UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA/FEIS – CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

VIVIANI DOBRI DA SILVA

VALOR NUTRITIVO E PERFIL FERMENTATIVO DE SILAGEM DE RAÇÃO TOTAL PARA VACAS EM LACTAÇÃO

Ilha Solteira

2024

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL

VIVIANI DOBRI DA SILVA

TÍTULO: VALOR NUTRITIVO E PERFIL FERMENTATIVO DE SILAGEM DE RAÇÃO TOTAL PARA VACAS EM LACTAÇÃO

Trabalho de dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Coelho de Araújo.

Ilha Solteira

2024

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

S586v

Silva, Viviani Dobri da.
Valor nutritivo e perfil fermentativo de silagem de ração total para vacas em lactação / Viviani Dobri da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2024
41 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Produção Animal, 2024

Orientador: Leandro Coelho de Araújo
Inclui bibliografia

1. Capacidade de fermentação. 2. Capim-mombaça. 3. Ensilagem. 4. Conservação de forragens.

Elaborada por Raiane da Silva Santos - CRB-8/9999

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: VALOR NUTRITIVO E PERFIL FERMENTATIVO DE SILAGEM DE RAÇÃO TOTAL PARA VACAS EM LACTAÇÃO

AUTORA: VIVIANI DOBRI DA SILVA

ORIENTADOR: LEANDRO COELHO DE ARAUJO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências , pela Comissão Examinadora:

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

Prof. Dr. DANIEL MONTANHER POLIZEL (Participaçao Virtual)
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Profa. Dra. RHAÍSSA GARCIA DE ASSIS (Participaçao Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG

Ilha Solteira, 29 de agosto de 2024

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Viviani Dobri da Silva nasceu em 01 de junho de 1987, na cidade de Andradina, estado de São Paulo. Concluiu sua graduação em Agronomia pelas Faculdades Integradas Stella Maris de Andradina em 2018. Durante o curso, foi bolsista do Programa de Iniciação Científica do Instituto Florestal (PIBIC/CPNq/IF), onde desenvolveu o projeto intitulado "Variação genética e desempenho de progênies de Pinus tropicais em sistema agrícola" nos anos de 2017 e 2018. Após sua graduação, iniciou sua carreira como empreendedora, especializando-se em Crédito Rural e Projetos Agropecuários desde 2019. Em 2022, 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 modalidade de mestrado. Seu trabalho de pesquisa está focado na linha de produção, manejo e conservação de alimentos, gestão e sustentabilidade, com o projeto intitulado "Valor Nutritivo e Perfil Fermentativo de Silagem de Ração Total para Vacas em Lactação", sob orientação do Prof. Dr. Leandro Coelho de Araújo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Vera Lucia e Juares, que são meus exemplos de honestidade, perseverança e garra.

A minha avó, por sempre acreditar em mim, por ser meu exemplo de pessoa e caráter, sempre alegre e dedicada a família.

A minha companheira de vida, Beatris, sempre me ajudando, me incentivando e me apoiando.

Ao meu orientador, por toda paciência, calma, carinho e profissionalismo durantes todos esses anos de estudo.

Aos meus colegas do Núcleo de Estudos em Forrageiras Tropicais (NEFORT), por toda ajuda e empenho para a realização das atividades desse trabalho.

Aos técnicos do laboratório, pela dedicação e paciência ao desenvolver as análises laboratoriais.

E a Deus, por sua infinita misericórdia, cuja graça sustenta cada jornada da minha vida com amor incondicional e infinita sabedoria.

RESUMO

A silagem de ração total (SRT) é um método inovador na alimentação de vacas em lactação, caracterizando-se pela ensilagem combinada de volumosos e concentrados em um único processo, essa mistura fermentada resulta em uma ração completa e balanceada, pronta para ser oferecida às vacas, substituindo as silagens convencionais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o processo de produção e a utilização da SRT contendo capim-Mombaça + concentrados (ensilados juntos), em substituição a silagem de capim-Mombaça + polpa cítrica. Foram conduzidos dois experimentos independentes, o delineamento experimental foi inteiramente casualizados com 4 repetições, correspondendo a estratégia de misturas do volumoso com o concentrado, representado pela silagem de ração total (SRT), e a silagem de capim-Mombaça + polpa cítrica, quando os mesmos alcançaram 70 e 130 cm de altura em relação ao solo com período de armazenamento correspondente a 90 dias. A composição das misturas foi formulada para atender as exigências de vacas em lactação com produção média de 15 L de leite, sendo isonitrogenadas (17,8% PB) e com 50% da MS na forma de volumoso (capim). Os tratamentos correspondem a SRT70: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); SRT130: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos) e silagem de capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura ensilado com 13,7% de polpa cítrica na MS, e silagem de capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura ensilado com 13,7% de polpa cítrica na MS. Foram avaliadas nas silagens as perdas de MS, o pH e N-NH_3, PB, FDN, FDA, lignina, DIVMO, DIVMSO e capacidade de fermentação. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente ao acaso usando o procedimento “MIXED” do SAS (1999), dados considerados normais (Shapiro-wilk) e a homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett das análises das dietas experimentais. Foram realizadas análises de variância para observação do efeito de significância $p \leq 0,05$. Foram analisados como parâmetro de dispersão o erro padrão e coeficiente de variação (CV). O tratamento de SRT a 70 cm apresentou melhores resultados em FDN e FDA com a diminuição da concentração de compostos fibrosos e aumento da taxa de DIVMS e DIVMSO dessa silagem, além de apresentar resultado de pH menor entre os dois tratamentos.

Palavras-chave: capacidade de fermentação; capim-mombaça; ensilagem; conservação de forragens.

ABSTRACT

Total ration silage (SRT) is an innovative method for feeding lactating cows, characterized by the combined ensiling of roughage and concentrates in a single process. This fermented mixture results in a complete and balanced ration, ready to be offered to cows, replacing conventional silage. The objective of the present work was to evaluate the production process and use of SRT containing Mombaça grass + concentrates (silates together), replacing Mombaça grass silage + citrus pulp. Two independent experiments were conducted, the experimental design was completely randomized with 4 replications, corresponding to the strategy of mixing roughage with concentrate, represented by total feed silage (SRT), and Mombaça grass silage + citrus pulp, when the they reached 70 and 130 cm in height in relation to the ground with a storage period corresponding to 90 days. The composition of the mixtures was formulated to meet the requirements of lactating cows with an average production of 15 L of milk, being isonitrogenous (17.8% CP) and with 50% of DM in the form of roughage (grass). The treatments correspond to SRT70: total feed silage composed of Mombaça grass harvested at a height of 70 cm and 50% concentrate (silage together); SRT130: total feed silage composed of Mombaça grass harvested at a height of 130 cm and 50% concentrate (silage together) and Mombaça grass silage harvested at a height of 70 cm ensiled with 13.7% citrus pulp in DM, and Mombaça grass silage harvested at a height of 130 cm ensiled with 13.7% citrus pulp in DM. The losses of DM, pH and N-NH3, CP, NDF, FDA, lignin, DIVMO, DIVMSO and fermentation capacity were evaluated in the silages. The data were analyzed in a completely randomized design using the “MIXED” procedure from SAS (1999), data considered normal (Shapiro-Wilk) and homogeneity of variance using the Bartlett test for the analysis of experimental diets. Analysis of variance was performed to observe the significance effect $p \leq 0.05$. The standard error and coefficient of variation (CV) were analyzed as dispersion parameters. The SRT treatment at 70 cm showed better results in NDF and ADF with a decrease in the concentration of fibrous compounds and an increase in the DIVMS and DIVMSO rate of this silage, in addition to presenting a lower pH result between the two treatments.

Keywords: fermentation capacity; mombaça grass; silage; forage conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Área experimental cultivada com capim-Mombaça e medição das alturas das plantas ao longo do período de rebrotação..... 25
Figura 2 Colheita do capim-Mombaça e altura do resíduo pós-desfolha. 26
Figura 3 Capim-Mombaça picado e separado..... 27
Figura 4 Ingredientes pesados e separados posteriormente em suas respectivas unidades experimentais e prensa hidráulica..... 28
Figura 5 Amostras na estufa de ventilação forçada..... 29
Figura 6 Abertura dos tratamentos de SRT e silagem..... 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Proporção dos Ingredientes (% da MS)..... 22

Tabela 2 Composição químico-bromatológica dos ingredientes concentrados utilizados na mistura para o preparo das silagens de SRT e silagem + polpa cítrica e do capim-Mombaça nas diferentes alturas (% da MS)..... 23

Tabela 3 Valores nutricionais e composição bromatológica dos tratamentos antes da ensilagem..... 24

Tabela 4 Composição químico-bromatologica dos tratamentos com silagem de ração total (SRT) contendo capim-Mombaça colhido a 70 e 130 cm de altura..... 32

Tabela 5 Composição químico-bromatológica dos tratamentos com silagem de capim-Mombaça + polpa cítrica colhido a 70 e 130 cm de altura..... 33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Ácido lático
BAL	Bactérias Produtoras de Ácido Lático
CHO	Carboidratos não estruturantes
CHO	Carboidratos Totais
CV	Coeficiente de Variação
DIVMS	Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca
DIVMSO	Digestibilidade In Vitro da Matéria Orgânica
EE	Extrato etéreo
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
LIG	Lignina
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria seca
NH3	Nitrogênio amoniacal.
NRC	National Research Council (Conselho Nacional de Pesquisa)
PB	Proteína Bruta
PH	Potencial Hidrogeniônico
PPM	Partes por milhão
PT	Poder Tampão
RT	Ração Total
SRT	Silagem da Ração Total

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

2 REVISÃO DE LITERATURA 14

2.1 Produção de Forrageiras e a ensilagem 14

3 OBJETIVO GERAL 20

3.1 Objetivos específicos 20

4 MATERIAL E MÉTODOS 21

4.1 Local e parcelas experimentais 21

4.2 Preparo e acompanhamento do desenvolvimento da pastagem 24

4.3 Confecção, enchimento e abertura dos silos experimentais 25

4.4 Coleta de amostras 28

4.5 Abertura dos tratamentos 29

4.6 Análises laboratoriais 31

4.7 Análise estatística 31

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 32

6 CONCLUSÃO 38

REFERÊNCIAS 39

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário global como um importante produtor pecuário, em grande parte devido ao aproveitamento eficaz das gramíneas tropicais. Essas plantas possuem uma capacidade notável de acumular biomassa durante a estação chuvosa e, quando manejadas de maneira adequada, podem oferecer características estruturais e nutricionais que favorecem um desempenho animal de alta qualidade (Silva; Nascimento Júnior, 2007).

Várias espécies de gramíneas tropicais são utilizadas em formações de pastagens no Brasil, e dentre elas, o capim-Mombaça é amplamente utilizada na criação de bovinos. A espécie gramínea *Panicum maximum (sin. Megathyrsus maximu*s) apresenta um dos maiores potenciais conhecidos de produção de matéria seca (MS) em ambientes subtropicais e tropicais (Galindo *et al*., 2018). Essa cultivar apresenta hábito de crescimento cespitoso com aproximadamente 1,65 m de altura. Suas folhas são longas, quebradiças, sem serosidade e com largura média de 3 cm. As lâminas foliares, principalmente na face superior, apresentam poucos pêlos curtos e duros. As bainhas são glabras, os colmos são levemente arroxeados e a inflorescência do tipo panícula longa com ramificações secundárias longas apenas na base, a cultivar Mombaça produz aproximadamente 33 toneladas de massa seca foliar/ha/ano com cerca de 13,4% de proteína (Augusto *et al*., 2018).

Uma das grandes vantagens de se cultivar essa espécie de capim, é que ela apresenta alta qualidade de forragem, tem boa facilidade de estabelecimento, ótima aceitabilidade pelos animais, excelente capacidade de emissão de perfilhos vigorosos e apresenta tolerância à seca. Outro aspecto importante, apresentado pelo autor é que além de ser uma planta resistente às cigarrinhas-das-pastagens dos gêneros *Notozulia* e *Deois*, o capim-Mombaça pode ser muito utilizado para a produção de silagem, por apresentar alta produção de forragem (Miranda *et al.,* 2016).

É essencial fornecer alimentos aos animais nas quantidades apropriadas e em combinações que garantam um equilíbrio nutricional adequado. Considerando os diversos benefícios na utilização eficiente dos alimentos e no desempenho animal, a ração total tem sido amplamente empregada na dieta de ruminantes, tanto para

aqueles em confinamento destinados à produção de carne quanto para os destinados à produção de leite (Ziguer *et al*., 2011; Teixeira *et al*., 2013).

Comparar a mistura dos ingredientes na formulação da ração total (RT) com o fornecimento separado de volumosos e concentrados revela uma vantagem significativa: a redução notável dos distúrbios metabólicos nutricionais (Arrigoni *et al*., 2013). No entanto, a RT é composta por alimentos que são altamente suscetíveis à deterioração rápida em ambientes aeróbicos, devido ao seu alto teor de nutrientes disponíveis. Isso exige que a ração seja processada próximo ao momento de uso, frequentemente exigindo misturas diárias. Esse requisito pode limitar a adoção da RT em propriedades que não dispõem de mão de obra e equipamentos adequados para seu preparo e fornecimento (Nishino *et al*., 2004; Yuan *et al*., 2015).

Por outro lado, a silagem da ração total (SRT), obtida através do processo de ensilagem da ração completa, pode ser armazenada em silos de maneira semelhante à silagem convencional de volumosos. Isso resulta em economia de tempo no preparo diário da alimentação do rebanho e, em certas regiões, facilita o transporte em longas distâncias por fornecedores contratados, como é prática comum em outros países (Kondo *et al*., 2015). Vários estudos reportaram que a SRT é estável após a abertura do silo, mesmo em temperaturas elevadas (Nishino *et al*., 2004; Wang; Nishino, 2008), proporcionando estabilidade da mistura mesmo em climas quentes (Kondo *et al*., 2015).

É importante destacar que na ensilagem da ração total o elevado teor de MS não será um problema na compactação, uma vez que são disponíveis no mercado embutidoras de silagem que proporcionam elevada compactação e que podem preparar silos de 20 kg a várias toneladas como os tipos-fardo e bags, respectivamente. Além disso, o tamanho das partículas do concentrado é muito reduzido facilitando a acomodação do material (Sakai *et al*., 2015).

Efeitos positivos foram observados nas características químico-bromatológicas e no perfil de fermentação ruminal (Nishino *et al*., 2004; Wang; Nishino, 2008; Uddin *et al*., 2009; Xu *et al*., 2010; Xu *et al*. 2014; Weinberg *et al*., 2011; Kondo *et al*., 2015) dando suporte para bons desempenhos.

No Brasil, a adoção da produção de SRT poderia ser vantajosa, tanto pelo que foi destacado anteriormente como 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).

Em estudos que quantificaram as variações dos componentes fibrosos, proteína bruta e digestibilidade da MS em diferentes alturas do dossel de capins tropicais, os resultados foram consistentes na indicação do aumento significativo das fibras em detergente neutro e ácido e redução da proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da MS devido os incrementos na altura do dossel, podendo chegar a 100% de variações (Cano *et al*., 2004; Carloto *et al*., 2011).

Desta forma, a ensilagem do capim tropical jovem com elevado teor de nutrientes e digestibilidade da matéria orgânica, condicionaria a um melhor desempenho de animais confinados por proporcionar maior digestibilidade da matéria orgânica e maior ingestão de MS e consequentemente de nutrientes, além de menor custo com o preparo da ração pela redução nas proporções dos concentrados (Evangelista *et al*., 2004).

O objetivo desse trabalho foi avaliar e comparar a utilização da SRT contendo capim-Mombaça em substituição a silagem + polpa cítrica sobre composição químico-bromatológica e pH das silagens com abertura dos silos em 90 dias e também nas diferentes estratégias de altura do corte do capim-Mombaça a 70 e 130 cm.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de Forrageiras e a ensilagem

A adoção de práticas como a suplementação de ruminantes no inverno com volumosos conservados, tem sido uma alternativa viável em fazendas comerciais como forma de manter as taxas de lotação animal, iguais ou próximas daquelas alcançadas durante a estação chuvosa. A produção de silagem de capins surgiu então como uma destas estratégias de alimentação, aproveitando de forma programada a massa de forragem abundante durante o período chuvoso do ano que na maioria das situações não é totalmente consumida pelos animais em pastejo, resultando em perdas de MS e problemas 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).

No entanto, as gramíneas forrageiras tropicais têm limitações nos teores de matéria seca e carboidratos solúveis, essenciais para um processo fermentativo eficiente que reduz as perdas de matéria seca e garante um elevado valor alimentício. (Macêdo *et al*.,2019). Devido a essas restrições, vários experimentos foram conduzidos com o intuito de identificar alternativas para produzir silagens de capins de forma a manter o valor nutritivo próximo daquele observado na massa *in natura*, avaliando-se principalmente a melhor idade de colheita para cada espécie forrageira e o efeito proporcionado por aditivos bacterianos e absorvedores de umidade (Bergamaschine *et al*., 2006; Bernardes *et al*., 2008; Avila *et al*., 2009; Ferrari Júnior *et al*., 2009; Vasconcelos *et al*. 2009).

Os aditivos normalmente se traduzem em melhoria no perfil fermentativo da silagem, assim para que se tenha sucesso ao ensilar forrageiras tropicais o uso de aditivos com capacidade de absorver umidade e fornecer carboidratos solúveis são fundamentais (Vilela, 1998). Dentro dessa categoria de aditivo a polpa de citros tem se mostrado viável na ensilagem de forrageiras com alto teor de umidade devido ao

seu alto poder absorvente, favorecendo também a preservação de nutrientes que seriam perdidos pelo efluente ou pela própria fermentação indesejável no silo. De forma geral, a adição de 5 a 10% de polpa cítrica seca e peletizada, com base na matéria natural, tem proporcionado redução na produção total de efluentes, perdas totais de MS e redução do pH das silagens dos capins Marandu, Tanzânia e Elefante (Bernardes *et al*., 2005; Rodrigues *et al*., 2005; Bergamaschine *et al*., 2006; Coan *et al*., 2007).

No que se referem as pesquisas avaliando a melhor idade de corte para ensilagem, os estudos basearam-se somente quanto ao número de dias de rebrotação, manejo amplamente difundido para sistemas de pastejo rotacionado antes da introdução dos conceitos de ecofisiologia de plantas forrageira. De forma geral, esses estudos apontaram que a época de corte para ensilar as principais forrageiras tropicais deveria ser entre 50 e 65 dias de rebrotação, uma vez que o acréscimo em MS contribuiria para elevação da capacidade de fermentação (Mari, 2003; Santos *et al*. 2008; Vasconcelos *et al*., 2009; Avila *et al*., 2009).

No entanto, a interpretação desses resultados deve ser cautelosa, pois sua aplicação está restrita às condições onde os experimentos foram desenvolvidos, uma vez que cada experimento apresentou particularidades quanto a fertilidade do solo, adubação nitrogenada, suplemento hídrico, estação do ano e manejo, podendo ocorrer variações nos números de dias de rebrotação, conforme houverem variações naqueles fatores, uma vez que eles determinam o ritmo de crescimento da pastagem e consequentemente das características morfo-fisiológicas e químico-bromatológicas (Silva; Nascimento Júnior, 2007). Assim, um parâmetro que possa proporcionar um padrão na capacidade de fermentação deveria ser utilizado em substituição aos dias fixos, como a adoção da altura de plantas, semelhante ao que já é utilizado com sucesso 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 capim-Mombaça, justamente por essa variável ser de fácil mensuração e apresentar alta

correlação com a estrutura da pastagem (Silva; Nascimento Júnior, 2007) e possivelmente também com as características essenciais para uma boa capacidade de fermentação.

Os resultados apontaram que 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 (15,81 a 25,05%) e redução no poder tampão (18,02 a 30,00 g de ácido lático kg^{-1} MS), sendo a altura de 130 cm a mais indicada para ensilagem do capim-Mombaça (Tomaz *et al*., 2018).

Considerando que o poder tampão (PT) está associado à disponibilidade de nitrogênio na forragem, a redução do PT observada pelos autores naquele trabalho, como sendo positiva para fermentação, será inevitavelmente a consequência da redução nos teores de proteína bruta (PB) da silagem (Tomaz *et al*., 2018) e que 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, 1981).

Desta forma, é importante que os estudos avaliando a capacidade de fermentação e o valor alimentício de silagens convirjam 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).

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; Xu *et al*., 2014; 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 lático e acético (% MS) e N-amoniacal (% 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).

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.

Tão importante quanto avaliar a composição química e o perfil fermentativo da SRT é a comparação antes e depois da ensilagem, para melhor entendimento da dinâmica ocorrida nas alterações destes parâmetros. Com essa finalidade Kondo *et al*. (2015) reportaram recentemente importantes alterações nos compostos nitrogenados e açucares 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 à degradação da PB a peptídeos, aminoácidos e NH_3 sendo as possíveis causas para essa degradação no processo de ensilagem seriam a ação das proteases ou a fermentação por *Clostridium* que pode realizar proteólise. No entanto, os autores relataram que essas duas possibilidades deveriam ser baixas no experimento que conduziram uma vez que a atividade das proteases em grãos é diminuída devido a maturação e a ausência de ácido butírico na silagem indicaria a ausência significativa da fermentação por *Clostridium*.

Cao *et al*. (2010) relataram que o número de enterobactérias é consistentemente 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) destacam que as bactérias produtoras de ácido lático (BAL) podem ter predominado nas SRT devido aos elevados teores de ácido lático (10,9%) e baixo pH (4,2) observados.

Uma vez que as BAL são teoricamente não proteolíticas (Mcdonald, 1981), a contribuição destas para a proteólise das SRT no experimento que conduziram 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 poderiam ter proporcionado algum efeito na degradação da proteína das SRT, o que deveria ser mais bem investigado em SRT.

Apesar dos estudos com SRT terem focado principalmente o perfil químico, bromatológico e fermentativo da silagem, resultados de pesquisa avaliando o desempenho animal têm apresentado resultados promissores quanto a adoção da SRT. No Nepal, os as pesquisas indicaram potencial de uso da SRT contendo resíduo cervejeiro na alimentação de Búfalas em lactação. Os pesquisadores compararam dietas isoproteicas (18% PB) contendo apenas SRT ou concentrado + palha de plantas de arroz e observaram aumentos de 21% na produção de leite pelos animais alimentados com SRT, quando comparados àqueles que receberam concentrado + palha de plantas de arroz (Sakai *et al*., 2015). Em adição, os autores destacaram que as características fermentativas da SRT como pH e N-amoniacal (% do N total) apresentaram ambos os valores de 4,0, que são aceitáveis para silagem de boa qualidade (Mcdonald, 1981). Porém, os estudos avaliando o desempenho de ruminantes recebendo SRT como fonte exclusiva da matéria seca ainda são limitados e devem ser mais bem avaliados.

Com base no exposto, a adoção da SRT substituiria a tradicional silagem + polpa cítrica, além de solucionar o problema da alta umidade em capins tropicais colhidos jovens para ensilagem, devido à ação absorvente do concentrado exercer papel semelhante ao que ocorre com a polpa cítrica, como também proporcionaria uma dieta com formulação adequada, uma vez que a formulação acaba sendo um gargalo em pequenas e médias propriedades.

Portanto, as hipóteses para esse trabalho é que as silagens de SRT apresenta melhor valor nutricional e fermentação quando comparado a silagem de capim-Mombaça + polpa cítrica.

3 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse trabalho foi avaliar o processo de produção e a utilização da SRT contendo capim Mombaça em substituição a silagem de capim-Mombaça colhido em diferentes alturas do dossel + polpa cítrica sobre a composição bromatologica e pH das silagens.

3.1 Objetivos específicos

- Quantificar o pH, N-amoniacal e ácido lático nas silagens.
- Analisar a bromatologia e a digestibilidade in vitro da matéria seca e orgânica nas silagens.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e parcelas experimentais

O experimento foi conduzido na UNESP, Campus de Ilha Solteira-SP e na fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão do Setor de Produção Animal (FEPE), UNESP – Campus de Ilha Solteira - SP, localizada no município de Selviria-MS. A FEPE tem a localização aproximada entre as coordenadas geográficas de latitude 20º20’28,5”S e longitude 51º24’16,0”W, a uma altitude média de 348 m, o solo é classificado como argissolo com textura arenosa (Embrapa, 2013). O tipo de clima é Aw segundo o sistema Koppen, que é caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e estação seca no inverno. Foi utilizado o laboratório de Bromatologia do Campus para realização das devidas análises. Foram conduzidos dois experimentos independentes, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 4 repetições, correspondendo a estratégia de mistura do volumoso com o concentrado representado pela silagem de ração total (SRT), e a silagem de capim-Mombaça + polpa cítrica, quando os mesmos alcançaram 70 e 130 cm de altura em relação ao solo com período de armazenamento correspondente a 90 dias.

A composição dos tratamentos foi formulada conforme recomendações do NRC Gado de leite (2001) para atender as exigências de vacas Holandesas em lactação, com produção média diária de 15 L de leite, 3,5% de gordura, peso vivo médio de 600 kg e gestantes de 160 dias. Todas as dietas são isonitrogenados (17,8% PB) e apresentam 50% da MS na forma de volumoso (capim-Mombaça). A composição média do capim-Mombaça das respectivas alturas foi baseada nos trabalhos de Tomaz *et al*., 2018.

Desta forma, compõem os tratamentos: SRT70: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); SRT130: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); Silagem70: silagem composta pela mistura do capim-Mombaça colhido a 70 cm + 13,7% de polpa cítrica na MS (ensilados juntos); Silagem130: silagem composta pela mistura do

capim-Mombaça colhido a 130 cm + 13,7% de polpa cítrica na MS (ensilados juntos). Na tabela 1 estão apresentadas a composição química dos tratamentos e as proporções dos ingredientes utilizados para a composição das dietas experimentais.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes (% da MS)

	Tratamentos[1]			
Ingredientes				
Silagem	SRT70	SRT130	Silagem70	Silagem130
Capim Mombaça	50,0	50,0	50,0	50,0
Polpa cítrica	-	-	13,7	13,7
Concentrado				
Polpa cítrica	13,7	13,7	-	-
Farelo de soja	11,5	25,0	-	-
Milho moído	22,8	9,3	-	-
Mistura mineral[2]	2,0	2,0	-	-

Nota: [1]SRT70: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); SRT130: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); Silagem70: silagem composta pela mistura do capim-Mombaça colhido a 70 cm + 13,7% de polpa cítrica na MS (ensilados juntos); Silagem130: silagem composta pela mistura do capim-Mombaça colhido a 130 cm + 13,7% de polpa cítrica na MS (ensilados juntos).
[2]Composição[1]: 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 da própria autora.

Está demonstrado na tabela 2 a composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados para a composição das dietas experimentais do capim-Mombaça a 70 e 130 cm de altura e dos ingredientes concentrados utilizados na mistura para o preparo dos tratamentos de silagem de ração total (SRT) e da silagem de capim + polpa cítrica.

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes concentrados utilizados na mistura para o preparo das silagens de SRT e silagem + polpa cítrica e do capim-Mombaça nas diferentes alturas (% da MS)

Composição Química (% MS)[1]	**Ingredientes**				
	Farelo de Milho	Farelo de Soja	Polpa Cítrica	Capim 70 cm	Capim 130 cm
MSO	85,07	83,78	82,22	14,83	18,98
MM	1,42	7,37	6,21	10,66	9,48
EE	4,4	1,19	1,84	2,78	2,34
PB	8,54	52,41	7,5	13,63	10,31
FDN	9,03	12,55	21,94	70,29	70,09
FDA	2,84	6,86	17,9	48,12	49,38
HEM	6,19	5,69	4,04	22,17	20,71
CEL	2,12	6,35	15,37	38,20	39,46
LIG	0,36	0,25	2,11	7,21	7,48

Nota: MSO- Matéria seca original; MM-matéria mineral; EE- Extrato etéreo; PB- Proteína bruta; FDN- Fibra em detergente neutro; FDA- Fibra em detergente ácido; HEM- Hemicelulose; CEL- Celulose; LIG- Lignina. Fonte: Elaboração da própria autora.

Estão apresentados na tabela 3 os valores nutricionais dos capins, com alturas de 70 cm e 130 cm, respectivamente. Os dados são divididos em diferentes componentes nutricionais e seus percentuais em relação à MS, CNF, MM, EE, PB, FDN, FDA, LIG, DIVMS e DIVMSO, pH, ácido lático e nitrogênio amoniacal, ambas submetidas ao período de ensilagem de 90 dias.

Tabela 3 - Valores nutricionais e composição bromatológica dos tratamentos antes da ensilagem

	DIETAS[1]			
	Capim de 70 cm		Capim de 130 cm	
Valores[2]	SRT	Silagem70	SRT	Silagem130
MS (% MS)	23,35	16,55	29,16	19,45
CNF (% MS)	1,90	1,87	1,97	2,25
MM (% MS)	8,77	9,57	9,10	8,70
EE (% MS)	2,99	2,95	2,43	3,17
PB (% MS)	16,73	11,99	19,75	8,22
FDN (% MS)	39,29	58,12	43,50	45,61
FDA (% MS)	27,17	41,51	29,45	29,03
LIG (% MS)	3,07	5,31	3,64	3,78
DIVMS (% MS)	87,87	76,10	85,07	83,50
DIVMSO (% MS)	83,66	71,09	80,48	78,71
pH	4,19	4,49	4,36	3,95
Ácido Lático	0,36	0,22	0,26	0,58
N. Amoniacal	3,66	7,64	2,78	8,17

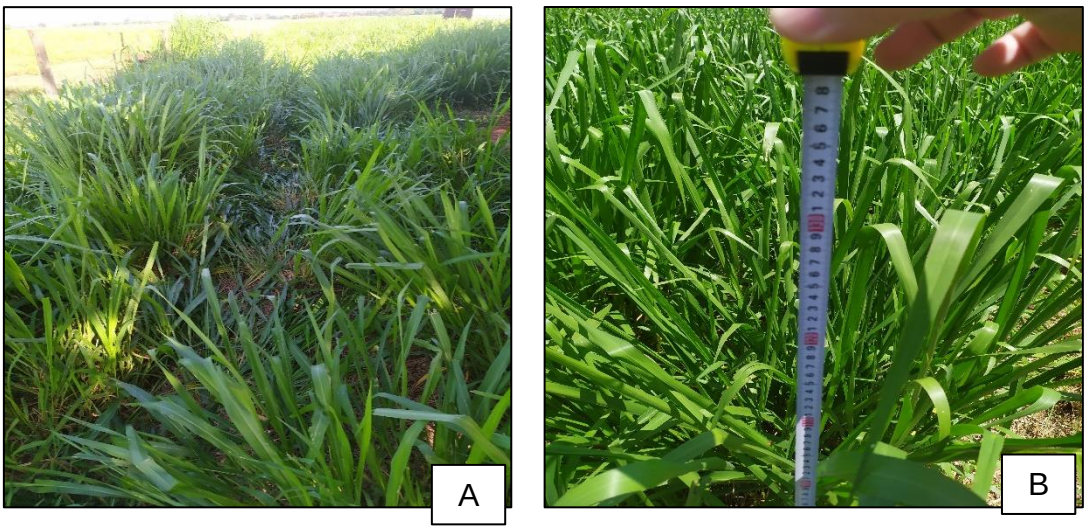
Nota: [1]SRT70: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); SRT130: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); Silagem70: silagem composta pela mistura do capim-Mombaça colhido a 70 cm + 13,7% de polpa cítrica na MS (ensilados juntos); Silagem130: silagem composta pela mistura do capim-Mombaça colhido a 130 cm + 13,7% de polpa cítrica na MS (ensilados juntos).
[2]MS: Matéria Seca, CNF: Carboidratos Não Fibrosos, MM: Matéria Mineral, EE: Extrato Etéreo, PB: Proteína Bruta, FDN: Fibra em Detergente Neutro, FDA: Fibra em Detergente Ácido, LIG: Lignina, DIVMS: Digestibilidade In Vitro da Matéria Seca, DIVMSO: Digestibilidade In Vitro da Matéria Orgânica.
Fonte: Elaboração da própria autora.

4.2 Preparo e acompanhamento do desenvolvimento da pastagem

Na área experimental (Figura 1), animais foram mantidos em pastagem até o mês de outubro, quando foram removidos. Posteriormente, a área foi submetida a roçagem e adubação, permanecendo isolada durante os meses de novembro, dezembro, janeiro e início de fevereiro para permitir o crescimento do capim. O desenvolvimento da forragem foi monitorado periodicamente (Figura 1), até que atingisse uma altura de 70 cm onde foi feito o corte do capim para a ensilagem correspondendo aos tratamentos denominados SRT70 e RT70, e posteriormente o

capim atingindo a altura de 130 cm, foi feito o corte para a ensilagem correspondendo aos tratamentos denominados SRT70 e SRT130 e silagem + polpa cítrica de 70 e 130 cm de altura.

Figura 1 - Área experimental cultivada com capim-Mombaça (A) e medição das alturas das plantas ao longo do período de rebrotação (B)



Fonte: Autora.

4.3 Confecção, enchimento e abertura dos silos experimentais

Os silos experimentais foram confeccionados em baldes de PVC alimentício com capacidade para 12 L. Para a recuperação do efluente foi colocado no fundo de cada silo experimental aproximadamente 2 kg de areia lavada 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 + silo) seguido do preenchimento, vedação com tampa para evitar a entrada de ar, registrando-se os pesos dos silos montados (areia seca + silo).

Os baldes foram separados e todos receberam as devidas marcações com os respectivos tratamentos e repetições.

O capim foi colhido em duas ocasiões distintas em uma pastagem já estabelecida (Figura 2). Em 13 de fevereiro, a colheita foi realizada quando o capim atingiu uma altura média de 70 cm, seguida pelo processo de ensilagem. Em 28 de fevereiro, o capim foi colhido novamente, desta vez com altura média de 130 cm, e o mesmo procedimento de ensilagem foi executado. Ambas as colheitas foram conduzidas utilizando uma plataforma colhedora de capim acoplada a uma ensiladora JF C120, ajustada para um resíduo de 0,20 m (Figura 2) e regulada para obter um tamanho médio de partículas de 2 cm.

Figura 2 – Colheita do capim Mombaça (A) e altura do resíduo pós-desfolha (B).



Fonte: Autora.

O capim picado foi colocado em um tambor cortado ao meio (figura 3), uma pequena porção desse capim foi separada em quatro saquinhos plásticos (média de cada saco 200g) e congelados para posterior análise laboratorial. Os ingredientes adicionais, como a polpa cítrica, milho moído, farelo de soja e mistura mineral foram também pesados individualmente por unidade experimental e reservados para futuramente serem misturados a silagem.

Para compor cada unidade experimental da SRT, o capim picado foi colocado dentro de um saco preto e pesado em proporção ideal de capim para cada tratamento

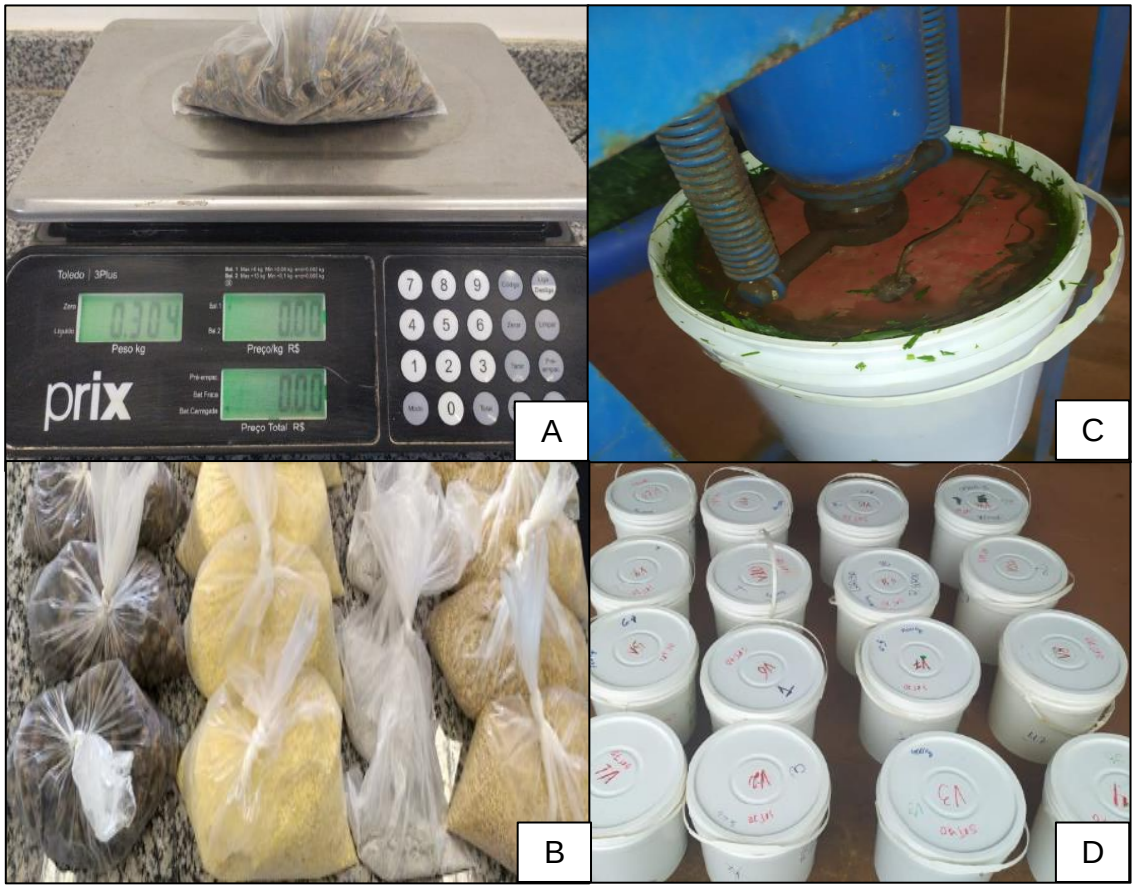
e suas respectivas alturas, após a pesagem, os ingredientes concentrados foram colocados dentro do saco junto com o capim e misturados manualmente até a mistura ficar homogênea, e em seguida essa massa foi colocada e compactada em silos experimentais de PVC (baldes). No tratamento de silagem + polpa cítrica, apenas o capim picado e a polpa cítrica foram pesados e ensilados juntos sem adição dos demais ingredientes concentrados. Todo o material foi prensado nos baldes utilizando uma prensa hidráulica de acionamento manual (Figura 4), garantindo uma densidade de 550 kg/m³. As unidades experimentais foram preparadas de forma intercalada.

Figura 3 - Capim Mombaça picado e separado



Fonte: Autora.

Figura 4 - Ingredientes pesados (A) e separados (B), prensa hidráulica utilizada para a compactação das silagens (C) e tratamentos organizados após a compactação e fechamento dos silos (D)



Fonte: Autora.

4.4 Coleta de amostras

Antes da compactação, foram coletadas amostras do capim Mombaça e de todos os ingredientes individuais de cada unidade experimental, levados a estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72 h (Figura 5) para realização da análise bromatológica e da capacidade de fermentação.

Figura 5 – Amostras na estufa de ventilação forçada



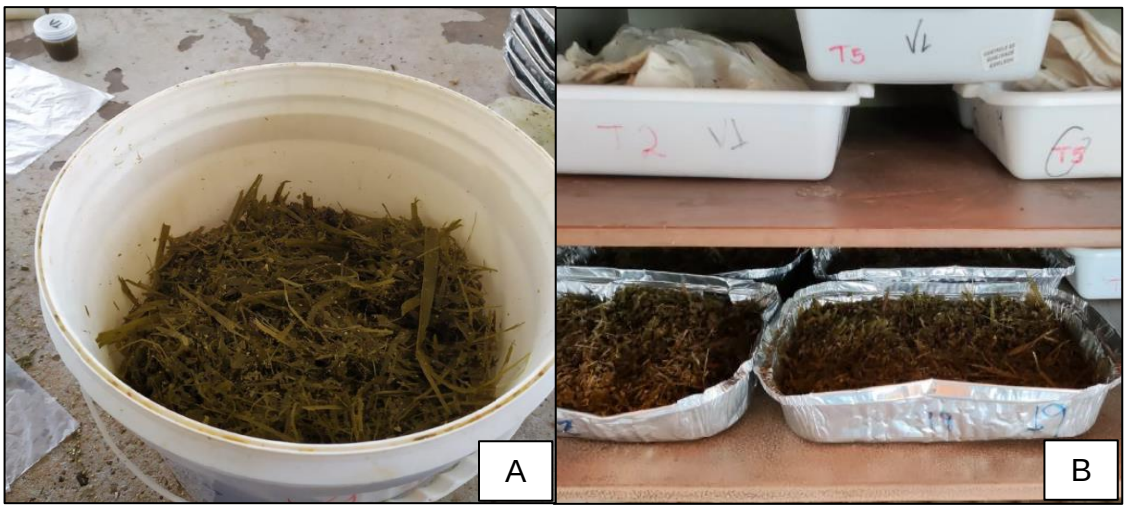
Fonte: Autora.

4.5 Abertura dos tratamentos

Os tratamentos SRT e silagem + polpa cítrica de 70 cm e 130 cm (Figura 6) foram submetidos à abertura após um período de vedação de 90 dias, conforme ilustrado na figura. As amostras foram coletadas, armazenadas e conduzidas ao laboratório para posterior análises.

Figura 6 - Abertura dos tratamentos de SRT e silagem + polpa cítrica de 70 e 130 cm de altura de capim (A) e coleta e armazenamento das amostras (B)





Fonte: Autora.

4.6 Análises laboratoriais

Utilizando uma prensa hidráulica acionada manualmente, foi coletado um suco da silagem para medição do pH utilizando um peagâmetro. Uma segunda amostra desse suco foi armazenada em frasco de vidro âmbar e congelada a -20°C para posterior análise de N-amoniacal (% do total de nitrogênio), conforme descrito pelo método da AOAC (1996).

Para análise bromatológica, uma amostra de cada ingrediente utilizado e de cada tratamento antes e após a ensilagem foi pesada, seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas (MS 1), e moída em moinho tipo Wiley a 1 mm para determinação de matéria seca a 105°C (MS 2), matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina conforme método sequencial de Robertson e Van Soest (1981). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a equação: CNF (%) = 100 – (%FDN + %PB + %EE + %MM).

A digestibilidade in vitro da matéria orgânica foi determinada segundo Tilley e Terry (1963), utilizando uma incubadora in vitro específica para testes de digestibilidade (Marconi, MA443/E).

4.7 Análise estatística

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente ao acaso usando o procedimento “MIXED” do SAS (1999), dados considerados normais (Shapiro-wilk) e a homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett das análises das dietas experimentais. Foram realizadas análises de variância para observação do efeito de significância $p \leq 0,05$. Foram analisados como parâmetro de dispersão o erro padrão e coeficiente de variação (CV).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características químico-bromatológicas são apresentadas na tabela 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4 - Composição químico-bromatologica dos tratamentos com silagem de ração total (SRT) contendo capim-Mombaça colhido a 70 e 130 cm de altura.

	Tratamentos[1]			
Item[4]	70 cm ± DP[2]	130 cm ± DP	CV (%)	P[3]
MS (%)	23,35 ± 0,68	27,83 ± 0,49	4,64	0,002
MM (% MS)	8,77 ± 0,31	9,39 ± 0,23	5,99	0,159
EE (% MS)	2,99 ± 0,08	2,55 ± 0,02	4,10	0,001
PB (% MS)	16,73 ± 0,35	19,23 ± 0,64	5,72	0,013
FDN (% MS)	39,30 ± 1,31	58,06 ± 1,33	5,42	0,001
FDA (% MS)	27,17 ± 0,85	43,17 ± 0,85	6,46	0,001
LIG (% MS)	3,07 ± 0,29	6,18 ± 0,03	8,99	0,002
DIVMS (% MS)	87,87 ± 0,51	74,22 ± 1,10	2,16	0,001
DIVMSO(%MS)	83,66 ± 0,55	68,73 ± 1,24	2,52	0,001
CNF (% MS)	1,90 ± 0,13	2,27 ± 0,32	23,64	0,313
pH (% MS)	4,19 ± 0,02	4,35 ± 0,02	1,02	0,001
AL (%MS)	0,36 ± 0,03	0,36 ± 0,06	25,10	0,939
N-NH3 (% MS)	3,66 ± 0,46	5,33 ± 0,35	18,12	0,027

[1]SRT70: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); SRT130: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos).
[2] DP: Desvio padrão.
[3]P-valor é considerado significativo quando menor ou igual 0,05;
[4]MS: Matéria seca; MM: matéria mineral; EE: Extrato etéreo; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; LIG: Lignina; DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca; DIVMO: Digestibilidade in vitro da matéria orgânica; CNF: Carboidratos não fibrosos; AL: Ácido lático; N-NH_3: Nitrogênio amoniacal. Fonte: Elaboração da própria autora.

Tabela 5: Composição químico-bromatológica dos tratamentos com silagem de capim-Mombaça + polpa cítrica colhido a 70 e 130 cm de altura.

	Tratamentos[1]			
Itens[4]	70 cm ± DP[2]	130 cm ± DP	CV (%)	P[3]
MS (%)	16,55 ± 0,37	19,46 ± 0,62	5,68	0,007
MM (% MS)	9,57 ± 0,33	8,70 ± 0,12	5,48	0,049
EE (% MS)	2,95 ± 0,21	3,17 ± 0,13	11,60	0,414
PB (% MS)	11,99 ± 0,91	8,22 ± 0,59	15,12	0,013
FDN (% MS)	58,13 ± 0,51	45,61 ± 1,56	4,48	0,002
FDA (% MS)	41,51 ± 0,16	29,03 ± 0,33	1,48	0,001
LIG (% MS)	5,32 ± 0,28	3,78 ± 0,05	8,90	0,002
DIVMS (% MS)	76,10 ± 0,71	83,50 ± 1,01	2,19	0,001
CNF (% MS)	1,87 ± 0,10	2,25 ± 0,12	10,94	0,054
pH (% MS)	4,49 ± 0,13	3,95 ± 0,02	4,31	0,006
AL (%MS)	0,22 ± 0,07	0,58 ± 0,06	31,50	0,006
$N\text{-}NH_3$ (% MS)	7,64 ± 0,55	8,17 ± 0,90	18,87	0,632

[1]SRT70: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 70 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos); SRT130: silagem de ração total composta por capim-Mombaça colhido a 130 cm de altura e 50% de concentrado (ensilados juntos).
[2] DP: Desvio padrão.
[3]P-valor é considerado significativo quando menor ou igual 0,05;
[4]MS: Matéria seca; MM: matéria mineral; EE: Extrato etéreo; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; LIG: Lignina; DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca; DIVMO: Digestibilidade in vitro da matéria orgânica; CNF: Carboidratos não fibrosos; AL: Ácido lático; $N\text{-}NH_3$: Nitrogênio amoniacal. Fonte: Elaboração da própria autora.

A tabela 4 apresenta as médias para as variáveis analisadas dos tratamentos de silagem de ração total (SRT) a altura de corte de 70 cm e 130 cm. Para MS, EE, PB, FDN, FDA, LIG, DIVMS, DIVMSO, pH e $N\text{-}NH_3$ houveram interações significativas entre as alturas, assim conforme tabela 5 para os tratamentos de silagem + polpa cítrica a 70 e 130 cm foram as variáveis MS, MM, PB, FDN, FDA, LIG, DIVMS, DIVMSO, pH e AL.

Para as variáveis MM (P≤0,159), CHO (P≤0,313) e AL (P≤0,939) (Tabela 4) EE (P≤0,414), CHO (0,054) e N-NH3 (0,632) (Tabela 5), não houve interação significativa entre as alturas para os tratamentos de silagem SRT e silagem + polpa cítrica.

O tratamento SRT130 apresentou maior teor de MS quando comparado com o tratamento SRT70 (P≤0,002) (Tabela 4), para o tratamento de silagem + polpa cítrica a 130 cm de altura a média de MS também foi maior comparado a silagem + polpa

cítrica a 70 cm (Tabela 5). O resultado de EE foi superior quando o capim foi ensilado a 70 cm de altura (P≤0,001), provavelmente em função do aspecto químico-bromatológica 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).

Esses resultados podem ser atribuídos, em parte, à presença de polpa cítrica em todas as silagens experimentais. A polpa cítrica atua como um eficaz absorvente de umidade, favorecendo a manutenção de fermentações desejáveis e reduzindo as perdas de MS na forma de efluente (Ribeiro *et al*., 2009). Adicionalmente, nos tratamentos SRT (Tabela 4), a inclusão de ingredientes concentrados com baixo teor de umidade contribuiu para a estabilidade dos valores de MS ao longo do processo de fermentação, na silagem + polpa cítrica (Tabela 5) a adição de polpa cítrica contribuiu para esta estabilidade.

Os teores de MS foram maiores nos tratamentos com o capim ensilado a 130 cm de altura em comparação com a silagem com o capim a 70 cm, numericamente na caracterização dos tratamentos (Tabela 3) e na abertura dos silos (Tabelas 4 e 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.

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 rebrota, 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.

Para o tratamento de SRT a maior média de pH (4,35) foi em SRT130 (Tabela 4), no tratamento da silagem + polpa cítrica a maior média de pH foi na altura de 70

cm (4,49), isso pode ter relação com a maior disponibilidade de PB (19,23) (Tabela 4) e PB (11,99) (Tabela 5) na sua composição. 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 ideias 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.

Maior valor de AL (0,58% da MS) foi observado no tratamento de silagem + polpa cítrica a 130 cm de altura (Tabela 5), isso pode estar ligado quanto à fase fermentativa, está se inicia com o estabelecimento da anaerobiose. O pH atinge valores de 3,8 a 5,0 devido à produção intensa de ácido lático pela ação e predominância de bactérias láticas. Em continuação à fase anterior, estabelece-se a fase de estabilidade, em que o pH da silagem baixa a valores de 3,8 a 4,2 (Oude Elferink *et al*., 1999).

Aumento da concentração de N-NH_3 (5,33% do total de nitrogênio) em SRT130 (Tabela 4) indica 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 lática. 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).

Para FDN e FDA maiores valores foram observados nos tratamentos SRT na altura de 130 cm (Tabela 4), essas frações foram afetadas pela altura de ensilagem do capim, 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. 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.

Para o tratamento de silagem + polpa cítrica (Tabela 5) menores resultados de FDN (45,61% da MS) e FDA (29,03% da MS) foram observados para a altura de 130 cm, assim como menor resultado na variável Lignina (3,78% da MS), os teores obtidos no presente experimento estão de acordo com os observados por Bergamaschine (2006) em tratamento no qual acrescentou 10% de polpa cítrica na ensilagem de capim-marandu observou teores de FDN diminuírem com a adição de polpa cítrica. Um dos problemas para a alimentação animal é a dificuldade de os animais consumirem volumoso suficiente para obterem maiores níveis de produção, este fato está relacionado com a qualidade da fibra, o alimento com alto teor de FDN resulta no aumento do tempo de digestão no rúmen-retículo tendo efeito negativo na alimentação do animal em função do efeito de enchimento ruminal (Martins, 1997).

Os teores da FDA têm relação com os teores de lignina dos alimentos, que determinam a digestibilidade da fibra, pois quanto menor o teor de FDA, menor será o teor de lignina, e consequentemente melhor a digestibilidade do alimento. Em trabalho realizado com os capins Marandu e Tanzânia, verificou que a adição de polpa cítrica promoveu redução nos teores de FDA nas silagens do capim Marandu. No entanto, a silagem do capim Tanzânia apresentou variação expressiva nos tratamentos utilizados (0, 5 e 10% de polpa cítrica) (COAN, 2005). Ferrari Júnior *et al*. (2009) igualmente verificaram tendência de redução nos teores de FDA de 45,4% (0% de polpa cítrica) para 41,9% (5% de polpa cítrica) e 40,5% (10% de polpa cítrica).

Para as variáveis DIVMS e DIVMO os valores maiores foram observados na silagem de capim a 70 cm de altura (SRT), resultado 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).

6 CONCLUSÃO

A SRT a 130 cm apresentou melhores resultados em MS e PB e menores resultados nas demais variáveis, em comparação a SRT a 70 cm que apresentou melhores resultados em FDN e FDA com a diminuição da concentração de compostos fibrosos e aumento da taxa de DIVMS e DIVMSO dessa silagem, além de apresentar resultado de pH menor entre os dois tratamentos.

A silagem de capim + polpa cítrica colhida na altura de 130 cm proporcionou uma maior concentração de AL e consequentemente o resultado de pH foi o menor entre os dois tratamentos.

A SRT a 70 cm tem apresentado bons resultados, sendo uma boa alternativa para garantir a segurança alimentar do rebanho na época da seca.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. M. B. de; ANDRADE, A. C.; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. de S.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, R. C.; OLIVEIRA, I. V. L. de. Produtividade do capim-Mombaça sob diferentes idades de rebrotação no norte do Piauí. **Nucleus**, Ituverava, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2019.

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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). **Official methods of analysis**. 16th ed.. Washington: AOAC, 1096.

AUGUSTO, M. C.; FACTORI, M. A.; SILVA, P. C. G.; GONÇALVES, D. M.; SCATULIN NETO, A.; MARATTI, C. H. Z.; TIRITAN, C. S. Produtividade de massa do capim-mombaça irrigado em função da adubação nitrogenada. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28., 2018, Goiânia, GO. **Anais** [...] Goiânia: PUC-GO, 2018.

AVILA, C.L.S. *et al*. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 5, 2009.

BANDEIRA, D. M. **Silagens de ração total à base de capim-tanzânia e subprodutos da agroindústria do babaçu**. Chapadinha: [*s. n*.], 2022.

BERGAMASCHINE, A.F. *et al*. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (B. brizantha cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, v. 4, p.1454-1462, 2006.

BERNARDES, T.F. *et al*. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola,** Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 214-220, 2005.

CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; SANTOS, G.T.; GALBEIRO, S., MARTINS, E.N. E MIRA, R.T. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1959-1968, 2004.

CAO, Y.; TAKAHASHI,T. HORIGUCHI, K.; YOSHIDA, N. AND CAI, Y. Methane emissions fromsheep 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 animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 1, p. 97-104, 2011.

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, MG, v. 36, n. 5, p.1502-1511, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). 2013. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa-CNPS, 2013.

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

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

FERRARI JUNIOR, E.A. *et al*. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (Pennisetum Hybridum CV. Paraíso). **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 185-194, 2009.

GALINDO, F. S.; BELONI, T.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; DUPAS, E.; ZIOLKOWSKI LUDKIEWICZ, M. G. Viabilidade técnica e econômica e qualidade nutricional da produção de silagem de capim-mombaça. **Revista de Ciências Agronomia**, v. 40, e36395, 2018.

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.

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, MG, v. 36, p. 101-119, 2007.

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

MACÊDO, J. C. R. *et al*. Potencialidades e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 13, n. 2, p. 320-337, abr.-jun. 2019.

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 em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de são Paulo - USP, Piracicaba, 2003.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, 1981. 207 p.

MIRANDA GOMIDE, Carlos Augusto de; PACIULLO, Domingos Sávio Campos; LEITE, José Luiz Bellini; RESENDE, Humberto. **Panicum maximum cvs**. Tanzânia e Mombaça para uso em pastejo: produção e custo. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2016. (Circular Técnico).

NISHINO, N.; WADA, H.; YOSHIDA, M. AND 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.

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

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. Silage fermentation process and their manipulation. *In*: FAO ELETRONIC CONFERENCE OF TROPICAL SILAGES, 30., 1999, Rome. **Proceedings** [...] Rome: FAO, 1999. p. 17-30.

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

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**, Vicosa, MG, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.

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.

ROBERTSON, J.B.; Van SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. *In*: JAMES, W. P. T. (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, MG, v. 34, n. 4, p. 1138-1145, 2005.

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

SANTOS, E. *ET AL*. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim elefante com níveis de jaca desidratada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** Salvador, v. 9, n.1, p. 71-80, 2008.

SAS Institute. **SAS Systems for Windows**. Version 8.2 ed. SAS Inst., Inc., Cary, NC. 1999.

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, MG, v. 36, p. 122-138, 2007.

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

SILVA SOBRINHO, A. G. **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter**. 1999. 54 f. Report (Post Doctorate Sheep Meat Production) - Massey University,1999.

SILVA, S. C. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, p. 121-138, 2007.

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, MG, v. 3, n. 1, p. 128-137, 2013.

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**, [*s. l.*], v. 18, p. 104–111,1963.

TOMAZ, P.K. ARAUJO, L.C.; SANCHES, L.A.; DOS SANTOS-ARAUJO, S.N.; DE LIMA, T.O.; LINO, A. DE 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. 1-11, 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 & Enviromenment**, [*s. l*.], 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 de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, p. 874-884, 2009.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais** [...] Botucatu: SBZ, 1998. p. 73-108.

WANG, F. and 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.

WEINBERG, Z.G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 53–68, 1996.

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, 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**, Richmond, v. 81, p. 194-198, 2010.

XU, C.C.; CAI, Y.; ZHANG, J.G.; 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**, Richmond, 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, MG, v. 40, n. 9, p. 2058-2065, 2011.