



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL NA AMAZÔNIA
CAMPUS DE PARAUAPEBAS**

TAMARA NAYANNE MATOS LUSTOSA

**CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DE
Panicum maximum cv. Mombaça**

**PARAUAPEBAS/PA
JULHO/2019**

TAMARA NAYANNE MATOS LUSTOSA

**CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DE
Panicum maximum cv. Mombaça**

Área de concentração: Zootecnia, para obtenção do
título de Mestre.

Orientador: Prof. *D.Sc* Rafael Mezzomo

Coorientação:

Prof.^a *D^a.Sc.* Kaliandra Souza Alves

Prof. *D.Sc.* Raylon Pereira Maciel

**PARAUPEBAS/PA
JULHO/2019**

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).
Biblioteca Universitária Campus de Parauapebas

Lustosa, Tamara Nyanne Matos

Caroço de açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) como aditivo na ensilagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça / Tamara Nyanne Matos Lustosa .- Parauapebas, 2019.

35 f.:il.

Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia.)
– Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, 2019.

Orientador: Prof Dr Rafael Mezzomo
Coorientadora: Profª Drª Kaliandra Souza Alves
Coorientador: Prof Dr Raylon Pereira Maciel

1.Ensilagem 2.Capim Mombaça 3.*Panicum maximum* cv. 4.Produção animal 5.Nutrição animal I.Mezzomo, Rafael (Orient.) II.Título

CDD 23.ed. - 636.0862

TAMARA NAYANNE MATOS LUSTOSA

CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) COMO NA ENSILAGEM DE *Panicum maximum* cv. Mombaça

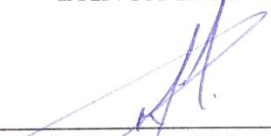
Dissertação de Mestrado apresentado à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Produção Animal na Amazônia, para obtenção do título de Mestre. Área de conhecimento: Zootecnia, área de concentração: Tecnologia na Produção Animal.

Orientador: Prof. *D.Sc* Rafael Mezzomo

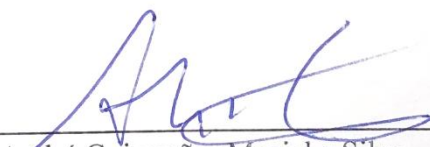
Coorientação: Prof^a. *D^a.Sc.* Kaliandra Souza Alves e Prof. *D.Sc.* Raylon Pereira Maciel

Aprovada em 29 de julho de 2019.

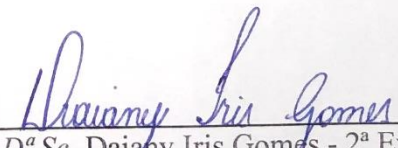
BANCA EXAMINADORA



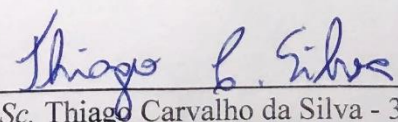
Prof. *D.Sc.* Rafael Mezzomo – Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Prof. *D.Sc.* André Guimarães Maciel e Silva - 1º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ



Prof. *D^a.Sc.* Daiany Iris Gomes - 2ª Examinadora
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA



Prof. *D.Sc.* Thiago Carvalho da Silva - 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

RESUMO

Capins tropicais colhidos no ponto de máxima produtividade sem comprometimento do valor nutritivo apresentam alta umidade, o que pode comprometer o processo de ensilagem. O uso de aditivo sequestrante de umidade pode ser uma alternativa. Objetivou-se avaliar o potencial do caroço de açaí como aditivo sequestrante de umidade na ensilagem de capim Mombaça, e o seu potencial de uso em dietas de ovinos. Foram realizados dois experimentos, sendo: Experimento 1 - Avaliação da inclusão do caroço de açaí como aditivo sequestrante na silagem de capim Mombaça e Experimento 2 - Ensaio metabólico em ovinos, com a utilização de silagem aditivada com caroço de açaí. Para o Experimento 1 foram confeccionados silos experimentais com capim Mombaça, adicionados de caroço de açaí nas proporções de 0, 50, 100, 150 e 200 g.kg⁻¹ com base na matéria natural, constituindo um delineamento inteiramente casualizado com 25 unidades experimentais. Os silos foram abertos após 80 dias da ensilagem, e as amostras de silagem foram analisadas quanto às perdas, composição química, frações nitrogenadas e pH. Para o Experimento 2 foram utilizados 5 ovinos machos castrados em um delineamento em quadrado latino 5x5 com 5 períodos e 5 tratamentos, alimentados com silagem de Mombaça com os mesmos níveis de inclusão de caroço de açaí como descrito no Experimento 1. A dieta dos ovinos foi composta por silagem como fonte de volumoso e concentrado, na proporção de 60:40. Os períodos experimentais foram de 19 dias, sendo 14 dias para adaptação e 5 dias de coletas, analisando-se consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio. Observou-se aumento linear (P<0,05) dos teores de matéria seca das silagens em função da inclusão do caroço de açaí, diminuição linear (P<0,05) para perdas por gases e por efluente em função da inclusão de caroço de açaí na silagem, demonstrando eficiência em sua utilização como aditivo sequestrante de umidade. Houve redução (P<0,05) nos teores de proteína bruta e nitrogênio amoniacal da silagem com a inclusão de caroço de açaí. Observou-se aumento linear (P<0,05) para os consumos de: matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro dos ovinos, a medida em que aumentou a inclusão de caroço de açaí na silagem. Houve diminuição (P<0,05) nos coeficientes de digestibilidade aparente com o aumento da inclusão do caroço de açaí. Entretanto, não houve efeito para consumo de energia digestível, consumo de nutrientes digestíveis totais e balanço de nitrogênio (P>0,05). O caroço de açaí é indicado como aditivo sequestrante de umidade na silagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça com adição de até 200 g.kg⁻¹ da MN, pois aumenta a recuperação de matéria seca do material ensilado, promove o aumento no consumo de matéria seca dos animais sem prejuízo na ingestão de energia digestível e na retenção de nitrogênio. O uso do caroço de açaí traz benefícios ao meio ambiente, por reduzir o descarte de resíduo da agroindústria e o impacto provocado devido a produção de efluente agrícola.

Palavras-chave: absorvente, consumo, digestibilidade, fermentação, subproduto.

ABSTRACT

Tropical grasses when reaped at the maximum productivity point, without compromising the nutritional value can present high humidity, and this can compromise the ensiling process. The use of moisture sequestrant additives may be an alternative. The objective of this study was to evaluate the potential of açai seed as a sequestrant moisture additive in Mombaça grass silage, as well as its potential for use in sheep diets. Two experiments were carried out: Experiment 1 - Evaluation of the inclusion of açai seed as a sequestrant additive in the silage of Mombaça grass, and Experiment 2- Metabolic assay using activated silage with açai seed. For the experiment 1 silos with Mombaça grass were constructed, adding açai seed in the proportions of 0, 50, 100, 150 and 200 g.kg⁻¹ based on natural matter, thus constituting a completely randomized design of 5 treatments with 25 experimental units. The silos were opened after 80 days of ensilage, and the silage samples were analyzed for losses, chemical composition, nitrogenous fractions and pH. For experiment 2, were used 5 castrated male sheep in a 5x5 Latin square design, with 5 periods and 5 treatments, fed with Mombaça silage plus the same levels of inclusion of açai seed described in Experiment 1. The diet of sheep was composed of silage (as a source of roughage) and concentrate in the proportion of 60:40. The experimental periods were in 19 days, considering 14 days for adaptation and 5 days of collection, analyzing consumption, digestibility and nitrogen balance. It was observed a linear increase (P <0.05) for the dry matter content of the silages due to the inclusion of the açai seed, a linear decrease (P <0.05) for gas and effluent losses with the addition of açai seed in silage, demonstrating efficiency in its use as a moisture sequestrant additive. There was a reduction (P <0.05) in the crude protein and ammoniacal nitrogen content of the silage with the inclusion of açai seed. There was a linear increase (P <0.05) for the consumption of: dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber in sheep, as the inclusion of açai seed in the silage. There was a decrease (P <0.05) in the apparent digestibility coefficients with the increased inclusion of the açai seed. However, there was not effect on consumption of digestible energy, consumption of total digestible nutrients and nitrogen balance (P > 0.05). The açai seed is indicated as a moisture sequestering additive in the silage of *Panicum maximum* cv. Mombasa with addition of up to 200 g.kg⁻¹ natural matter, because it increases the dry matter recovery of the ensiled material, promotes the increase of the dry matter intake of the animals, without impairing the ingestion of digestible energy and nitrogen retention. The use of açai seeds brings benefits to the environment, as it reduces the disposal of waste from the agribusiness and the impact caused by the production of agricultural effluent.

Key words: absorbent, by-product, digestibility, fermentation, intake.

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO	06
1.1 Silagem de capim tropical	07
1.2 Uso de aditivos	09
1.3 Características do Açaí e seu potencial como aditivo	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
2 CAROÇO DE AÇAÍ (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DE <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	17
2.1 Introdução	17
2.2 Material e Métodos	18
2.2.1 Experimento 1 - Avaliação da inclusão do caroço de açaí como aditivo sequestrante na silagem de capim Mombaça	20
2.2.2 Experimento 2 - Ensaio metabólico em ovinos, com a utilização de silagem aditivada com caroço de açaí.....	23
2.2.3 Análises estatística.....	25
2.3 Resultados	26
2.4 Discussão	29
2.5 Conclusão	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil é uma das maiores potências mundiais em produção animal, em 2017 o rebanho comercial de ruminantes (soma de bovinos, ovinos, caprinos e bubalinos) era de 243.849.637 cabeças (IBGE, 2019), utilizadas para a produção de carne e leite. Toda essa demanda produtiva, depende do uso de forragem, uma vez que a maior parte da produção está baseada no consumo desta seja em pastagens ou servida em cochos na forma de forragem conservada (feno ou silagem).

Por ser um país de clima tropical, a espécie forrageira precisa ser adaptada aos processos de cortes frequentes, as quais se encontram as forragens perenes. Esta categoria de gramíneas caracteriza-se por sua capacidade de reconstituir áreas foliares removidas por pastejo ou corte mecânicos (GOMIDE; GOMIDE, 2013). O que torna a produção mais econômica, uma vez que, não detém de custo relativamente elevado de implantação, em comparação com as forrageiras anuais. Além de que, as forrageiras perenes são menos exigentes, se comparadas à forrageiras anuais, com manutenção da fertilidade do solo (calagem e adubação).

Dentre as gramíneas perenes de clima tropical utilizadas no Brasil destacam-se as dos gêneros: *Brachiaria*, *Pennisetum*, *Cynodon* e *Panicum*. Dentre as forrageiras do gênero *Panicum maximum*, a cultivar Mombaça é conhecida por seu valor nutritivo, adaptação e alta produtividade. É uma espécie forrageira propagada por sementes e chama a atenção de pecuaristas por sua produção abundante de folhas longas, porte elevado e alta aceitabilidade pelos animais (JANK et al., 2010).

Para obtenção de sucesso no sistema de pastagem com gramíneas tropicais, é necessário que a pastagem seja bem manejada, lançando-se mão de técnicas como adubação, irrigação, ajuste da taxa de lotação, controle da altura do pasto; para melhorar características qualitativas como concentração de carboidratos solúveis, teor de proteína bruta, lignificação e água e aproveitar ao máximo seu potencial de produção de biomassa (média 20 toneladas de matéria seca/ha/ano) (SILVA et al., 2013). As características qualitativas da forragem variam com a altura e/ou idade de corte (pastejo ou mecânico) da planta. Nesse sentido, observa-se que plantas com idade fisiológica mais avançada, apresentam menor qualidade e umidade (PACIULLO et al., 2002).

A produção de matéria seca depende da interceptação de luz na planta e da eficiência de sua utilização. Uma vez que a radiação solar aumenta a velocidade das reações químicas na planta e com isso, formando aminoácidos, ácidos graxos e carboidratos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

No caso de gramíneas forrageiras tropicais, quanto mais incidência de luz, maior será a produção de biomassa e mais rápido será atingido o ponto ideal de corte ou pastejo.

O manejo intensivo de adubação proporciona a produção de forragens de maior qualidade e em grandes quantidades, principalmente no período chuvoso do ano, quando comparado ao período seco (SIQUEIRA; BERNARDES, 2013). As forragens, no entanto, não estão disponíveis nessas condições durante o ano inteiro, uma vez que o déficit hídrico do período seco do ano, reduz ou até mesmo cessa o crescimento forrageiro durante essa fase. Essa estacionalidade é um fator crítico para a pecuária nacional, uma vez que a demanda da população por carne e leite é constante. No entanto, a produção do principal alimento para os animais ruminantes é inconstante, sendo que, o produtor rural deve lançar mão de outras técnicas para suprir a demanda de alimentos pelos animais e garantir produtividade constante durante o ano todo.

1.1 Silagem de capim tropical

A silagem é o resultado da fermentação de culturas agrícolas em condição de anaerobiose, em que o princípio básico é a fermentação de carboidratos por bactérias, as quais produzem ácidos orgânicos (principalmente ácido lático) e com isso ocorre redução do pH da massa ensilada (JOBIM; NUSSIO, 2013).

A produção da silagem deve seguir os seguintes passos: colheita da planta; picagem; amontoamento e compactação do material no silo; isolamento da massa ensilada por meio da vedação do silo, que consiste na Fase 1 (aeróbica) do processo de produção de silagem; início das fases do processo fermentativo e produção de ácidos orgânicos para redução do pH (Fase 2, anaeróbica); estabilidade do pH (Fase 3, anaeróbica); Fase 4 (aeróbica) em que ocorre a instabilidade aeróbica com a abertura do silo; por fim, fornecimento para os animais (ROOKE; HATFIELD, 2003; SILVA et al., 2012).

Capins tropicais perenes geralmente apresentam alta umidade (média de 80% da MS), baixa concentração de carboidratos solúveis (média de 5% MS) e alto poder tampicante (média de 20 eq.mg HCl/100g de MS (SIQUEIRA; BERNARDES, 2013; PHOLSEN et al., 2016). Tais características, influenciam negativamente no processo fermentativo da ensilagem, sendo que, se produz silagens fora dos padrões, no entanto, ainda com potencial de uso na alimentação animal.

Silagens padrão apresentam pH entre 3,8 e 4,2, matéria seca de 30 a 35% da MN, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) abaixo de 10-15% do nitrogênio total, ácido acético entre 0,5 e 0,8% da MS, ácido butírico menor que 0,1% da MS e ácido láctico entre 4 a 6% da MS (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991; HENDERSON, 1993; KUNG et al., 2018).

Apesar de não possuir as características ideais para a ensilagem, a alta produção por unidade de área (até 150 kg.ha⁻¹dia de matéria seca), larga utilização em pastagens no território nacional, menor necessidade de tratamentos culturais, se comparadas com o milho, torna as gramíneas tropicais perenes convenientes para confecção de silagem (JANK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013).

Para que uma forrageira tenha bom padrão de fermentação, os fatores ligados à tecnologia de ensilagem e os intrínsecos da planta são importantes, destacando-se: o teor de matéria seca, a concentração de açúcares solúveis em água e o poder tampão, como determinantes para a capacidade de fermentação. Esta umidade elevada, geralmente produz silagem de qualidade inferior, devido às perdas por efluentes, desenvolvimento de clostrídeos (JOBIM; NUSSIO, 2013) e por afetar diretamente a atividade bacteriana durante a fase de fermentação (KHOTA et al., 2016).

O efluente, além de provocar perdas na composição da silagem, apresenta risco ambiental, uma vez que possui alta demanda bioquímica de oxigênio, fósforo, nitrogênio e baixo pH (GALANOS et al., 1995). Por se tratar de efluente agrícola concentrado pode prejudicar a qualidade de águas superficiais e subterrâneas. Além de ser corrosivo em estruturas de metal e concreto devido ao baixo pH, em torno de 4,0 (EKER; YUKSEL, 2005; GEBREHANNA et al., 2014).

Uma das alternativas utilizadas para reduzir o teor de umidade do material, inibir microorganismos indesejáveis e consequentemente, melhorar a qualidade da silagem, é o pré-murchamento da forragem (KHOTA et al., 2016). Apesar da clara vantagem obtida através da pré-secagem antes da ensilagem do material, esse procedimento apresenta problemas devido, a demanda de área destinada à secagem, aumento do período da fase aeróbica e elevação significativa de mão de obra para realização do processo.

Para melhorar as características do material a ser ensilado, há também como alternativa o uso de algumas classes de aditivos, que auxiliam o processo de ensilagem com o objetivo de proporcionar melhor fermentação e conservação do material.

1.2 Uso de aditivos

Os aditivos para silagem são divididos em cinco grupos principais: estimulantes de fermentação (fontes de carboidratos e culturas bacterianas); inibidores de fermentação (ácidos e outros); inibidores de deterioração aeróbia (ácidos, alguns inoculantes, e outros químicos); nutrientes; e absorventes (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). A mesma classificação é proposta por Kung et al. (2003), no entanto, os autores consideram apenas quatro grupos, pois nutrientes e absorventes fazem parte de um único grupo. Dentro dessa divisão proposta, alguns produtos se encaixam em mais de uma categoria.

Os aditivos estimulantes de fermentação proporcionam uma produção desejada de ácido láctico e melhoram a preservação da silagem, aumentando o número de bactérias desejáveis na silagem ou fornecendo açúcares fermentáveis para as bactérias da silagem. Com a adição de estimulantes de fermentação, o resultado é o aumento da produção de ácido láctico, diminuição do pH e do teor de N-amoniaco (KAISER, 2004). São exemplos de estimulantes: açúcares, enzimas, inoculante bacteriano homofermentativo (bactérias lácticas que produzem exclusivamente ácido láctico) e heterofermentativo (bactérias que produzem outras substâncias além do ácido láctico; YITBAREK; TAMIR, 2014).

Os aditivos ácidos promovem a queda imediata de pH. Com menores taxas de aplicação desses aditivos, a fermentação do ácido láctico se desenvolve após a queda inicial do pH. Com maiores taxas de aplicação, o resultado é uma queda inicial maior do pH e uma fermentação de ácido láctico mais restrita (KAISER, 2004). Dentre os aditivos inibidores de fermentação pode-se destacar: ácidos orgânicos (fórmico, acético, propiônico) e alguns sais ácidos (YITBAREK; TAMIR, 2014).

Os aditivos inibidores de deterioração aeróbica inibem o desenvolvimento de leveduras, o crescimento de bactérias de ácido acético e fungos, reduzindo as perdas por deterioração aeróbica (KAISER, 2004). Ácido acético, amônia, propionato e alguns inoculantes são exemplos dessa categoria de aditivos (YITBAREK; TAMIR, 2014).

Os aditivos nutricionais são substâncias que contribuem significativamente para a nutrição dos animais, quando adicionados ao material ensilado (HENDERSON, 1993). Ingredientes como uréia, grãos, amônia, minerais e açúcares (YITBAREK; TAMIR, 2014), são alguns dos aditivos utilizados para melhorar a qualidade nutricional da silagem.

A utilização de aditivos sequestrantes de umidade, chamados também de absorventes, tem por objetivo elevar o teor de matéria seca e, muitas vezes, adicionar carboidratos solúveis

à silagem (SIQUEIRA, 2013). São exemplos de materiais sequestrantes: grãos, palha, casca, bagaço e polpa cítrica.

O uso de materiais categorizados como sequestrantes de umidade, apresentam vários benefícios, uma vez que, aumentam o teor de matéria seca da silagem, reduzem a perda por efluentes, aumentam a concentração de carboidratos solúveis, estimulam a população de *Lactobacillus* consequentemente diminuindo o pH, reduz o nitrogênio amoniacal e a população de clostrídeos (HENDERSON, 1993; McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991; KAISER, 2004). A proliferação de fungos e bactérias indesejáveis (enterobactérias) principalmente *Hafnia alvei*, *Escherichia coli* e as do gênero *Clostridium* (PAHLOW et al., 2003), também é um problema encontrado em silagens com alto teor de umidade. De acordo com Jobim e Nussio (2013), a umidade da forragem no momento da ensilagem pode afetar vários aspectos durante o processo de conservação. Destacando a disponibilidade de água para atividade microbológica e perdas por efluentes, que contém ácidos orgânicos e compostos solúveis.

O uso de aditivo sequestrante de umidade na silagem é uma alternativa que vem resolvendo esta problemática; além de poder contribuir na melhoria da qualidade da silagem e nutrição animal. O potencial no uso de resíduos da agroindústria como aditivos sequestrantes é destacada por Bonfá et al. (2015), tais como resíduos de baixa umidade oriundos da fruticultura, e sua utilização na alimentação animal, possibilitando a retirada de potenciais causadores de impacto ambiental. Proporcionando a obtenção de volumosos de melhor qualidade para a alimentação de animais ruminantes.

A título de exemplo, a adição de subprodutos de maracujá e manga em silagem de capim elefante, em estudo realizado por Azevedo et al. (2017), promove o aumento da MS, favorece o processo fermentativo e microbológico e melhora as características químicas (pH, carboidratos não fibrosos, proteína bruta) da silagem de capim elefante, demonstrando a eficácia de resíduos de frutas como aditivos absorventes de umidade. A correção do teor de matéria seca usando a casca do fruto de buriti como um aditivo absorvente em silagem de capim-elefante promove melhorias no processo de fermentação, reduz perdas de nutrientes e não altera significativamente a composição química da silagem com a inclusão de 166,7 g kg⁻¹ de casca do fruto de buriti (FERREIRA et al., 2017).

Dessa forma, percebe-se que o aspecto de maior importância para determinar um aditivo como sequestrante de umidade é, sem dúvida, o teor de matéria seca do produto avaliado. Nesse sentido, várias pesquisas apontam o caroço de açaí como um produto que apresenta elevada concentração de matéria seca: 80,14% (ELIAS et al., 2015; FELSSNER, 2016; LIMA, 2017). Portanto, o teor de umidade do caroço de açaí, apresenta atributos que são compatíveis a um

aditivo sequestrante de umidade. Outros fatores analisados para sua utilização como aditivo são, alta disponibilidade deste subproduto na região, facilidade e custo praticamente nulo de obtenção (apenas transporte). Portanto, possivelmente produtos como o caroço de açaí, que possuem baixo teor de umidade e baixo custo podem ser utilizados como aditivos sequestrante de umidade.

1.3 Características do Açaí e seu potencial como aditivo

De acordo pesquisa feita por Yamaguchi et al. (2015), o gênero *Euterpe* tem cerca de 28 espécies localizadas na América do Sul e Central, distribuídos por toda a Bacia Amazônica. *E. oleracea*, popularmente conhecido como "açaí-do-pará", é encontrada principalmente na várzea e em solos de floresta alagada do estuário do Rio Amazonas, nos estados brasileiros do Pará, Maranhão, Tocantins, Amapá, e também em países como Guiana e Venezuela. O açazeiro é uma das mais típicas palmeiras do estado do Pará, com ocorrência no braço do Rio Amazonas, em áreas de várzeas, mangue e terra firme (CAVALCANTE, 2010).

Segundo a pesquisa de Produção Agrícola Municipal (PAM), atualizada em setembro de 2018, de 2015 para 2016, a produção agrícola nacional de açaí aumentou em 84 mil toneladas. Foi a primeira vez que o IBGE investigou a cultura de açaí no âmbito da agricultura. O Pará foi o maior estado produtor, com 98,3% do total nacional. Os 20 maiores municípios produtores são paraenses, destacando-se o município de Igarapé-Mirim, que é o maior produtor mundial, com 305,6 mil toneladas, representando 28,0% da produção do país. Os cinco maiores municípios produtores (Igarapé-Mirim, Cametá, Abaetetuba, Bujaru e Portel) representam 62,7% da produção do estado (IBGE, 2018).

Além do mercado interno, destaca-se o grande interesse internacional no consumo da fruta, a qual também já é consumida em vários outros países. Em 2015, o Pará exportou mais de 6 mil toneladas do mix de açaí (mistura da fruta com banana e guaraná) para os Estados Unidos e Japão, o equivalente a US\$ 22,6 milhões. Os mercados norte-americano e japonês são o destino de 90% das exportações de açaí. Os outros 10% são comprados pela Alemanha, Bélgica, Reino Unido, Angola, Austrália, Canadá, Chile, China, Cingapura, Emirados Árabes, França, Israel, Nova Zelândia, Peru, Porto Rico, Portugal e Taiwan (BRASIL, 2019).

É visível a importância econômica da produção de açaí, tanto no âmbito local quanto nacional. No entanto, para produção de polpa de açaí, que é o produto comercializado, gera-se

resíduo, o qual é descartado, muitas vezes de forma indevida na natureza. Apesar da importância econômica da polpa do açaí, esta representa apenas 10% da massa total do fruto, sendo o restante (90%) composto principalmente pelo caroço, descartado pela indústria no processo de produção de polpa (FELSSNER, 2016). Além dos resíduos de biomassa lenhosa, oriundos da extração de palmito; o caroço de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é o resíduo de biomassa mais desperdiçado no estado do Pará – Brasil (ITAI et al., 2014).

O aproveitamento de resíduos industriais é um assunto de interesse em escala mundial. Infelizmente, a maior parte dos resíduos agroindustriais é descartada inconscientemente no meio ambiente, causando poluição. Se faz necessário a determinação de locais adequados para destinação de descartes oriundos da despolpa (ex. do açaí), descasca, desfolha, entre outros tipos de processamentos.

Além do alto teor de matéria seca do caroço de açaí, este possui um outro composto que pode ser favorável à redução de perdas durante o processo de ensilagem, o tanino. Taninos são polifenóis secundários complexos e metabólitos heterogêneos (FRUTOS et al., 2004), que podem ser divididos em três grupos principais: hidrolisável, condensado e complexo (SEBESTYEN et al., 2018). Dentre estes, hidrolisáveis e condensados são mais conhecidos.

Os taninos são bioativos em ambientes fermentativos, principalmente por sua capacidade de se complexar com proteínas em faixa de pH entre 3,5 e 7,5 (BARRY; MCNABB, 1999) e/ou inibir a atividade enzimática da protease e urease de microrganismos (PATRA; SAXENA, 2010; RUFINO et al., 2011; PATRA; ASCHENBACH, 2018).

Na pesquisa realizada por Felssner (2016), o caroço de açaí apresenta 3,43% de taninos totais em porcentagem da matéria seca. Considerando que há uma grande perda de proteína em forma de amônia em silagens (SILVA et al., 2016). Acredita-se que o tanino presente no caroço de açaí, possa se complexar com a proteína da forragem, e talvez reduzir em alguma escala, as perdas proteicas por amônia do material ensilado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, J. C. de; ARAUJO, S. A. do C.; ROCHA, N. S.; CARDOSO, A. M.; PANTOJA, L. de A.; FATURI, C.; DOMINGUES, F. N. Fruit agribusiness waste as an additive in elephant grass silage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 1987-2000, 2017.

BARRY T. N, MCNABB W. C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal of Nutrition**, v. 81, p. 263–272, 1999.

BONFÁ, C.S.; CASTRO, G. H. F.; VILELA, S. D. J.; SANTOS, R. A.; EVAGELISTA, A. R.; JAYME, C. G.; GONÇALVES, L. C.; PIRES NETO, O. S.; BARBOSA, J. A. S. Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 3, p. 801-808, 2015

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Açaí, o sabor da Amazônia que se espalha pelo mundo**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 04 de abril de 2019.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis na Amazônia**. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 282p.

EKER, B.; YUKSEL, E. Solutions to corrosion caused by agricultural chemicals. **Trakia Journal of Sciences**, v. 3, n. 7, p. 1-6, 2005.

ELIAS, A. K. da S.; ALVES, K. S.; VERAS, R. M. L.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; CUTRIM, D. O.; GOMES, D. I. Carcass and non-carcass characteristics of sheep fed with açai seed meal-based diet. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 3, p. 4395-4399, 2015.

FELSSNER, K. dos S. **AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SEMENTE DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) COMO INGREDIENTE EM ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES**. 2016. 78 p. TESE (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, UEM. Maringá, PR. 2016.

FERREIRA, R. R.; BEZERRA, L. R.; MARQUES, C. A. T.; TORREÃO, J. N. da C.; EDVAN, R. L.; ARAUJO, M. J.; AMORIM, D. S.; JUNIOR, H. A. de S. Fermentation characteristics and nutritional quality of elephant grass silage added the buriti fruit peel. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 931-942, 2017.

FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; GIRÁLDEZ, F. J.; MANTECÓN, A. R. Review. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 2, p. 191-202, 2004.

GALANOS, E.; GRAY, K. R.; BIDDLESTONE, A. J.; THAYANITHY, K. The aerobic treatment of silage effluent: Effluent characterization and fermentation. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 62, p. 271-279, 1995.

GEBREHANNA, M. M.; GORDON, R. J.; MADANI, A.; VANDERZAAG, A. C.; WOOD, J. D. Silage effluent management: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 143, p. 113-122, 2014.

GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. de M. Morfofisiologia de Gramíneas Forrageiras. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**. v. 45, p. 35-56, 1993.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 de setembro de 2018.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal** – Ano 2017, Tabela 3939. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de agosto de 2019.

ITAI, Y.; SANTOS, R.; BRANQUINHO, M.; MALICO, I.; GHESTI, F. F.; BRASIL, A. M. Numerical and experimental assessment of a downdraft gasifier for electric power in Amazon using açai seed (*Euterpe oleracea* Mart.) as a fuel. **Renewable Energy**. 66, p. 662-669, 2014.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J. A.; EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B. do; RESENDE, R. M. S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (Eds). **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. 537p.

JANK, L.; BRAZ, T. G. dos S.; MARTUSCELLO, J. A. Gramíneas de Clima Tropical. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G. Princípios Básicos da Fermentação na Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

KAISER, A.G. Silage Additives. In: KAISER, A.G.; PILTZ, J. W.; BURNS, H. M.; GRIFFITHS, N. W. (Eds). **Successful Silage**. Orange, NSW: Department of Primar Industries, 2004. 420p.

KHOTA, W; PHOLSEN, S; HIGGS, D; CAI, Y. Natural lactic acid bacteria population of tropical grasses and their fermentation factor analysis of silage prepared with cellulase and inoculant. **Journal Dairy Science**, v. 99, p. 9768-9781, 2016.

KUNG, L; STOKES, M. R.; LIN, C. J. **Silage Additives**. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E. E HARRISON, J. H. *Silage Science and Technology*. Madison: American Society of Agronomy. p. 251-304, 2003.

KUNG, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal Dairy Science**, v. 101, p. 1-12, 2018.

LIMA, E. de M. **CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) NA ALIMENTAÇÃO DE BÚFALAS LACTANTES EM PASTEJO**. 2017. 55p. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Produção Animal) - UFRA. Belém, PA. 2017.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of silage**. 2. Ed. Edinburgh, Escócia: Chalcombe Publication, 1991. 340p.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; DA SILVA, E. A. M.; QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, C. A. M. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 890-899, 2002.

PAHLOW, G; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of Ensiling. In: Buxton, D. R.; Muck, R. E.; Harrison, J. H. (Eds). **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA, 2003, 897p.

PATRA A. K., SAXENA J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal Science Food Agriculture**. v. 91, p. 24–37, 2010.

PATRA, A. K., ASCHENBACH, J. R. Ureases in the gastrointestinal tracts of ruminant and monogastric animals and their implication in urea-N / ammonia metabolism: A review. **Journal of Advanced Research**. v. 13, p. 39–50, 2018.

PHOLSEN, S; KHOTA, W; PANG, H; HIGGS, D; CAI, W. Characterization and application of lactic acid bacteria for tropical silage preparation. **Animal Science Journal**. doi: 10.1111/asj.12534. 2016.

ROOKE, J. A.; HATFIELD, R. D. **Biochemistry of Ensiling**. Lincoln, Nebraska: USDA-ARS / UNL Faculty, 2003. 139p.

RUFINO S. M.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; ELESBÃO, R.; BRITO, E. S. de; OLIVEIRA, M. S. P.; OLIVEIRA, M. S. P.; SAURA-CALIXTO, F. Açaí (*Euterpe oleracea*) ‘BRS Pará’: A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**. v. 44, p. 2100–2106, 2011.

SEBESTYÉN, Z.; JAKAB, E.; BADEA, E.; BARTA-RAJNAI, E.; SENDREA, C.; CZÉGÉNY, Z. Thermal degradation study of vegetable tannins and vegetable tanned leathers. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, 2018.

SILVA, A. M. G da; FREIRE, C. da S.; NUNES, C. A. de Q.; SANTOS, C. H. dos; FERREIRA, T. A. F. C. **Ensilagem**. Dossiê técnico. São Paulo, SP: Agência USP de Inovação / Disque-Tecnologia, 2012. 23p.

SILVA, A. S. da; TEIXEIRA, R. S. S.; BARCELOS, C. A.; MARTINS, M. T. B.; MOLINARI, H. B. C.; PEREIRA Jr, N.; LEITÃO, V. S. F. BON, E. P. da S. Biomassa como fonte de energia renovável. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

SILVA, V. P.; PEREIRA, O. G.; LEANDRO, E. S.; DA SILVA, T. C.; RIBEIRO, K. G.; MANTOVANI, H. C.; SANTOS, S. A. Effects of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential on the fermentation profile and chemical composition of alfalfa silage in tropical conditions. **Journal Dairy Science**, v. 99, p. 1-8, 2016.

SIQUEIRA, G. R. Aditivos Associados à Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F. Culturas Destinadas à Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, 2013. 918p.

YAMAGUCHI, K. K. de L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; VEIGA-JUNIOR, V. F. da. Amazon Acai: chemistry and biological activities: a review, **Food Chemistry**, 2015. 31p.

YITBAREK, M. B.; TAMIR, B. Silage Additives: Review. **Open Journal of Applied Sciences**, v. 4, p. 258-274, 2014.

2 CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DE *Panicum maximum* cv. Mombaça

2.1 Introdução

Silagem de capins tropicais perenes geralmente apresentam alta umidade (média de 80% da MS), baixa concentração de carboidratos solúveis (média de 6% MS) e alto poder tamponante (média 20 eq.mg HCl/100g de MS; BERNARDES, 2013; PHOLSEN et al., 2016). Características que limitam o adequado processo fermentativo da silagem de capim, impedindo o rápido declínio do pH (KHOTA et al., 2018).

Apesar de não possuir as características ideais para a ensilagem, a alta produção por unidade de área (até 150 kg.ha⁻¹dia de matéria seca), larga utilização em pastagens no território nacional, menor necessidade de tratos culturais, se comparadas com o milho, torna as gramíneas tropicais perenes convenientes para confecção de silagem (JANK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013).

A alta umidade presente nas silagens de capim pode proporcionar perda por efluentes e proliferação de bactérias indesejáveis como o gênero *Clostridium*, *Escherichia coli*, *Hafnia alvei*, *Listeria monocytogenes* e algumas leveduras, resultando em silagens de baixa qualidade (pH fora do intervalo de 3,8 a 4,2, ácido butírico acima de 0,1% da matéria seca abaixo, nitrogênio amoniacal acima de 15% do nitrogênio total, etc), o que pode reduzir o consumo dos animais alimentados com as mesmas ou causar distúrbios metabólicos pela ingestão de micotoxinas produzidas por fungos e leveduras devido à fermentação indesejável (HENDERSON, 1993; PAHLOW, 2003; JOBIM; NUSSIO, 2013).

O efluente gerado com a confecção de silagem apresenta risco ambiental, uma vez que possui alta demanda bioquímica de oxigênio, fósforo, nitrogênio e baixo pH (GALANOS et al., 1995). Por se tratar de efluente agrícola concentrado pode causar impactos negativos à qualidade de águas superficiais e subterrâneas e se vier a alcançar os cursos de água em altas concentrações, pode esgotar o oxigênio dissolvido, causando a morte de peixes e eutrofização. Além de ser corrosivo em estruturas de metal e concreto devido ao baixo pH, em torno de 4,0 (EKER; YUKSEL, 2005; GEBREHANNA et al., 2014).

Para contornar tais situações, de redução da qualidade final da silagem e produção de efluentes, em algumas circunstâncias, necessita-se da inclusão de aditivos que adaptem o

processo fermentativo, com objetivo de reduzir as perdas, durante o armazenamento e por ocasião da utilização da forragem (SIQUEIRA, 2013). Deste modo, a utilização de aditivos sequestrante de umidade, podem contribuir para o sucesso do processo de conservação. Resíduos da indústria de beneficiamento de produtos agrícolas, que possuem teor de umidade baixo, tornam-se potenciais para serem utilizados como sequestrantes de umidade.

O açaí (*Euterpe oleracea*) é um produto nativo amazônico que apresentou em 2016 produção nacional de mais de 1 milhão de toneladas de fruto (IBGE, 2018). A produção de tal fruto, está em largo crescimento, devido a ampla divulgação de seus benefícios para a saúde humana, como funções antioxidantes, energéticas e de alto valor nutricional, a procura pela polpa do açaí tem crescido muito, apresentando aumento anual de 15% no mercado internacional (BRASIL, 2019). Considerando a produção de 2016, estima-se que a quantidade de resíduo (caroço) gerada foi em torno de 990 mil de toneladas por ano, que equivale a aproximadamente 2,7 mil toneladas por dia, o qual, na sua grande maioria é descartado de forma inadequada no meio ambiente.

A utilização do caroço de açaí para conservação de forragens, além de proporcionar possível incremento de tecnologia no processo de ensilagem, apresenta também benefícios à comunidade e ao meio ambiente, uma vez que passará de resíduo com descarte inapropriado para um subproduto utilizável na alimentação animal. Além do benefício acerca da redução de efluente gerado através da ensilagem.

O caroço de açaí tem apresentado nos últimos anos, potencial para a alimentação de ovinos. Sua inclusão como fonte de volumoso nas dietas aumenta o consumo e ganho de peso dos animais, sem prejuízo as características de carcaça e não carcaça (GOMES et al., 2012; ELIAS et al., 2015)

Dessa forma, objetivou-se avaliar o potencial do caroço de açaí como aditivo na ensilagem de capim Mombaça, bem como o seu potencial de uso em dietas para ovinos.

2.2 Material e Métodos

Foram realizados dois experimentos, sendo: Experimento 1 - Avaliação da inclusão do caroço de açaí como aditivo sequestrante na silagem de capim Mombaça e Experimento 2 - Ensaio metabólico em ovinos, com a utilização de silagem aditivada com caroço de açaí. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus

de Parauapebas, Parauapebas – Pará – Brasil. Latitude de 6°04'17.1"S e longitude de 49°49'00.9"O.

Para ambos os experimentos, foram confeccionados silos de *Panicum maximum* cv. Mombaça, adicionados de caroço de açaí nas proporções de 0, 50, 100, 150 e 200 g.kg⁻¹ com base na matéria natural, constituindo 5 tratamentos (Tabela 1).

A forragem utilizada para produção de silagem (Tabela 1) foi coletada aleatoriamente em piquetes com sistema de irrigação. Os piquetes foram implantados no ano de 2016 e recebem adubação nitrogenada de 600 kg/ha/ano, com produtividade média de 30 toneladas de matéria seca/ha/ano, com animais em sistema rotativo de pastejo. O corte da forragem para confecção dos silos se deu quando o stand forrageiro estava com 90 cm de altura (média), respeitando-se resíduo de 30 cm, após rebaixamento. O corte foi realizado através de roçadeira e a coleta feita manualmente, em seguida, a forragem foi triturada em partículas de dois a quatro cm de comprimento em triturador forrageiro com lâminas sem uso de peneira.

Os caroços de açaí foram obtidos sem custo, diretamente dos pontos de extração e venda de polpa localizados no município de Parauapebas (Tabela 1). Estes foram submetidos à secagem ao sol durante 72 horas, posteriormente triturados em moinho de martelos com peneira de 5 mm.

Tabela 1. Composição química da massa ensilada, do caroço de açaí desintegrado (CAD) e caracterização da forragem dos silos experimentais

Variável	Inclusão de CAD na silagem, g.kg ⁻¹ de MN					CAD
	0	50	100	150	200	
MS, g.kg ⁻¹ da MN	204,6	238,6	272,6	306,6	340,6	884,6
Inclusão de CAD, g.kg ⁻¹ da MS	0	185	325	433	520	–
MM, g.kg ⁻¹ da MS	110,9	95,0	83,0	73,7	66,3	25,0
MO, g.kg ⁻¹ da MS	889,1	905,0	917,0	926,3	933,7	975,0
PB, g.kg ⁻¹ da MS	172,1	150,8	134,7	122,3	112,3	57,0
EE, g.kg ⁻¹ da MS	13,6	14,0	14,3	14,5	14,7	15,8
FDNcp, g.kg ⁻¹ da MS	583,1	621,3	650,0	672,3	690,2	789,3
FDA, g.kg ⁻¹ da MS	353,8	407,9	448,5	480,1	505,3	645,5
Lignina, g.kg ⁻¹ da MS	23,3	32,6	39,5	44,9	49,2	73,1
CNF, g.kg ⁻¹ da MS	120,3	119,0	118,0	117,2	116,5	113,0
NNP, g.kg ⁻¹ de N	563,7	555,7	548,0	540,6	533,5	449,4
PIDN, g.kg ⁻¹ da PB	516,2	527,9	539,1	549,8	560,2	683,1
PDR, g.kg ⁻¹ da PB	563,1	527,5	493,5	460,8	429,4	55,9
PNDR, g.kg ⁻¹ da PB	436,9	472,5	506,5	539,2	570,6	944,1
<i>Proporção morfológica da forragem, % da massa seca</i>						
Folha	81,15					
Colmo	14,01					
Material senescente	4,84					
Relação folha:colmo	5,79					

CAD: caroço de açaí desintegrado; MN: matéria natural; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; NNP: nitrogênio não proteico; PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; PDR: proteína degradável no rúmen; PNDR: proteína não degradável no rúmen.

2.2.1 Experimento 1 - Avaliação da inclusão do caroço de açaí como aditivo sequestrante na silagem de capim Mombaça

Foram confeccionados 50 silos experimentais, em que cada dois silos formaram uma unidade experimental (pares de silos). Os silos experimentais (PVC com 10 cm de diâmetro e 45 cm de comprimento, com válvula do tipo Bunsen na tampa superior) foram divididos em dois compartimentos sendo: compartimento inferior e superior. O compartimento inferior (15 cm) foi preenchido com brita (4,8 mm a 9,5 mm) lavada e seca, coberta com tela de nylon, malha 1,4 mm, fio 0,35 mm e tecido composição 100% algodão, gramatura de 112 g/m². O compartimento superior foi preenchido com a mistura.

Os silos foram armazenados em área coberta e isolada e foram abertos com 80 dias após o processo de ensilagem. Ao final dos 80 dias, todos os silos experimentais foram pesados ainda fechados, a fim de quantificar a perda por gases e posteriormente foram abertos. Para os parâmetros perdas e recuperação, foi gerado a média dos dois silos da mesma unidade experimental. Para as demais análises, foi realizada uma amostragem composta dos dois silos, para posterior análises laboratoriais.

Após abertos, as silagens foram amostradas, coletando-se manualmente do núcleo (centro geométrico da silagem) 200 g de amostra. Os pares de silos experimentais (que representaram as unidades experimentais) foram homogeneizados em bandejas de plástico e separadas em 3 alíquotas (I- pH; II- composição química e III- análise de N-NH₃). A alíquota I foi imediatamente analisada quanto ao pH, a alíquota II foi levada à pré-secagem e a alíquota III congelada a -20°C para posterior análises laboratoriais. Após coletadas as amostras, a silagem foi completamente removida (permanecendo apenas o compartimento inferior do silo) e pesados novamente para quantificação de perda por efluentes.

A avaliação do pH foi realizada de acordo com método de Silva e Queiroz (2002), através de um potenciômetro de bancada, com uma amostra de 9 g de silagem fresca em um béquer de 250 mL, adicionada de 60 mL de água destilada. A leitura do pH foi realizada três vezes consecutivas com agitação do béquer, após um repouso de 30 minutos.

As perdas por gases foram calculadas adaptando-se equação proposta por Schmidt (2006):

$$PG = \frac{[MNf \times MSf] - [(PSCa - PSVf) \times MSa]}{[MNf \times MSf]} \times 1000$$

em que:

PG = Perdas por gases em, g.kg⁻¹ de matéria seca;

MNf = Matéria natural verde no fechamento (g)

PSVf = Peso do silo vazio no fechamento (cano+tampa+brita+tecido) (g);

MSf = Teor de MS da forragem no fechamento (%);

PSCa = Peso do silo cheio na abertura (g);

MSa = Teor de MS da forragem na abertura (%).

O cálculo para verificar as perdas por efluentes foi com base na equação de Siqueira et al., (2007), adaptada:

$$PE = \frac{(PSVa - PSVf)}{(MNf)} \times 1000$$

em que:

PE = Produção de efluente, g.kg⁻¹ de massa verde;

PSVa = Peso do silo vazio na abertura (cano+tampa+brita+tecido) (kg);

PSVf = Peso do silo vazio no fechamento (cano+tampa+brita+tecido) (kg);

MNf = Matéria natural da forragem no fechamento (kg).

Para calcular a recuperação da matéria seca foi utilizada a equação:

$$\text{RMS} = \frac{\text{MSa}}{\text{MSe}} \times 1000$$

em que:

RMS = Recuperação de matéria seca no silo (g/kg de MS ensilada);

MSa = Quantidade de MS na abertura (g);

MSe = Quantidade de MS ensilada (g).

A recuperação de proteína bruta foi calculada por meio da seguinte equação:

$$\text{RPB} = \frac{\text{PBa}}{\text{PBe}} \times 1000$$

em que:

RPB = Recuperação de proteína bruta no silo (g.kg⁻¹ de PB ensilada);

PBa = Quantidade de PB na abertura (g);

PBe = Quantidade de PB ensilada (g).

A aliquota II foi pré-seca em estufa de ventilação forçada à 55°C por 72 horas e posteriormente processadas em moinho de faca com peneira de 1 e 2 mm. Para as variáveis matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, proteína insolúvel em detergente neutro, cinza insolúvel em detergente neutro, nitrogênio não proteico, fibra insolúvel em detergente ácido e lignina foram utilizados os métodos descritos por Detmann et al. (2012): INCT-CA G-003/1; INCT-CA M-001; INCT-CA N-001/1; INCT-CA G-004/1; INCT-CA F-001/1; INCT-CA N-004/1; INCT-CA M-002/1; INCT-CA N-002/1, INCT-CA F-003/1 e INCT-CA F-005/1, respectivamente. Os teores de carboidratos não fibrosos foram determinados considerando: $\text{CNF} = 100 - \text{MM} - \text{EE} - \text{FDN}_{\text{cp}} - \text{PB}$.

Os teores de proteína degradável no rúmen e proteína não degradável no rúmen, foram determinados seguindo as recomendações do primeiro passo da metodologia descrita por Calsamiglia e Stern (1995). Em que 5 g das amostras de silagem (processadas a 2 mm) foram colocadas em sacos de nylon (50 micras) e incubadas *in situ* por 16 horas, em duplicata, posteriormente os sacos foram lavados e secos em estufa de ventilação forçada à 55°C por 72 horas. Em seguida o resíduo da amostra foi submetido a análise de proteína bruta pelo método

de Kjeldahl (DETMANN et al., 2012; INCT-CA N-001/1), sendo o resíduo proteico da incubação considerado proteína não degradável no rúmen. A incubação *in situ*, foi realizada em bovino fistulado no rúmen, com dieta à base de forragem (Mombaça) em pastejo, sem suplementação. O projeto foi autorizado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural da Amazônia CEUA/UFRA, protocolo n. 069/2018. A análise de nitrogênio amoniacal, foi realizada conforme descrito por Bolsen et al., (1992) e Vieira, (1980).

2.2.2 Experimento 2 - Ensaio metabólico em ovinos, com a utilização de silagem aditivada com caroço de açaí

O projeto foi submetido à avaliação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural da Amazônia CEUA/UFRA e autorizado pelo protocolo 007/2018.

Foram utilizados 5 ovinos machos castrados, mestiços Santa Inês e peso médio de 31 ± 5 kg, em quadrado latino 5×5 , confinados em gaiolas metabólicas de 1,0 m x 2,0 m, com livre acesso a água e alimento. Os tratamentos consistiram em silagem de capim Mombaça aditivada com diferentes níveis de caroço de açaí, 0, 50, 100, 150 e 200 g.kg^{-1} com base na matéria natural. Os períodos experimentais foram de 19 dias, sendo 14 dias para adaptação e 5 dias de coletas.

A dieta foi composta por silagem como fonte de volumoso e concentrado, na proporção de 60% de volumoso e 40% de concentrado com base na matéria seca (Tabela 2). A silagem foi produzida seguindo os mesmos procedimentos descritos no experimento 1, porém, os silos utilizados foram tambores com capacidade para 200 litros, com camada de 15 cm de brita (4,8 mm a 9,5 mm) lavada e seca, no fundo dos tambores. Os ingredientes utilizados no concentrado foram: fubá de milho, farelo de soja, uréia, enxofre ventilado e sal mineralizado. As dietas foram formuladas com base no Nutrient Requirements of Small Ruminants (NRC, 2007), considerando, cordeiros em crescimento, peso vivo de 30 kg, maturação tardia, ganho médio diário de 250 g, com requerimento de 760 g/dia de NDT e 143 g/dia de PB.

Tabela 2. Ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item	Níveis de CAD na silagem, g.kg ⁻¹ de MN				
	0	50	100	150	200
<i>Proporção dos ingredientes, g.kg⁻¹ de MS</i>					
Volumoso	600	600	600	600	600
Farelo de Soja	110	110	110	110	110
Fubá de Milho	279,5	277,5	275,5	272,3	270,5
Ureia + Flúor de enxofre (8:1)	0,5	2,5	4,5	7,7	9,5
Suplemento Mineral ¹	10	10	10	10	10
<i>Composição química, g.kg⁻¹ de MS</i>					
MS, g.kg ⁻¹ de MN	275,1	317,9	339,3	355,2	393,0
PB	154,5	161,7	158,1	177,5	179,5
FDN	450,2	491,9	485,4	521,2	503,7
MM	101,0	95,0	85,9	88,6	80,9
MO	898,9	904,9	914,0	911,3	919,0

MN: matéria natural; CAD: caroço de açaí desintegrado; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; ¹ composição do suplemento mineral – Cálcio: 230 (g/Kg; máx.); Fósforo: 12,5 (g/Kg); Enxofre: 30 (g/Kg); Magnésio: 15 (g/Kg); Cobre: 500 (mg/Kg); Sódio: 93 (g/Kg); Monensina: 1000 (mg/Kg); Cromo: 20 (mg/Kg); Manganês: 1000 (mg/Kg); Potássio: 3000 (mg/Kg); Zinco: 1500 (mg/Kg); Cobalto: 7,5 (mg/Kg); Iodo: 25 (mg/Kg); Selênio: 12,5 (mg/Kg); Virginiamicina: 1250 (mg/Kg); Flúor: 125 (mg/Kg; máx.).

As dietas foram fornecidas duas vezes por dia, às 8h00min e às 17h00min, permitindo-se sobras de 3 a 10% do fornecido. O fornecimento de água foi *ad libitum*.

Nos últimos cinco dias de cada período experimental (período de coleta), a coleta dos alimentos e sobras foram realizadas 1 vez por dia, imediatamente antes do fornecimento das 8h00min. Durante o mesmo período, foi realizada coleta total de fezes com auxílio de bolsas coletoras, as quais foram esvaziadas 3 vezes por dia nos seguintes horários: 7h00min, 17h00min e 00h00min), amostrando-se 10% da excreção fecal total e as amostras foram congeladas para posterior análise laboratorial. Ainda nesse mesmo período foi realizada coleta total de urina, através de funil com recipiente contendo 100 mL de ácido sulfúrico a 20%, na parte inferior da gaiola. A urina foi amostrada, de forma proporcional (10%) ao volume urinado, diariamente, posteriormente congelada para análises de nitrogênio.

As amostras coletadas (alimentos, sobras e fezes) foram secas em estufa de circulação de ar forçada (55°C) durante 72 horas, em seguida, moídas em moinho de facas (1 mm). Posteriormente, procedeu-se a elaboração de amostras composta das silagens dos 5 períodos experimentais e em seguida, as análises laboratoriais.

Para as variáveis matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) utilizou-se os métodos descritos por Detmann et al. (2012): INCT-CA

G-003/1; INCT-CA M-001; INCT-CA N-001/1; INCT-CA F-001/1, respectivamente. Para determinação de energia bruta foi utilizada bomba calorimétrica (calorímetro adiabático).

A determinação do consumo de matéria seca foi determinada pela diferença de peso entre fornecido e sobras. Consumo de matéria orgânica, de proteína bruta e de FDN foram determinados pela diferença de peso destes nutrientes entre as dietas fornecidas e as sobras.

O consumo de energia digestível em kcal.dia⁻¹ foi calculado pela diferença entre consumo de energia bruta e energia bruta das fezes. Consumo de nutrientes digestíveis totais (g.dia⁻¹) foi determinado com base no consumo de energia digestível considerando o fator de conversão de 4,409 (SWIFT, 1957).

Para determinação das digestibilidades de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e FDN, foi utilizado o seguinte modelo:

$$\text{Digestibilidade (\%)} = \frac{\text{Ingerido (g)} - \text{Excretado nas Fezes (g)}}{\text{Ingerido (g)}} \times 100$$

O balanço de nitrogênio (N retido, g.dia⁻¹) foi calculado utilizando a seguinte equação:

$$\text{N retido} = \text{N ingerido (g)} - \text{N nas fezes (g)} - \text{N na urina (g)}$$

2.2.3 Análises estatística

Para o Experimento 1, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com 5 níveis de inclusão do caroço de açaí (0, 50, 100, 150 e 200 g.kg⁻¹ com base na MN) e 25 unidades experimentais. Os resultados foram avaliados por contrastes polinomiais, utilizando o proc mixed aos níveis lineares e quadráticos através do software SAS (*Statistical Analysis System*) adotando-se nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I. O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_i = \mu + T_i + \varepsilon_i$$

em que: Y_i é a variável mensurada; μ é a constante geral; T_i é o efeito fixo do tratamento k e ε_i é o erro experimental.

Para o Experimento 2, foi utilizado delineamento em quadrado latino 5x5 com 5 períodos, 5 animais e 5 tratamentos (0, 50, 100, 150 e 200 g.kg⁻¹ com base na MN). Os resultados foram avaliados por contrastes polinomiais, utilizando o proc mixed, aos níveis lineares e quadráticos através do software SAS (*Statistical Analysis System*) adotando-se nível de 5% de probabilidade para o erro tipo I. O modelo estatístico adotado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + T_k + \varepsilon_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} é a variável mensurada; μ é a constante geral; A_i é o efeito aleatório do animal i ; P_j é o efeito aleatório do período j ; T_k é o efeito fixo do tratamento k e ε_{ijk} é o erro experimental.

2.3 Resultados

Observou-se diminuição linear ($P < 0,05$) para perdas por gases e perdas por efluente a medida em que aumentou a inclusão de caroço de açaí na silagem (Tabela 3). A recuperação de matéria seca aumentou ($P < 0,05$), de acordo com os níveis de inclusão de caroço de açaí. Não foi verificado efeito para os valores de pH, com média de 5,03 (Tabela 3). Os teores de matéria seca e fibra insolúvel em detergente neutro apresentaram efeito linear crescente com aumento dos níveis de inclusão do caroço de açaí, enquanto que o teor de proteína bruta reduziu linearmente ($P < 0,05$; Tabela 3). Extrato etéreo e carboidratos não fibrosos se ajustaram ao modelo quadrático ($P < 0,05$), em que ambos apresentam elevação até aproximadamente 50 g.kg⁻¹ com base na matéria natural com posterior decréscimo (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de perdas, pH e composição química da silagem de capim Mombaça com diferentes níveis de inclusão de caroço de açaí

Variável ¹	Níveis de CAD na silagem, g.kg ⁻¹ da MN					EPM ²	Valor – P ³	
	0	50	100	150	200		L	Q
RMS, g.kg ⁻¹ de MS	811,4	901,8	915,4	977,6	980,3	26,8	<0,001	0,153
PG, g.kg ⁻¹ de MS	133,1	90,6	76,9	18,5	18,6	17,4	<0,001	0,477
PE, g.kg ⁻¹ de MN	258,1	114,6	80,8	37,8	10,4	43,6	<0,001	0,156
pH	4,99	5,10	4,95	5,05	5,05	0,6	0,673	0,820
<i>Composição química da silagem, g.kg⁻¹ da MS</i>								
MS, g.kg ⁻¹ MN	179,5	222,9	258,3	308,3	343,9	2,7	<0,001	0,930
MM	132,8	113,2	89,0	72,9	67,5	2,8	<0,001	0,001
MO	867,2	886,8	911,0	926,9	932,5	2,8	<0,001	0,001
PB	127,5	117,5	109,0	95,7	87,0	3,1	<0,001	0,668
EE	15,0	22,2	20,8	17,3	20,1	1,1	0,100	0,006
CNF	94,3	122,2	115,0	109,8	102,5	9,9	0,840	0,049
FDNcp	630,4	624,8	667,3	704,1	722,9	8,9	<0,001	0,310

CAD: caroço de açaí desitegrado; ¹RMS: recuperação de matéria seca; PG: perdas por gases; MS: matéria seca; PE: perda por efluente; MN: matéria natural; pH: potencial Hidrogeniônico MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; CNF: carboidratos não fibrosos; FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ²EPM: erro padrão da média; ³Valor P para L: efeito linear; Q: efeito quadrático.

A recuperação de proteína bruta apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) com aumento das concentrações até aproximadamente o nível de inclusão de 150 g.kg^{-1} com base na matéria natural e posterior decréscimo (Tabela, 4). Nitrogênio amoniacal apresentou efeito linear ($P < 0,05$), com diminuição em decorrência do aumento dos níveis de inclusão do caroço de açaí (Tabela 4). Não houve efeito ($P < 0,05$) nas concentrações de nitrogênio não proteico. O teor de proteína insolúvel em detergente neutro apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) quando expresso em g.kg^{-1} da proteína bruta, no entanto, manteve-se o mesmo ($P > 0,05$) quando apresentado com base no teor de MS total. Observou-se efeito linear decrescente ($P > 0,05$) para proteína degradável no rúmen e linear crescente ($P > 0,05$) para proteína não degradável no rúmen (Tabela 4).

Tabela 4. Frações nitrogenadas de silagem de capim Mombaça com diferentes níveis de inclusão de caroço de açaí

Variável ¹	Níveis de CAD na silagem, g.kg^{-1} da MN					EPM ²	Valor – P ³	
	0	50	100	150	200		L	Q
RPB, g.kg^{-1} da PB	599,6	702,1	740,2	767,0	763,7	26,2	<0,001	0,012
N-NH ₃ , g.kg^{-1} do N	266,7	350,1	258,1	229,3	196,3	28,3	0,004	0,091
NNP, g.kg^{-1} do N	681,2	662,1	652,5	620,3	602,8	37,8	0,082	0,879
PIDN, g.kg^{-1} da PB	298,8	287,9	323,8	341,5	408,1	17,6	<0,001	0,033
PIDN, g.kg^{-1} da MS	37,2	33,7	35,3	32,7	35,5	1,2	0,214	0,059
PDR, g.kg^{-1} da PB	580,6	560,5	508,3	460,3	391,8	25,2	<0,001	0,253
PNDR, g.kg^{-1} da PB	419,4	439,5	491,7	539,7	608,2	25,2	<0,001	0,253

CAD: caroço de açaí desintegrado; ¹RPB: recuperação de proteína bruta; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; N: nitrogênio total; MS: matéria seca; NNP: nitrogênio não proteico; PIDN: proteína insolúvel em detergente neutro; PDR: proteína degradável no rúmen; PNDR: proteína não degradável no rúmen; ²EPM: erro padrão da média; ³Valor P para L: efeito linear; Q: efeito quadrático.

Observou-se aumento linear ($P < 0,05$) para consumo de matéria seca (g.dia^{-1} e % do peso vivo), consumo de matéria orgânica, consumo de proteína bruta e consumo de fibra em detergente neutro (g.dia^{-1} e % do peso vivo) dos ovinos, a medida em que aumentou a inclusão de caroço de açaí na silagem (Tabela 5). Entretanto, não houve efeito para consumo de energia digestível, com média de $2,82 \text{ kcal.dia}^{-1}$ e consumo de nutrientes digestíveis totais (Tabela 5).

A digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro, apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de inclusão do caroço de açaí (Tabela 5). A digestibilidade de proteína bruta se ajustou ao modelo quadrático ($P < 0,05$), com diminuição até aproximadamente o nível de 100 g.kg^{-1} de inclusão de caroço de açaí e posterior aumento (Tabela 5).

Tabela 5. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com silagem contendo diferentes níveis e caroço de açaí

Variáveis ¹	Níveis de CAD na silagem, g.kg ⁻¹ da MN					EPM ²	Valor – P ³	
	0	50	100	150	200		L	Q
<i>Consumo de MS e nutrientes, g.dia⁻¹</i>								
CMS	934,4	979,1	1084,1	1070,5	1106,3	63,87	0,007	0,411
CMS, % PV	2,5	2,6	2,9	2,9	3,0	0,19	0,005	0,527
CMS g.kg ⁻¹ UTM	63,3	65,7	72,5	71,4	73,8	4,28	0,007	0,439
CMO	840,7	887,7	992,6	975,8	1018,1	58,21	0,003	0,387
CPB	146,2	159,7	172,9	180,3	192,4	8,69	0,007	0,755
CFDN	412,9	472,9	514,1	553,2	549,2	31,52	0,002	0,118
CFDN, % PV	1,1	1,3	1,3	1,5	1,5	0,09	0,002	0,176
CED, kcal.dia ⁻¹	2,6	2,8	2,9	2,8	2,8	0,24	0,356	0,398
CNDT	596,3	646,3	665,6	636,3	654,2	56,66	0,409	0,456
<i>Coefficiente de digestibilidade aparente, % da MS</i>								
DMS	67,7	64,4	63,6	60,0	60,1	1,80	0,002	0,518
DMO	69,6	65,8	64,7	61,0	61,1	1,75	0,001	0,396
DPB	70,0	64,1	61,5	62,3	64,2	1,25	0,004	0,001
DFDN	61,6	58,4	53,5	52,7	51,4	2,85	0,002	0,32
NDT, % da MS	63,6	66,2	60,8	58,7	58,8	2,47	0,034	0,836

CAD: caroço de açaí desintegrado; ¹CMS: consumo de matéria seca; PV: peso vivo; CMO: consumo de matéria orgânica; CPB: consumo de proteína bruta; CFDN: consumo de fibra em detergente neutro; CED: consumo de energia digestível; CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais; DMS: digestibilidade de matéria seca; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DFDN: digestibilidade de FDN; NDT: nutrientes digestíveis totais. ²EPM: erro padrão da média; ³Valor P para L: efeito linear; Q: efeito quadrático.

Houve efeito linear crescente para nitrogênio da urina e nitrogênio ingerido ($P < 0,05$) e efeito quadrático ($P < 0,05$) nos teores de nitrogênio das fezes conforme o aumento dos níveis de caroço de açaí na silagem (Tabela 6). Não foi observado efeito ($P < 0,05$) no nitrogênio retido dos ovinos alimentados com silagem aditivada com caroço de açaí (Tabela 6).

Tabela 6. Balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com silagem contendo diferentes níveis e caroço de açaí

Variável, g.dia ⁻¹	Níveis de CAD na silagem, g.kg ⁻¹ da MN					EPM ¹	Valor – P ²	
	0	50	100	150	200		L	Q
N Ingerido	23,4	25,5	27,6	28,8	30,8	1,39	0,007	0,759
N Urina	11,7	11,1	12,9	11,0	13,3	0,53	0,043	0,183
N Fezes	7,0	9,2	10,6	11,3	11,4	0,60	<0,001	0,011
N Retido	4,6	5,2	4,0	6,2	5,9	1,24	0,346	0,693
N ing:N ret	7,1	5,8	7,9	4,9	5,1	1,94	0,405	0,771

CAD: caroço de açaí desintegrado; BN: balanço de nitrogênio; N ing:N ret: relação nitrogênio ingerido e nitrogênio retido; ¹EPM: erro padrão da média; ²Valor P para L: efeito linear; Q: efeito quadrático.

2.4 Discussão

A redução de perdas por gases e perdas por efluente, e o aumento da recuperação de matéria seca demonstram que a utilização do caroço de açaí como aditivo absorvente foi eficiente (Tabela 3), uma vez que este apresenta elevada concentração de MS (Tabela 1) e conseqüentemente quanto maior o nível de inclusão, maior foi o teor de MS da silagem (Tabela 3). Esta eficiência é comum de ser observada quando se utilizam subprodutos com baixo teor de umidade como forma de aditivo sequestrante de umidade (FERREIRA et al., 2007; ANDRADE et al., 2010; AZEVEDO, et al., 2017; FERREIRA et al., 2017).

A concentração de FDNcp do *Panicum maximum* cv. Mombaça apresentou-se inferior à do caroço de açaí (Tabela 1), portanto, o aumento nos teores de FDNcp da silagem conforme aumentou-se os níveis do caroço de açaí já eram esperados. Os teores de carboidratos não fibrosos, no entanto, foram maiores para os tratamentos com a inclusão de caroço de açaí. Para tal, especula-se duas possibilidades, sendo: (i) a redução nas perdas por efluentes reduziu a lixiviação dos carboidratos solúveis, os quais são os principais componentes dos carboidratos não fibrosos das forragens (TEBBE; FAULKNER; WEISS, 2017), já que, compostos solúveis: nitrogênio, açúcares, ácidos orgânicos, minerais e vitaminas estão presentes no efluente produzido por silagens (ROTZ; MUCK, 1994; JOBIM; NUSSIO, 2013) e (ii) a inclusão do caroço de açaí reduziu a fermentação anaeróbica dos carboidratos solúveis, o que foi evidenciado pelos altos valores de pH, essa redução na fermentação também pode ser explicada por meio da ação dos taninos presentes no caroço de açaí (FELSSNER, 2016). Como observado por Jayanegara et al. (2018) em metanálise acerca da influência do tanino na qualidade da silagem, maiores concentrações de tanino estão diretamente associadas a diminuições nos teores de ácido láctico, ácido butírico, nitrogênio não proteico e nitrogênio amoniacal das silagens.

Apesar da diminuição dos teores de proteína bruta com a inclusão do caroço de açaí, observou-se maior recuperação desta (Tabela 4), possivelmente devido à redução da lixiviação de proteínas quando houve redução nas perdas por efluente e devido à provável redução da atividade dos microrganismos proteolíticos, responsáveis pela atividade enzimática da protease, os quais são mais ativos em silagens com maior teor de umidade (TÓTH; RYDIN; NILSSON, 1956; SANTOS et al., 2008; PATRA; ASCHENBACH, 2018).

O aumento do consumo de matéria seca demonstra a aceitabilidade dos animais às silagens que continham maior concentração de caroço de açaí (Tabela 5). Tal fato, se deve provavelmente pela melhora nas características da silagem como a redução na produção de

gases e nitrogênio amoniacal (Tabelas 3 e 4), uma vez que, a produção de gases durante o processo de ensilagem é resultado de fermentações secundárias, realizadas por e microorganismos indesejáveis, também influenciada pela alta umidade (KUNG et al., 2018) e, que silagens com predominância de fermentação butírica geralmente têm consumo reduzido, principalmente em função das elevadas concentrações de ácido butírico e nitrogênio amoniacal (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991).

Sendo assim, a redução da umidade do material ensilado, com conseqüente redução de perdas por gases e nitrogênio amoniacal, promoveu o aumento do consumo com a inclusão do caroço de açaí ao processo de ensilagem. Além disso, a redução no tamanho das partículas das silagens que continham maiores níveis de inclusão de CAD, pode ter provocado menor efeito de enchimento ruminal nos animais, estimulando o consumo (KAMMES; ALLEN, 2012). Uma vez que taxas de passagem mais rápidas compensam o aumento do enchimento ruminal, ajudando a manter a ingestão (DADO; ALLEN, 1995).

Por não ter ocorrido efeito para consumo de energia digestível e consumo de nutrientes digestíveis totais, assume-se que a maior ingestão de alimento compensou a diminuição nos teores de nutrientes digestíveis totais das silagens com maiores níveis de inclusão de caroço de açaí (Tabela 5), dessa forma, disponibilizando aos animais as mesmas quantidades de energia que a silagem sem aditivo.

A diminuição dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS e FDN era esperada (Tabela 5), uma vez que o caroço de açaí, apresenta elevados teores de FDNi (42,9%; LIMA, 2017; Tabela 1). A lignina é o fator de maior efeito sobre a extensão e a taxa de degradação da parede celular das plantas (COSTA et al., 2016). No entanto, assim como observado por Santos Neta (2019), apesar do baixo teor de lignina presente no CAD (7,31%; Tabela 1), a alta quantidade de FDNi do caroço de açaí promoveu menor degradação da matéria seca.

A redução da digestibilidade da proteína bruta (Tabela 5), pode ter sido causada por alteração no perfil proteico da dieta, uma vez que a inclusão de caroço de açaí no processo de ensilagem, proporcionou aumento da fração nitrogenada ligada à parede celular (PIDN em g.kg^{-1} da PB; Tabela 4). Isso também pode ser evidenciado pelo aumento da PNDR das silagens com maiores concentrações de CAD, uma vez que, nem toda PNDR é digerida no intestino (HERNÁNDEZ et al., 2002), principalmente se boa parte da proteína estiver ligada à parede celular.

Apesar do aumento no nitrogênio das fezes e da urina com o aumento dos níveis de inclusão de caroço de açaí, o balanço de nitrogênio foi o mesmo entre os tratamentos (Tabela

6). Isso ocorreu, pois houve aumento no consumo de matéria seca, e conseqüentemente, aumento no consumo de nitrogênio.

2.5 Conclusão

O caroço de açaí é indicado como aditivo sequestrante de umidade na silagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça com adição de até 200 g.kg⁻¹ de MN, pois aumenta a recuperação de matéria seca do material ensilado, promove o aumento no consumo de matéria seca dos animais sem prejuízo à ingestão de energia digestível e à retenção de nitrogênio. O uso do caroço de açaí traz benefícios ao meio ambiente, por reduzir o descarte de resíduo da agroindústria e o impacto provocado devido a produção de efluente agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. de; VELOSO, C. M.; BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2578-2588, 2010
- AZEVEDO, J. C. de; ARAUJO, S. A. do C.; ROCHA, N. S.; CARDOSO, A. M.; PANTOJA, L. de A.; FATURI, C.; DOMINGUES, F. N. Fruit agribusiness waste as an additive in elephant grass silage. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 1987-2000, 2017.
- BERNARDES, T. F. Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.
- BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FEVERHERM, A. M.; URBAN, J. E.; AIMUTIS, W. R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p. 3066-3083, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Açaí, o sabor da Amazônia que se espalha pelo mundo**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 04 de abril de 2019.
- CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. A three-step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, p. 1459-1465, 1995.
- COSTA, R. F.; PIRES, D. A. de A.; MOURA, M. M. A.; RODRIGUES, J. A. S.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; TOLENTINO, D. C. *In situ* degradability of dry matter and fibrous fraction of sorghum silage. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 171-176, 2016.
- DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 1, 1995.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; BERCHIELLI, T. T.; CABRAL, L. S.; LADEIRA, M. M.; SOUZA, M. A.; QUEIROZ, A. C.; SALIBA, E. O. S.; PINA, D. S.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- EKER, B.; YUKSEL, E. Solutions to corrosion caused by agricultural chemicals. **Trakia Journal of Sciences**, v. 3, n. 7, p. 1-6, 2005.
- ELIAS, A. K. da S.; ALVES, K. S.; VERAS, R. M. L.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; CUTRIM, D. O.; GOMES, D. I. Carcass and non-carcass characteristics of sheep fed with açai seed meal-based diet. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 3, p. 4395-4399, 2015.
- FELSSNER, K. dos S. **AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SEMENTE DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) COMO INGREDIENTE EM ALIMENTOS EXTRUSADOS PARA CÃES**. 2016. 78 p. TESE (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, UEM. Maringá, PR. 2016.

FERREIRA, A. C. H.; RODRIGUEZ, N. M.; NEIVA, J. M. N.; CAMPOS, W. E.; BORGES, I. Características químico-bromatológicas e fermentativas do capim-elefante ensilado com níveis crescentes de subproduto da agroindústria do abacaxi. **Revista Ceres**, v. 54, n. 312, p. 098-106, 2007.

FERREIRA, R. R.; BEZERRA, L. R.; MARQUES, C. A. T.; TORREÃO, J. N. da C.; EDVAN, R. L.; ARAUJO, M. J.; AMORIM, D. S.; JUNIOR, H. A. de S. Fermentation characteristics and nutritional quality of elephant grass silage added the buriti fruit peel. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 2, p. 931-942, 2017.

GALANOS, E.; GRAY, K. R.; BIDDLESTONE, A. J.; THAYANITHY, K. The aerobic treatment of silage effluent: Effluent characterization and fermentation. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 62, p. 271-279, 1995.

GEBREHANNA, M. M.; GORDON, R. J.; MADANI, A.; VANDERZAAG, A. C.; WOOD, J. D. Silage effluent management: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 143, p. 113-122, 2014.

GOMES, D. I.; VÉRAS, R. M. L.; ALVES, K. S.; DETMANN, E. OLIVEIRA, L. R. S.; et al. Performance and digestibility of growing sheep fed with açai seed meal-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, n. 7, p. 1751–1757, 2012.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**. v. 45, p. 35-56, 1993.

HERNÁNDEZ, F. I. L.; VALADARES FILHO, S. de C.; LANA, R. de P.; MANCIO, A. B.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D; MAGALHÃES, K. A.; REIS, S. L. R. Avaliação de dois métodos *in vitro* para determinar a cinética ruminal e a digestibilidade intestinal da proteína de vários alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 256-266, 2002.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 de setembro de 2018.

JANK, L.; BRAZ, T. G. dos S.; MARTUSCELLO, J. A. Gramíneas de Clima Tropical. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

JAYANEGARA, A.; SUJARNOKO, T. U. P.; RIDLA, M.; KONDO, M.; KREUZER, M. Silage quality as influenced by concentration and type of tannins present in the material ensiled: A meta-analysis. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, p. 1–10, 2018.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G. Princípios Básicos da Fermentação na Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

KAMMES, K. L.; ALLEN, M. S. Rates of particle size reduction and passage are faster for legume compared with cool-season grass, resulting in lower rumen fill and less effective fiber. **Journal Dairy Science**, v. 95, p. 3288–3297, 2012.

KHOTA, W.; PHOLSEN, S.; HIGGS, D.; CAI, Y. Comparative analysis of silage fermentation and *in vitro* digestibility of tropical grass prepared with *Acremonium* and *Trichoderma* species producing celulasas. **Asian-Australas Journal Animal Science**, v. 31, n. 12, p. 1913–1922, 2018.

KUNG, L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal Dairy Science**, v. 101, p. 1-12, 2018.

LIMA, E. de M. **CAROÇO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.) NA ALIMENTAÇÃO DE BÚFALAS LACTANTES EM PASTEJO**. 2017. 55p. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Produção Animal) - UFRA. Belém, PA. 2017.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of silage**. 2. Ed. Edinburgh, Escócia: Chalcombe Publication, 1991. 340p.

SANTOS NETA, E. R.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; GOMES, D. I.; LUZ, J. B.; MACIEL, D. L.; SANTANA, K. R. da S.; ALVES, K. S. Chemical composition and rumen degradability of byproducts available in the Amazon region. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 3605-3616, 2019.

NRC, 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**, p. 260. National Research Council. The National Academies Press, Washington, USA, 2007, 362p.

PAHLOW, G; MUCK, R. E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S. J. W. H.; SPOELSTRA, S. F. Microbiology of Ensiling. In: Buxton, D. R.; Muck, R. E.; Harrison, J. H. (Eds). **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA, 2003, 897p.

PATRA, A. K., ASCHENBACH, J. R. Ureasas in the gastrointestinal tracts of ruminant and monogastric animals and their implication in urea-N / ammonia metabolism: A review. **Journal of Advanced Research**. v. 13, p. 39–50, 2018.

PHOLSEN, S; KHOTA, W; PANG, H; HIGGS, D; CAI, W. Characterization and application of lactic acid bacteria for tropical silage preparation. **Animal Science Journal**. doi: 10.1111/asj.12534. 2016.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. **Changes in forage quality during harvest and storage**. In: Fahey Jr., G.C. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison. American Society of Agronomy. p.828-868, 1994.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. de M.; DANTAS, P. A. de S.; DÓREA, J. R. R.; SILVA, T. C. da; PEREIRA, O. G.; LANA, R. de P.; COSTA, R. G. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-elefante com níveis de inclusão de jaca. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**. v.9, n.1, p. 64-73, 2008.

SCHMIDT, P. **PERDAS FERMENTATIVAS NA ENSILAGEM, PARÂMETROS DIGESTIVOS E DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO SILAGENS DE CANA-DE-AÇUCAR.** 2006, 228p. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP. Piracicaba, SP. 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: 3ª Ed. Editora UFV, 2002. 235p.

SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A. J. V.; BERNARDES, T. F.; AMARAL, F. C. do. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e Bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2000-2009, 2007.

SIQUEIRA, G. R. Aditivos Associados à Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros.** Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

SWIFT, R. W. The caloric value of TDN. **Journal of Animal Science**, v. 16, n. 4, p. 753–756, 1957.

TEBBE, A. W.; FAULKNER, M. J.; WEISS, W. P. Effect of partitioning the nonfiber carbohydrate fraction and neutral detergent fiber method on digestibility of carbohydrates by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 6218–6228, 2017.

TÓTH, L.; RYDIN, C.; NILSSON, R. Studies on Fermentation Processes in Silage. **Archly for Mikrobiologie**, v. 25, p. 208-218, 1956.

VIEIRA, P. de F. **EFEITO DO FORMALDEÍDO NA PROTEÇÃO DE PROTEÍNAS E LÍPIDIOS EM RAÇÕES PARA RUMINANTES.** 1980, 98p. Tese (Doutorado) – UFV. Viçosa, MG.1980.