apresentou maiores concentrações de MM ($P < 0,001$). Médias superiores nas RT foram registradas para essa fração ($P = 0,005$).

Concentrações de FDN e FDA apresentaram interação significativa entre os fatores de composição das silagens e altura do capim-Mombaça na ensilagem ($P = 0,03$ e $P < 0,001$, respectivamente). Maiores valores de FDN e FDA foram observados nos tratamentos em que não houve a mistura dos ingredientes concentrados ($P < 0,001$). Para FDN, as silagens em que o capim foi ensilado a 130 cm de altura representaram níveis significativamente maiores ($P = 0,003$). Para FDA, não houve alterações significativas entre as diferentes estratégias de altura na ensilagem do capim ($P = 0,7$).

Os valores de DIVMO apresentaram interação significativa entre os fatores ($P < 0,001$). As SRT apresentaram maiores médias de DIVMO na comparação com as RT ($P < 0,001$). O capim ensilado com 70 cm obteve os maiores teores médios de digestibilidade ($P < 0,001$) para SRT.

Tabela 7- Valores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM) e de digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) das silagens.

Altura (cm)	Ração		EPM ¹
	RT	SRT	
	PB (% MS)		0,78
70	11,1 bA	14,1 aB	
130	8,7 bB	17,8 aA	
	FDN (% MS)		2,2
70	60,9 aA	40,1 bB	
130	62,1 aA	43,2 bA	
	FDA (% MS)		1,6
70	40,9 aA	24,5 bB	
130	37,3 aA	27,2 bA	
	MM (% MS)		0,40
70	13,7 aA	11,7 bA	
130	9,5 aB	9,8 aB	
	DIVMO (% MO)		1,45
70	72,1 bA	86,9 aA	
130	72,3 bA	78,8 aB	

¹Erro Padrão da Média; Letras minúsculas iguais, não diferem entre si para as rações (SRT e RT) dentro das alturas na linha e letras maiúsculas iguais, não diferem entre si para as alturas (70 e 130 cm) dentro de cada ração na coluna pelo teste T a 5%;

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para FDN, todas as dietas apresentaram decréscimo (Tabela 7) quando comparadas com a caracterização dos tratamentos (Tabela 3). Provavelmente em função da ocorrência de hidrólise ácida nas camadas com potencial digestivo da fração de hemicelulose. O processo de fermentação na massa ensilada sofre uma interrupção quando os carboidratos utilizados pelas BAL não estão disponíveis em quantidades suficientes dentro do silo. Nesta circunstância, os açúcares liberados da decomposição da hemicelulose podem ser utilizados como substrato fermentativo pelas BAL (MCDONALD, 1991). Em FDA, a

comparação entre os tratamentos antes de ensilar (Tabela 3) e na abertura dos silos (Tabela 7) mostrou que as silagens com capim ensilado a 70 cm de altura (RT e SRT) obtiveram um ligeiro crescimento na contagem dessa fração e que o contrário ocorreu nas silagens com o capim a 130 cm com declínio acentuado na concentração dessa fração.

Maiores valores de FDN e FDA nas silagens sem os ingredientes concentrados (RT70 e RT130) tem explicação nas características de composição química com maiores teores de carboidratos fibrosos e consequentemente inferiores de CNF quando na comparação com as dietas SRT. Portanto, associar os ingredientes concentrados, além de diminuir os componentes fibrosos aumenta consideravelmente os valores de CNF e reduz o processo de hidrólise ácida (GUSMÃO *et al.*, 2018).

Individualmente em RT (70 e 130 cm), as diferentes alturas não representaram efeitos significativos para FDA e FDN. Nas SRT, essas frações foram afetadas pela altura de ensilagem do capim, com SRT130 apresentando os maiores valores médios dessas frações. Resultados encontrados por Tomaz *et al.* (2018) corroboram com as variações encontradas neste estudo para os teores de FDN e FDA, com incrementos de 0,092 e 0,099% respectivamente para cada centímetro acumulado na altura do capim-Mombaça, representando um acréscimo total de 8,3% nos teores de fibra considerando a menor e a maior altura avaliadas. Ainda segundo esses autores, apesar das fibras não comporem a equação para estimar CF, essa fração representa os componentes estruturais da parede celular e sua maior participação na célula vegetal está correlacionada negativamente com a DIVMO com valores de -0,96 e - 0,92 para FDN e FDA, respectivamente.

Em RT, a concentração de carboidratos fibrosos é consideravelmente maior do que nas SRT, impactando nos menores resultados de DIVMO nessas silagens (Tabela 7). Nas SRT, as presenças de nutrientes com rápida degradação como os glicídios provenientes da mistura no preparo dessas dietas foram os responsáveis por potencializar o valor de DIVMO.

Nas SRT, com relação as diferentes alturas de ensilagem do capim, as médias de DIVMO variaram significativamente com o capim-Mombaça a 70 cm de altura apresentando maiores valores ao ensilado a 130 cm. Resultados semelhantes a esse foram encontrados em estudos que demonstraram que os

componentes fibrosos, proteína bruta e digestibilidade apresentaram variações em capins tropicais com diferentes alturas do dossel, indicando aumento significativo de FDN e FDA e redução da PB e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca devido os incrementos na altura chegando a 100% de variação (CANO *et al.*, 2004; CARLOTO *et al.*, 2011).

5 CONCLUSÕES

Quando o capim-Mombaça foi ensilado a 130 cm de altura juntamente com o concentrado, melhores resultados de CF e menores PMSE foram observadas.

A mistura do capim colhido a 70 cm de altura juntamente com o concentrado proporcionou uma maior concentração de AL e conseqüentemente os resultados de pH foram os menores entre todas as silagens testadas.

A mistura para o preparo da SRT diminuiu a concentração de compostos fibrosos (FDN e FDA) e aumentou a taxa de DIVMO dessas silagens.

A SRT pode ser realizada sem prejuízos a qualidade e perdas de massa seca da silagem.

REFERÊNCIAS

ARRIGONI, M. B. *et al.* Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 539-551, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/141034>. Acesso em: 10 maio 2021.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST - AOAC. **Official methods of analyses of the Association of Official analytical chemists**. 11.ed. Washington, DC: AOAC, 1980. 1015 p.

AVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; FIGUEIREDO, H. C. P.; MORAIS, A. R.; PEREIRA, O. G.; SCHWAN, R. F.; Estabilidade aeróbia de silagens de capim mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 779-787, 2009.

BERGAMASCHINE, A. F. *et al.* Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1454-1462, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982006000500027#:~:text=O%20consumo%20de%20MS%20da,tamb%C3%A9m%20n%C3%A3o%20diferiu%20das%20demais.&text=A%20PC%2C%20o%20E%20e,marandu%20colhido%20com%2024%25%20MS. Acesso em: 10 maio 2021.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; MOREIRA, A. L. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 214-220, 2005.

BONFA, C. S. *et al.* Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 3, p. 801-808, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352015000300801&script=sci_abstract&lng=pt#:~:text=Quanto%20%C3%A0s%20fra%C3%A7%C3%B5es%20fibrosas%20da,em%20todos%20os%20n%C3%ADveis%20avaliados. Acesso em: 10 maio 2021.

CANO, C. C. P.; CECATO, U.; CANTO, M. W.; SANTOS, G. T.; GALBEIRO, S., MARTINS, E. N.; MIRA, R. T. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, Supl. 2, p. 1959-1968, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982004000800006. Acesso em: 10 maio 2021.

CAO, Y.; TAKAHASHI, T.; Horiguchi, K.; YOSHIDA, N.; CAI, Y. Methane emissions from sheep fed fermented or non-fermented total mixed ration containing whole-crop rice and rice bran. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 157, p. 72-78, 2010.

CARLOTO, M. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. S.; PAULA, C. C. L. Desempenho do animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, DF, v. 46, n. 1, p. 97-104, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v46n1/13.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.

CLAVIN, D.; CROSSON, P.; GRANT, J.; O'KIELY, P. Red clover for silage: management impacts on herbage yield, nutritive value, ensilability and persistence, and relativity to perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 71, p. 1-18, 2016.

COAN, R. M. *et al.* Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1502-1511, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982007000700007&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 10 maio 2021.

EVANGELISTA, A. R. **Manejo e uso de capineiras**. Lavras: ESAL, 1988. 24 p. ESAL. Boletim Técnico, 10.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; SANTANA, R. A. V. Produção de silagem de capim Marandú (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandú) com e sem emurchecimento. **Revista de Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 443-449, 2004.

FERRARI JUNIOR, E. A. *et al.* Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*pennisetum hybridum* cv. paraíso). **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, p. 222, p. 185-194. 2009.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** (sistema de análise de variância para dados balanceados). Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

GIGER-REVERDIN, S.; DUVAUX-PONTER, C.; SAUVANT, D.; MARTIN, O.; PRADO, I. N.; MULLER, R. Intrinsic buffering capacity of feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 96, n. 2, p. 83-102, 2002.

GUSMÃO, J.; DANES, M.; CASAGRANDE, D.; BERNARDES, T. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 73, n. 3, p. 717-726, 2018.

HERNANDEZ, F. B. T. Balanço hídrico da Região de Ilha Solteira. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA IRRIGADA, 1, 1998, Ilha Solteira. **Anais [...]**. Ilha Solteira: UNESP, 1995. p. 49.

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

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982007001000013. Acesso em: 10 maio 2021.

JOHNSON, R. R.; BALWANI, T. L.; JOHNSON, L. J. Corn plant maturity. II. Effect on in vitro cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 25, n. 3, p. 617-623, 1966.

KONDO, M.; SHIMIZU, K.; JAYANEGARA, A.; MISHIMA, T.; MATSUI, H.; KARITA, S.; GOTO, M.; FUJIHARA, T. Changes in nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 96, n. 4, p. 1175-80. 2015.

MARI, L. J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu)**: produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem. Piracicaba. 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-20102003-164240/pt-br.php>. Acesso em: 10 maio 2021.

MELO, M. J. A. F.; BACKES, A. A.; FAGUNDES J. L.; MELO M. T.; SILVA, G. P.; FREIRE, A. P. L. Características fermentativas e composição química da silagem de capim tanzânia com aditivos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 73, n. 3, p. 189-197, 2016

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. 2. ed. New York: 1991. 207 p.

NISHINO, N.; WADA, H.; YOSHIDA, M.; SHIOTA, H. Microbial counts, fermentation products, and aerobic stability of whole crop corn and a total mixed ration ensiled with and without inoculation of *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 87, n. 8, p. 2563–2570, 2004.

NRC. 2007. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, DC: Academic Press, 2007.

O’KIELY, P.; PAHLOW, G. **Comparison of buffering capacity of grasses determined using two different techniques**. [S. l.]: Research Report Beef Production, Teagasc Grange Research Centre, 2003.

OUDE ELFERINK, S. J. W. H. *et al.* Silage fermentation processes and their manipulation. In: FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION-FAO. **Electronic conference on tropical silage**. Rome: FAO, 1999.

PAHLOW, G. *et al.* Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R.; HARRISON, J. R. (ed). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 31- 93.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Medford, v. 17, n. 3, p. 264-268, 1966.

PRYCE, J. D. A Modification of the Barker -Summerson Method for the Determination of Lactic Acid. **Analyst**, Cambridge, v. 94, p. 1151-1152, 1969.

RIBEIRO, K. G.; GOMIDE, J. A.; PACIULLO, D. S. C. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 2. valor nutritivo ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 1194-1202, 1999.

RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.

ROBERTSON, J.B. & Van SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. *In*: JAMES, N. *et al* (ed.). **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. p. 123-158.

RODRIGUES, P. H. M. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p.1138-1145, 2005. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982005000400007&script=sci_abstract&lng=pt#:~:text=Foram%20estudados%20os%20efeitos%20da,da%20silagem%20de%20capim%2Delefante.&text=inclus%C3%B5es%20de%204%C7%20a,da%20silagem%20de%20capim%2Delefante](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982005000400007&script=sci_abstract&lng=pt#:~:text=Foram%20estudados%20os%20efeitos%20da,da%20silagem%20de%20capim%2Delefante.&text=inclus%C3%B5es%20de%204%C7%20a,da%20silagem%20de%20capim%2Delefante.). Acesso em: 10 maio 2021.

RODRIGUES, R. C. **Avaliação químico-bromatológica de alimentos produzidos em terras baixas para nutrição animal**. Pelotas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2009. 31 p.

ROOKE, J. A.; HATFIELD, R. D. Biochemistry of ensiling. *In*: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISSON, J. H. **Silage science and technology**. Madison: ASA, 2003. p. 95-140.

SAKAI, T.; DEVKOTA, N. R.; OISHI, K.; HIROOKA, H.; KUMAGAI, H. Evaluation of total mixed ration silage with brewers grains for dairy buffalo in Tarai, Nepal. **Animal Science Journal**, Faisalabad, v. 86, p. 884-890, 2015.

SANTOS, E. M.; ZANINE, D. J. FERREIRA, J. S.; OLIVEIRA, D. C. S. PENTEADO PEREIRA, O. G. Inoculante ativado melhora a silagem de Capim Tanzânia. **Archivos de Zootecnia**, Córboia, v. 57, n. 217, p. 35-42. 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 588 p.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C. M.; BACH, B. C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? *In*: SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5, 2014, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: UEM, 2014. p. 243-264.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 122-138, 2007.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. B. P. **Pastagens**: conceitos básicos, produção e manejo. Viçosa: Suprema, 2008. 115 p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; van SOEST, P. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Cary, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

TEIXEIRA, R. M. A. *et al.* Eficiência de utilização de concentrado na produção de leite em vacas da raça Gir linhagem leiteira sob confinamento ou pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 3, n. 1, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2790>. Acesso em: 10 maio 2021.

TOMICH, T.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagem**: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20 p. (Embrapa Pantanal. Documento, 57).

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Chichester, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

TOMAZ, P. K.; DE ARAÚJO, L. C.; SANCHES, L. A.; DOS SANTOS-ARAUJO, S. N.; DE LIMA, T. O.; LINO, A. A.; FERREIRA, E. M. Effect of sward height on the fermentability coefficient and chemical composition of Guinea grass silage. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 73, n. 3, p.588-598, 2018.

UDDIN, M. D.; KITA, J. HIRAOKA, H.; KONDO, M.; KARITA, S.; GOTO, M. Effect of brewer's by-product on the fermentation quality of ensiled total mixed ration. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 3/4, n. 7, p. 804-810, 2009.

VASCONCELOS, W. A. Valor nutritivo de silagens de capim mombaça (P. maximum Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 4, p. 874-884, 2009.

WANG, F.; NISHINO, N. Ensiling of soybean curd residue and wet brewers grains with or without other feeds as a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 91, n. 6, p. 2380-2387, 2008.

WEIß, K.; KALZENDORF, C.; ZITTLAU, J.; AUERBACH, H. Novel results on the occurrence of volatile compounds in maize silages. *In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE PROCEEDINGS*, 15., 2009, Madison. **Proceedings** [of the...] Madison: [s.n.t.], 2009.

WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; MIRON, D.; RAVIV, Y.; NAHIM, E.; BLOCH, A.; YOSEFC, E.; NIKBAHATC, M.; MIRONC. J. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film – a commercial scale experiment. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 164, n. 1/2, p. 125–129, 2011.

XU, C.; CAI, Y.; ZHANG, J. and MATSUYAMA, H. Feeding value of total mixed ration silage with spent mushroom substrate. **Animal Science Journal**, Faisalabad, v. 81, p. 194-198, 2010.

XU, C.C.; CAI, Y.; ZHANG, J.G. and OGAWA, M. Fermentation quality and nutritive value of a total mixed ration silage containing coffee grounds at ten or twenty percent of dry matter. **Animal Science Journal**, Faisalabad, v. 85, p. 1024-1029, 2014.

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

ZIGUER, E. A. *et al.* Resultados econômicos da produção de cordeiros em confinamento utilizando na dieta casca de soja associada a quatro fontes de nitrogênio não-proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 9, p. 2058-2065, 2011.