



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ISADORA GABRIELE DA SILVA MATOS

**INCLUSÃO DE TORTA DE DENDÊ NA ENSILAGEM DE CASCA DE MANDIOCA
E SEUS EFEITOS NOS TEORES DE MATÉRIA SECA, PH, CARBOIDRATOS
SOLÚVEIS E CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO CIANÍDRICO**

BELÉM

2023

ISADORA GABRIELE DA SILVA MATOS

**INCLUSÃO DE TORTA DE DENDÊ NA ENSILAGEM DE CASCA DE MANDIOCA
E SEUS EFEITOS NOS TEORES DE MATÉRIA SECA, pH, CARBOIDRATOS
SOLÚVEIS E CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO CIANÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal Rural da Amazônia,
como parte das exigências para obtenção do
título de Bacharel em Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi

Coorientadora: Msc. Juliana Schuch Pitirini

BELÉM

2023

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação (CIP) Bibliotecas da Universidade
Federal Rural da Amazônia

Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M425i Matos, Isadora Gabriele da Silva

Inclusão de torta de dendê na ensilagem de casca de mandioca e seus efeitos nos teores de matéria seca, pH, carboidratos solúveis e concentração de ácido cianídrico / Isadora Gabriele da Silva Matos. -2023.

31 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Zootecnia, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi

Coorientador: Profa. MSc. Juliana Schuch Pitirini.

1. Capacidade fermentativa. 2. Subprodutos agroindustriais. 3. Glicosídeos cianogênicos. 4. Características intrínsecas. I. Faturi, Cristian, *orient.* II. Título

CDD 636.0852

ISADORA GABRIELE DA SILVA MATOS


**INCLUSÃO DE TORTA DE DENDÊ NA ENSILAGEM DE CASCA DE MANDIOCA
E SEUS EFEITOS NOS TEORES DE MATÉRIA SECA, PH, CARBOIDRATOS
SOLÚVEIS E CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO CIANÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

17 de Abril de 2023

Data da Aprovação


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 CRISTIAN FATURI
Data: 27/04/2023 22:26:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Cristian Faturi

(Orientador)

Universidade Federal Rural da Amazônia

Documento assinado digitalmente
 ANDRESSA FACCENDA
Data: 28/04/2023 16:28:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dr. Andressa Faccenda

(Primeiro Membro titular)

Universidade Federal Rural da Amazônia



Msc^ª. Dayana Mesquita Dergan

(Segundo Membro titular)

Universidade Federal Rural da Amazônia

À minha mãe Cleyde, mesmo tendo passado pouco tempo ao seu lado nesta vida, você me inspirou a ser uma mulher forte e lutar pelos meus sonhos. Você foi o meu ponto de partida, e por isso eu agradeço, mãe!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar e conceder a tranquilidade necessária para seguir em frente na realização dos meus sonhos.

Ao meu pai Júnior, que acreditou em mim e me apoiou nesse momento desde o início, mesmo quando não tinha ideia sobre o que se tratava o curso, ia sempre assistir algo sobre o meio rural para conversar. Também, aos demais da minha família que da mesma forma me apoiaram e acreditaram em mim, obrigada por tudo!

Em especial, a minha mãe Cleyde, minha vó Elza e meu avô Domingos, mesmo que vocês não estejam presentes nesse momento, vocês foram muito importantes para me tornar quem sou hoje e sei o quanto vocês estariam felizes de ver a realização do meu sonho.

Ao meu amado, David, que esteve do meu lado desde o início do curso, dividindo os momentos fáceis e difíceis, sempre me apoiando, incentivando e ajudando em todas as etapas. Agradeço por toda paciência, compreensão e cuidado que você teve comigo para que eu conseguisse alcançar esse objetivo. Te amo!

Aos meus amigos Aline, Any e Felipe. Sou imensamente grata por ter a amizade de vocês, durante esses longos 5 anos de graduação, vocês estiveram ao meu lado em todos os momentos, me apoiando e encorajando a seguir em frente. Mesmo com todo o estresse, surtos e as piadas sobre desistir do curso, conseguimos permanecer juntos, ajudando uns aos outros. Vocês tornaram essa experiência muito melhor. Amo vocês.

À minha coorientadora Juliana Pitirini, que me acompanhou desde o início deste trabalho, fornecendo explicações, dicas e conselhos que me ajudaram a entender melhor cada assunto e elaborar este trabalho. Eu admiro muito você e seu profissionalismo. Muito obrigada por toda a ajuda.

Ao meu orientador Cristian Faturi por me guiar na construção deste trabalho, pela paciência e calma ao esclarecer minhas dúvidas. Agradeço por essa oportunidade de aprendizado e pela contribuição para a minha formação acadêmica e profissional.

A Lorena por ter me acompanhado em toda a parte das análises de laboratório, sofremos com a parte matemática, mas conseguimos. Obrigada por dividir seu conhecimento comigo.

Ao meu amigo de experimento Luis, obrigada por toda a ajuda e dedicação em cada dia no laboratório, saindo tarde e enchendo a tia do Bagé de mensagem para ir buscar a gente na zoo. Também aos demais que de alguma forma contribuíram através das escalas realizadas, Obrigada.

Ao Grupo de Estudo em Ruminantes e Forragicultura da Amazônia, por todos os conhecimentos compartilhados, pelas experiências científicas vivenciadas e as amizades conquistadas.

RESUMO

A produção animal tem um alto custo, sendo a alimentação responsável por 70-80% desse valor. Como alternativa aos cereais convencionais, pode-se utilizar subprodutos agroindustriais como a casca de mandioca e a torta de dendê. No entanto, a casca de mandioca possui glicosídeos cianogênicos que geram ácido cianídrico, tóxico para os animais, sendo a ensilagem uma alternativa para reduzir seus níveis. Porém, devido à dificuldade da casca de mandioca em reter água, é necessário o uso de um aditivo absorvente, como a torta de dendê. Para garantir uma silagem de qualidade, é importante ter um nível adequado de matéria seca, baixa capacidade tampão e níveis adequados de carboidratos fermentáveis. Dessa forma, objetivou-se avaliar a inclusão de torta de dendê na ensilagem de casca de mandioca, e seus efeitos sobre a matéria seca, pH, carboidratos solúveis e concentração de ácido cianídrico. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, sendo os tratamentos cinco níveis de torta de dendê em silagens da casca de mandioca (0%, 15%, 30%, 45% e 60% na matéria natural). Após abertura dos silos amostras foram encaminhadas para realização das análises de matéria seca, pH, carboidratos solúveis em água e ácido cianídrico. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. A inclusão da torta de dendê promoveu efeito linear crescente ($P < 0,05$) para os teores de matéria seca e pH. Entretanto, para carboidratos solúveis em água houve redução linear nas suas concentrações. Em relação ao ácido cianídrico, não houve diferença significativa entre os tratamentos. A torta de dendê aumentou os níveis de matéria seca, demonstrando sua eficácia como aditivo absorvente de umidade. Além disso, não comprometeu a qualidade de fermentação das silagens, visto que os valores de pH permaneceram dentro da faixa ótima.

Palavras-chave: capacidade fermentativa; características intrínsecas; glicosídeos cianogênicos; subprodutos agroindustriais.

ABSTRACT

Animal production has a high cost, with feed responsible for 70-80% of that value. As an alternative to conventional cereals, agro-industrial by-products such as cassava peel and palm kernel cake can be used. However, cassava peel contains cyanogenic glycosides that generate hydrogen cyanide, which is toxic to animals. Silage is an alternative to reduce the levels of hydrogen cyanide. However, due to the difficulty of cassava peel in retaining water, an absorbent additive such as palm kernel cake is necessary. To ensure quality silage, it is important to have an adequate level of dry matter, low buffering capacity, and adequate levels of fermentable carbohydrates. Thus, the objective was to evaluate the inclusion of palm kernel cake in cassava peel silage and its effects on dry matter, pH, soluble carbohydrates, and hydrogen cyanide concentration. The experimental design was a randomized block design, with five levels of palm kernel cake in cassava peel silage (0%, 15%, 30%, 45%, and 60% in the natural matter). After opening the silos, samples were taken for analysis of dry matter, pH, water-soluble carbohydrates, and hydrogen cyanide. Data were analyzed by analysis of variance and regression. The inclusion of palm kernel cake promoted a linearly increasing effect ($P < 0.05$) on dry matter and pH levels. However, there was a linear reduction in water-soluble carbohydrates. Regarding hydrogen cyanide, there was no significant difference between treatments. Palm kernel cake increased dry matter levels, demonstrating its effectiveness as a moisture-absorbing additive. Furthermore, it did not compromise the fermentation quality of the silages, since the pH values remained within the optimum range.

Keywords: fermentative capacity; intrinsic characteristics; cyanogenic glycosides; agro-industrial by-products.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 A cultura da mandioca.....	11
2.2. Silagem e características intrínsecas.....	13
2.3. Torta de dendê	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Localização, delineamento experimental e caracterização.	17
3.2 Análises laboratoriais.....	18
3.2.1 Determinação de Matéria Seca (MS)	18
3.2.2 Potencial hidrogeniônico (pH)	19
3.2.3 Carboidratos Solúveis em Água (CSA)	19
3.2.4 Capacidade Tampão (CT)	19
3.2.5 Teor de ácido cianídrico (HCN).....	20
3.3 Análise estatística	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

Os custos com alimentação na produção animal são expressivos, podendo representar de 70% a 80% do custo total, especialmente em sistemas intensivos. Diante do alto custo dos cereais convencionais, como soja e milho, o uso de subprodutos agrícolas têm sido promovido como uma alternativa viável e compensatória (GOES *et al.*, 2013; POLIZEL & SOARES, 2021).

Devido ao fato de ser o maior produtor nacional de mandioca e de dendê, o estado do Pará gera dois subprodutos com potencial de serem utilizados na alimentação animal: a casca de mandioca, obtida durante o processamento da raiz; e a torta de dendê, produzida a partir da extração do óleo de palmiste (IBGE, 2022; MENEGHETTI e DOMINGUES, 2008; MULLER, 1980).

A casca de mandioca é um subproduto produzido durante a etapa inicial da fabricação da farinha. É composta pela casca, entrecasca e pontas da mandioca, e possui potencial para ser utilizada na alimentação animal. Em sua composição podemos observar valores em torno de 34% de matéria seca e 66% de carboidratos não fibrosos (FARIA *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2007). Entretanto, a mandioca contém glicosídeos cianogênicos nas raízes e folhas, linamarina e lotaustralina, os quais podem liberar ácido cianídrico, e levar os animais à quadros de intoxicação. Uma das formas de reduzir a concentração dessa substância é através da ensilagem do material, a qual tem demonstrado resultados interessantes (DE ASSSIS LINHARES, 2019; SILVA *et al.*, 2019).

Porém, é importante destacar que tanto a raiz quanto a casca de mandioca apresentam baixo poder higroscópico, ou seja, possuem uma capacidade reduzida de reter água, o que torna a casca um alimento perecível (PITIRINI *et al.*, 2021). Esta característica pode prejudicar sua qualidade durante a ensilagem, uma vez que favorece a produção de efluentes, levando a perdas de componentes orgânicos e a fermentações indesejáveis (ZANINE *et al.*, 2010). Uma alternativa para reduzir essas perdas, é utilizar aditivos absorventes de umidade, que possuem alto teor de matéria seca.

A torta de dendê é outro subproduto agroindustrial viável na alimentação animal, especialmente para ruminantes, devido à sua composição nutricional. É disponível o ano todo e tem um custo relativamente baixo em regiões de alta produção, como o Norte e o Nordeste (COSTA *et al.*, 2011). A torta de dendê apresenta em torno de 81-92% de matéria seca

(RODRIGUES, 2018; SANTOS *et al.*, 2019). Em razão do elevado teor de matéria seca, este subproduto pode ser utilizado como aditivo absorvente de umidade no processo de ensilagem.

Segundo Mc Donald (1991), para uma boa preservação da cultura como silagem, é essencial que ela possua características ideais, incluindo um teor adequado de matéria seca, baixa capacidade tamponante e níveis adequados de substrato fermentável em carboidratos solúveis em água. A matéria seca do alimento está relacionada com a umidade, que pode influenciar na confecção da silagem, como difícil compactação e crescimento de microrganismo indesejáveis. Portanto, é recomendável que o seu teor esteja entre 28 e 40% (JOBIM *et al.*, 2009).

A concentração de carboidratos solúveis em uma silagem está relacionada à fermentação realizada pelos microrganismos presentes na massa ensilada, principalmente as bactérias ácido lácticas. Para uma boa fermentação, é desejável que haja no mínimo de 6 a 8% de carboidratos solúveis (MC DONALD *et al.*, 1991). De acordo com Jobim *et al* (2009), a capacidade tampão se refere a resistência do material à reduções de pH, e, portanto, está associada a composição química, como: teores de proteína bruta, íons inorgânicos e ácidos orgânicos, visto que os níveis desses compostos propiciam maior resistência para reduzir o pH. O conjunto dessas características consideradas intrínsecas do material, compõem a capacidade fermentativa.

Dessa forma, objetivou-se avaliar a inclusão de torta de dendê na ensilagem de casca de mandioca, e seus efeitos sobre a matéria seca, pH, carboidratos solúveis e concentração de ácido cianídrico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta referente a família das *Euphorbiaceae*, e possui como características agronômicas a perenidade, tolerância a prolongados períodos de estiagem e uma adaptação morfológica para retenção de água (NASSAR e ORTIZ, 2010). Devido a estes e outros aspectos, é considerada produtiva em solos de baixa fertilidade, possuindo propagação por meio de estacas ou sementes (SILVA *et al.*, 2018).

Segundo Peressin *et al* (2022), cerca de 56% da produção mundial de mandioca está concentrada em cinco países, sendo eles: Nigéria, República Democrática do Congo, Tailândia, República do Gana e Brasil. A produção nacional de mandioca na safra de 2022, alcançou

18.227.561 toneladas, sendo a região Norte a maior produtora, com destaque para o estado do Pará que produziu 4.128.590 toneladas (IBGE, 2022).

Com base em seu uso e características distintas, a mandioca pode ser classificada em três categorias: mandioca de mesa, para indústria e para forragem. A mandioca de mesa é consumida principalmente como alimento fresco e é preferida por seu baixo teor de ácido cianogênio, alta produtividade e facilidade de preparo. Já a mandioca para indústria é caracterizada por possuir alto teor de amido (ideal acima de 30%) e alta capacidade de produção, sendo utilizada em diversas aplicações industriais, como a produção de farinha de mandioca e outros produtos alimentícios. As mandiocas para forragem possuem maior crescimento da parte aérea, promovendo assim alto rendimento e valor nutritivo, utilizados na alimentação animal, principalmente para a produção de silagem (CEREDA, 2003; TAGLIAPIETRA *et al.*, 2019).

A raiz da mandioca é um alimento básico na mesa da população brasileira e de outros países como a África, sendo considerada principalmente como uma fonte energética na alimentação (TAGLIAPIETRA, 2020). Durante o processamento da raiz de mandioca para fabricação de farinha e fécula, é gerado subprodutos como a casca, farelo de varredura e a raspa, que são alternativas interessantes para a alimentação animal (MENEGETTI e DOMINGUES, 2008).

A casca de mandioca é o subproduto da etapa inicial da fabricação da farinha, sendo composta pela casca, entrecasca e pontas da raiz da mandioca (DOURADO *et al.*, 2017). De acordo com Santana *et al.* (2014), do peso total das raízes, 5% é constituído pela casca, sendo que este valor pode variar conforme o tipo de cultivar, idade de colheita, grau de contaminação e tipo do solo.

Por se tratar de um subproduto agroindustrial, sua composição bromatológica pode variar conforme processamento e cultivar. Sendo assim, na casca de mandioca a matéria seca está em volta de 34%, os teores de proteína bruta em 4%, e cerca de 66% de carboidratos não fibrosos (FARIA *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2007).

Além disso, este subproduto é rico em amido, contendo aproximadamente 60,68%, esta quantidade tem relação com o processamento de extração da casca. Durante o descascamento da raiz, a mandioca atravessa um equipamento denominado lavador-descascador, que através do movimento rotacionado das hastes, proporciona atrito entre as raízes, removendo assim a casca. Dessa forma, dependendo da regulagem do aparelho, este atrito pode resultar em maior

remoção dos pedaços da raiz da mandioca, provocando aumento no teor de amido e na quantidade de resíduo (SOUTO *et al.*, 2016). Outra forma comumente utilizada para se obter a casca de mandioca é pelo descascamento manual, no qual as raízes são lavadas em tanques com água potável e, em seguida, são descascadas com auxílio de facas ou raspador (DE ALMEIDA *et al.*, 2014).

Este subproduto possui um grande potencial para alimentação animal, entretanto, a mandioca contém em todos os seus tecidos, glicosídeos cianogênicos que a tornam tóxica para o consumo. A linamarina e lotaustralina são os dois glicosídeos cianogênicos presentes na mandioca, estes após a ruptura do tecido sofrem hidrólise, que conseqüentemente gera o ácido cianídrico. As mandiocas são classificadas quanto a sua toxicidade, conforme o teor de ácido cianídrico presente, sendo: mansas – menos de 50 mg HCN/Kg; moderadamente venenosa – 50 a 100 mg HCN/Kg; venenosa ou brava – acima de 100 mg HCN/Kg (CHISTÉ & COHEN, 2008; DE ASSIS LINHARES *et al.*, 2019).

Devido a isso, estratégias vêm sendo estudadas para diminuir a concentração de ácido cianídrico, tais como a desidratação natural e o processo fermentativo da ensilagem, que promovem fácil volatilização desse composto (SILVA *et al.*, 2015).

2.2. Silagem e características intrínsecas

O processo de ensilagem é um método de conservação de forragem ou grãos, que ocorre através da fermentação microbiana em meio anaeróbio, gerando um produto final denominado silagem (NOVAES *et al.*, 2004). Este processo ocorrerá da mesma forma, independente do material ensilado, compreendendo as etapas de colheita, picagem, enchimento do silo, compactação e vedação (PEREIRA *et al.*, 2015).

De acordo com Mc Donald *et al* (1991), a silagem pode ser realizada a partir de uma extensa variedade de culturas, estas podem ser produzidas especificadamente para produção de silagem, ou podem ser providas de excedentes. Os mesmos autores citaram características ideais para que a cultura escolhida seja bem preservada na forma de silagem, sendo elas: adequado teor de matéria seca, baixa capacidade tamponante e nível adequado de substrato fermentável na forma de carboidratos solúveis em água.

A quantidade de matéria seca (MS) é crucial durante o processo de ensilagem, pois pode influenciar diversos aspectos da fermentação. Sendo essencial ensilar uma cultura com um teor de matéria seca adequado, pois essa característica terá o maior impacto na qualidade do produto final (JOBIM & NUSSIO, 2013; WOOLFORD, 1984). O teor ideal de matéria seca na

ensilagem de forrageiras deve estar entre 28% e 40% (JOBIM *et al.*, 2009). Sendo assim, forragens com teores de matéria seca acima do ideal tendem a ter maior resistência à compactação, o que pode dificultar a atingir a densidade adequada e permitir a presença de mais oxigênio entre as partículas no silo, prejudicando a qualidade da ensilagem e o seu processo de fermentação anaeróbica (FREITAS *et al.*, 2017). Já forragens que possuem teor de matéria seca abaixo de 28%, podem apresentar altas perdas de efluentes quando compactadas em elevadas densidades, e também favorecem o crescimento de microrganismos sensíveis a disponibilidade de água, como os clostrídios e enterobactérias (MACÊDO & SANTOS, 2019; TOMICHI *et al.*, 2003). A produção de efluentes proporciona a perda de componentes orgânicos como açúcares, ácidos orgânicos e proteínas (ZANINE *et al.*, 2010).

A capacidade tampão (CT) ou poder tampão, é referente a resistência da massa ensilada a diminuição do pH, e está associada principalmente a composição do material. A maior parte das propriedades tamponantes das forragens é devida à presença de ânions, tais como ácidos orgânicos e sais, ortofosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos. Apenas cerca de 10 a 20% destas propriedades estão relacionadas à ação de proteínas vegetais (ÁVILA *et al.*, 2006). A velocidade da queda do pH é importante para inibir a proliferação de microrganismos indesejáveis. Quanto mais rápido o pH cair, mais eficiente será a inibição dessas bactérias, protegendo assim a qualidade da silagem e evitando problemas na fermentação (JOBIM *et al.*, 2007). O milho é considerado uma cultura com baixa capacidade tampão (200-250 e.mg/kg de MS) e as leguminosas com alta (500-550 e.mg/kg de MS) (MC DONALD *et al.*, 1991).

Ademais, carboidratos solúveis e poder tampão possuem uma relação que é um indicador de acidez, sendo assim, quanto mais baixa for essa relação, maior será a necessidade de uma concentração elevada de matéria seca para evitar fermentações indesejáveis (ÁVILA *et al.*, 2006).

A concentração de carboidratos solúveis (CS) da cultura ou forragem na hora da ensilagem é crucial para o sucesso dos processos fermentativos. Estes carboidratos são a fonte principal de energia para as bactérias ácido-láticas, que produzem ácidos e reduzem o pH, preservando assim o material ensilado (BOLSEN, 1995; VILELA, 1997). Segundo Woolford (1984), as principais formas de carboidratos solúveis encontradas nas plantas forrageiras são frutose, glicose, sacarose e frutanas. É importante destacar que a sacarose e as frutanas são rapidamente hidrolisadas em seus monômeros logo após a colheita.

Para uma fermentação adequada, é recomendável que a quantidade de carboidratos solúveis seja entre 6% e 8%. Valores abaixo ou acima desse intervalo podem causar fermentações inadequadas e prejudicar a qualidade da silagem (MC DONALD *et al.*, 1991). Conforme Weissback & Honig (1996), o nível de carboidratos solúveis para uma fermentação efetiva, depende da capacidade tampão e do teor de matéria seca do material a ser ensilado. Para caracterizar essa relação, foi proposto pelos mesmos autores a seguinte equação: $CF=MS+8 \times CS/PT$, onde CF é o coeficiente de fermentação; MS é a matéria seca; CS corresponde a carboidratos solúveis e PT ao poder tampão.

Um dos indicadores mais frequentemente utilizados na avaliação de silagens é o pH, podendo ser um indicador da qualidade da fermentação. O valor de pH está estreitamente ligado à concentração de ácidos no meio, especialmente o ácido lático, que tem uma constante de dissociação maior que os outros ácidos observados geralmente na silagem e possui uma alta capacidade acidificante (SURGE *et al.*, 2010).

Segundo estudos realizados por Woolford (1984), a faixa de pH pode influenciar na qualidade da microbiota na silagem durante a fermentação. Quando o pH está na faixa de 6,0, clostrídios e enterobactérias se desenvolvem; na faixa de 5,0, bactérias heterofermentativas do ácido lático; na faixa de 4,0, bactérias homofermentativas do ácido lático; e valores de pH abaixo de 3,5 permitem o desenvolvimento de leveduras. É importante avaliar o pH não apenas de forma isolada, mas junto com outros indicadores de avaliação de silagens, pois uma silagem pode não ser considerada de qualidade apenas por ter um pH próximo a 4,0.

A mandioca e seus subprodutos são fontes alternativas ao milho na alimentação animal, contendo a casca de mandioca um grande potencial desde que seu uso seja associado a técnicas que melhorem sua conservação e aproveitamento nutricional (SOUZA DE FERREIRA *et al.*, 2020).

Além disso, esse processo de fermentação que ocorre na confecção da silagem contribui na diminuição de 67% da concentração de ácido cianídrico. Essa redução pode decorrer da fermentação da linamarina pelas bactérias anaeróbias existentes no silo, visto que este glicosídeo no calor se torna estável e, portanto, pode ser convertido em glicose, ácido cianídrico e acetona (ARAÚJO, 2001; SILVA *et al.*, 2019).

Vale ressaltar que em estudos realizados com a silagem da raiz de mandioca, observou-se altas perdas de efluentes, mesmo possuindo 40% de matéria seca, indicando uma baixa

retenção de água (PITIRINI *et al.*, 2021). Dessa forma, se faz necessário a utilização de aditivos absorventes de água, que elevem a matéria seca, e diminuam as perdas.

2.3. Torta de dendê

O dendezeiro (*Elaeis guineensis* Jacq.) é uma palmeira, monocotiledônea, perene, oleaginosa, que apresenta longo ciclo de vida, do qual em exploração agroindustrial pode alcançar 25 anos (BARCELOS *et al.*, 1995; MORCILLO *et al.*, 2007). Apresenta melhor desenvolvimento em regiões tropicais, pois seu processo produtivo é influenciado diretamente pelo clima (MULLER e ALVES, 1997). É conhecida mundialmente por ser a oleaginosa mais produtiva, podendo render cerca de 4 a 6 toneladas de óleo por hectare, este valor é 1,5 vezes maior que a produtividade do óleo de coco, 2 vezes a do óleo de oliva e 10 vezes superior à do óleo de soja (FURLAN *et al.*, 2003).

Os maiores produtores mundiais de óleo de dendê são a Indonésia e a Malásia, que produziram juntos na safra de 2022/2023 cerca de 64 milhões de toneladas, correspondendo a 83% da produção mundial (USDA, 2023). Já a produção brasileira de dendê, concentra-se no Pará e na Bahia, sendo o maior produtor o estado do Pará, que produziu no ano de 2021 em torno de 2.846.023 toneladas (IBGE, 2022).

Do fruto do dendezeiro pode-se extrair dois tipos de óleos: o óleo de dendê, extraído da polpa do fruto; e o óleo de palmiste, retirado da amêndoa do dendê, deste último é gerado a torta de dendê que possui utilidade na alimentação animal (MULLER, 1980). De acordo com Furlan Júnior (2006), a partir do processamento dos frutos do dendezeiro são gerados produtos e subprodutos, sendo em média: 20% óleo de palma bruto, 1,5% óleo de palmiste, 3,5% torta de dendê, 22% engaços, 12% fibras, 5% cascas, e 50% efluentes líquidos.

Segundo Costa *et al* (2011), dentre estes subprodutos a torta de dendê mostra-se uma alternativa viável na alimentação animal, principalmente de ruminantes, visto que além de apresentar boa composição nutricional, é disponível durante o ano e possui baixo custo em regiões de alta produção como o Norte e Nordeste.

A produção da torta de dendê consiste na moagem do dendê seguida de prensagem, com ou sem etapas intermediárias de descamação e cozimento. Durante o processo de prensagem, o óleo de palmiste bruto é direcionado para clarificação e a torta de dendê residual é resfriada e armazenada (SUE, 2001). Além do método mecânico, tem-se a extração por meio de solventes químicos, no qual dependendo do processo de extração, a composição química do subproduto

irá variar. Como consequência dessa variação decorrente do processo de extração, tem se a dificuldade para adequar o uso desse subproduto na alimentação animal (COSTA, 2006).

A torta de dendê é composta por cerca 81 a 92% de matéria seca, 14% de proteína bruta, 7% de extrato etéreo, 67% de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas, 6,8% de matéria mineral e 7% de carboidratos não fibrosos (RODRIGUES, 2018; SANTOS *et al.*, 2019).

Este subproduto se destaca pela alta quantidade de óleo residual presente, e por este motivo vem sendo utilizado como substituto de alimentos energéticos nas dietas, como o milho (WALLACE *et al.*, 2010). Entretanto, Silva *et al.* (2014), consideraram este um alimento volumoso, visto que apresenta quantidade superior a 50% de fibra em detergente neutro. Em relação ao conteúdo protéico, apesar de ser classificado como baixo, possui uma alta qualidade em razão do elevado teor do aminoácido metionina (COSTA *et al.*, 2011).

Devido ao seu alto teor de matéria seca, a torta de dendê possui potencial como aditivo absorvente na confecção de silagens, pois a produção de efluentes diminui à medida que o teor de matéria seca do material aumenta. Consequentemente, a perda de nutrientes é minimizada, conservando melhor a qualidade nutricional do material ensilado (MÂCEDO & SANTOS, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, delineamento experimental e caracterização.

As silagens foram confeccionadas na empresa Serip Nutrição Animal, localizada no município de Castanhal, Pará (01°16'58.68" S, 47°08'06.35" O, 34 metros de altitude). De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Am com média anual de temperatura de 26 °C, com média anual de precipitação em torno de 2500 mm (ALVARES *et al.* 2013). Após a confecção, as silagens foram transportadas para a Universidade Federal Rural da Amazônia –Belém (1°27'16.09"S, 48°26'19.02"O, 19 metros de elevação) que segundo Köppen, o clima da região é classificado como tropical úmido (Af). A precipitação pluviométrica anual média é de 2774mm, com período chuvoso de dezembro a maio, e menos chuvoso de junho a novembro. A temperatura média anual é de 26,9 °C e umidade relativa do ar em torno de 82% (ALVARES *et al.*, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo os tratamentos cinco níveis de inclusão da torta de dendê na ensilagem da casca de mandioca (0%, 15%, 30%, 45% e 60% na matéria natural). Os tratamentos foram distribuídos em 5 blocos, totalizando 25

unidades experimentais. A casca de mandioca e a torta de dendê utilizada nesse estudo foram obtidas pela Serip Nutrição Animal.

Para confecção das silagens, colocou-se as proporções de casca de mandioca e torta de dendê no chão, em superfície limpa na forma de pilhas de 200 kg cada, em seguida procedeu-se a homogeneização das mesmas. Os silos utilizados foram sacos plásticos com capacidade para 40 kg, e o enchimento e compactação foram realizados de forma manual. Na vedação, utilizou-se lacres plásticos do tipo abraçadeira. No momento da ensilagem foram coletados 400 g de casca de mandioca e de torta de dendê usadas em cada repetição para caracterização (TABELA 1).

Tabela 1- Composição química, CT, pH e ácido HCN da casca de mandioca e da torta de dendê in natura.

Alimento	MS	CSA	CT	pH	HCN
Casca de mandioca	37,57	5,15	231,39	3,61	10,8
Torta de Dendê	89,04	2,01	58,92	5,70	-

MS: Matéria seca (%); CSA: Carboidratos solúveis em água (% MS); CT: Capacidade tampão (e.mg NaOH/ Kg MS); HCN: Ácido cianídrico (mg HCN/ Kg MN)

Na sequência, os sacos foram transportados para a Universidade Federal Rural da Amazônia – Belém onde permaneceram armazenados em temperatura ambiente de $28,9^{\circ}\text{C} \pm 1,09^{\circ}\text{C}$, sobre um estrado de madeira por 30 dias. Os sacos foram empilhados e organizados horizontalmente, contendo 5 sacos com cada tratamento para as 5 repetições realizadas, visando-se simular as condições que as silagens são armazenadas para comercialização, e este foi considerado o fator de blocagem.

3.2 Análises laboratoriais

As análises de laboratório foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTAN), localizado no setor da Zootecnia da Universidade Federal Rural da Amazônia – Belém.

3.2.1 Determinação de Matéria Seca (MS)

Foram coletados 500 g dos ingredientes *in natura* e das silagens, obtidas no momento de abertura dos silos, e armazenadas em temperatura de -20°C . Após serem descongeladas a temperatura ambiente, foram pesadas e submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar por 72 h a 55°C , sendo posteriormente moídas em moinho de faca tipo Willey,

com peneira com crivo de 1 mm de diâmetro. Após esses procedimentos nas amostras, foram determinados os teores de matéria seca (MS), em estufa de secagem definitiva (105°C) por 16 horas (método 934.01) (AOAC, 1990).

3.2.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para determinação do pH foi preparado um extrato aquoso, utilizando-se 25g de silagem e 100mL de água destilada (BOLSEN *et al.*, 1992). Posteriormente, foi realizada homogeneização com bastão de vidro, sendo feita a leitura do pH após 30 minutos de repouso, com auxílio de um potenciômetro de bancada (mPA – 210P, Tecnopon, Brasil).

3.2.3 Carboidratos Solúveis em Água (CSA)

Para determinação dos carboidratos solúveis em água (CSA) a metodologia seguida foi a de Dubois *et al* (1956), onde realizou-se uma extração etanólica em tubos de digestão Kjeldahl. Para cada tubo foi adicionada uma alíquota de 0,1 g de amostra pré-seca, triturada em peneira com crivos de 1 mm. Logo depois, foram adicionados 30 mL de etanol (80% v/v) e os tubos foram levados para o banho maria em ebulição permanecendo por 30 minutos. O extrato foi filtrado em papel filtro e o volume corrigido para 30 mL com a adição de água deionizada. Para reação colorimétrica, utilizou-se 0,5 mL do extrato, 0,5 mL de fenol (5% m/v) e 2,5 mL de ácido sulfúrico. Os mesmos procedimentos utilizados para as amostras, foram usados para preparar o branco e, também, uma curva de calibração com solução padrão de glicose 0,1 mg/ml. Cada ponto da curva de calibração continha as seguintes concentrações da solução em mg/ml: P1 = 0,01; P2 = 0,02; P3 = 0,03; P4 = 0,04; P5 = 0,05; P6 = 0,06; P7 = 0,07; P8 = 0,08; P9 = 0,09; P10 = 0,10. Os carboidratos foram quantificados por espectrofotometria a um comprimento de onda de 490 nm utilizando-se um leitor de placas Multiskan Sky (Thermo Fisher Scientific). E a concentração de carboidratos foi mensurada por comparação com as concentrações conhecidas estabelecidas na curva de calibração.

3.2.4 Capacidade Tampão (CT)

A análise de capacidade tampão foi realizada apenas para o material *in natura*, sendo a técnica escolhida a descrita por Playne e Mc Donald (1996) que consiste em macerar de 10 a 20 g de material fresco com 250 ml de água destilada. Após isso, foi anotado o pH inicial da amostra macerada, para depois ser titulado a pH 3 com ácido clorídrico 0,1 N para liberar bicarbonato e dióxido de carbono. Logo depois, o macerado foi titulado para pH 4 através da adição do hidróxido de sódio 0,1 N e novamente titulado para pH 6 com a mesma solução. Sendo o volume gasto de NaOH para alterar o pH de 4 para 6 registrado. A capacidade tampão

é expressa como equivalente miligrama (e.mg) de álcali, requerido para mudar o pH de 4,0 até 6,0 por 100 g de matéria seca, após correção para o valor da titulação de 250 mL de água destilada (Branco). O cálculo final utilizado foi conforme Mizubuti (2009):

$$\text{CATP} = \frac{0,1 * (\text{Va} - \text{Vb}) * 100}{\text{PA}}$$

Em que,

CATP = capacidade tampão em e.mg NaOH/100 g MS;

0,1 = Normalidade do NaOH;

Va = volume de NaOH gasto para mudar o pH da amostra de 4,0 para 6,0;

Vb = volume de NaOH gasto para mudar o pH do branco de 4,0 para 6,0;

PA = peso da amostra seca = [(peso da amostra*MS) / 100].

Após a realização desse cálculo o resultado obtido foi transformado para equivalente miligrama de NaOH por quilo de matéria seca (e.mg NaOH/ Kg MS).

3.2.5 Teor de ácido cianídrico (HCN)

O teor de ácido cianídrico (HCN) nas amostras de casca da mandioca in natura e das silagens foi determinado segundo metodologia de Ades Totah e Hernandez Luis (1986) adaptada por Silva (2015), em que 20 gramas de amostra fresca foram depositadas em um Kitassato de 250 ml com 100 ml de água destilada e em seguida colocados em sistema de destilação junto a um Erlenmeyer de 125 ml contendo 10 ml de hidróxido de sódio para coletar o HCN destilado. O Kitassato foi alocado em um banho maria por duas horas, e a temperatura foi mantida entre 35-40°C. Terminada a hidrólise, foi realizada uma destilação com auxílio do destilador de nitrogênio Lucadema, no qual foi realizada a transferência do conteúdo do kitassato para um tubo digestor de um destilador Kjeldahl. A destilação foi concluída quando coletado aproximadamente 60 ml no Erlenmeyer, em seguida, completou-se o volume coletado com água destilada até atingir 125 ml. Por fim, foram retiradas alíquotas de 50 ml do conteúdo coletado no Erlenmeyer, para posterior adição de 4 ml do hidróxido de amônio 6 N e 1 ml da solução de iodeto de potássio 5% (p/v sol. Ác.). A titulação foi feita com nitrato de prata 0,02 N até ligeira turbidez da amostra. O teor de HCN foi expresso em mg HCN/kg de matéria natural (MN).

3.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, ANOVA, para testar os efeitos dos níveis de torta de dendê. Em caso de efeito significativo, foi realizada análise de regressão polinomial ($p < 0,05$) por meio do PROC REG através do Software SAS 9.4, conforme modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = valor da unidade experimental submetido no i-ésimo nível de inclusão no j-ésimo bloco;

μ = efeito da média geral;

α_i = efeito fixo associado a i-ésimo nível de inclusão, ($i = 0, 15\%, 30\%, 45\%, 60\%$);

β_j = efeito aleatório associado a j-ésimo bloco, ($j = 1, 2, 3, 4, 5$);

e_{ij} = erro aleatório associado a unidade experimental submetido ao i-ésimo nível de inclusão no j-ésimo bloco.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos valores médios apresentados na tabela 1, obteve-se que a casca de mandioca *in natura* apresentou um coeficiente de fermentação de 37,7, que conforme Weissbach e Honig (1996), um CF igual ou maior a 35 demonstra que o alimento contém substrato fermentável suficiente disponível para uma boa fermentação, ou seja, adequados teores de MS, CSA e poder tampão.

Na tabela 2 podemos observar os valores médios obtidos para teor de MS, pH, concentrações de CSA e HCN das silagens. Conforme o apresentado, verificou-se que houve efeito linear significativo ($P < 0,05$) entre os níveis de inclusão da torta de dendê para as variáveis estudadas nas silagens, com exceção da concentração de HCN, que não demonstrou efeito. Ademais, notou-se que o comportamento linear expressou melhor os resultados.

Tabela 2- Valores médios de MS, pH, CSA e HCN das silagens de casca de mandioca com torta de dendê.

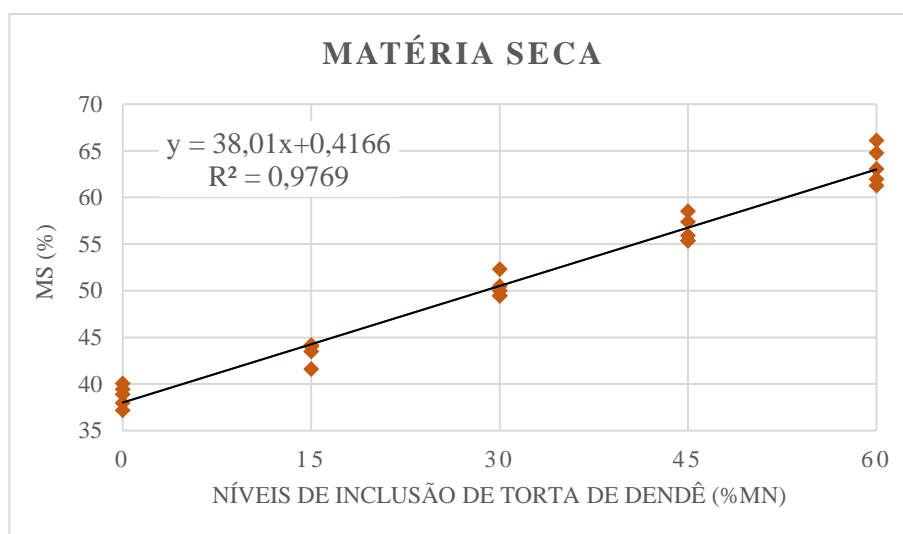
Item	Níveis de Inclusão da torta de Dendê (%)					P-Valor	
	0	15	30	45	60	Linear	Quadrática
MS	38,73	43,48	50,36	56,53	63,45	<0,0001	0,1310
pH	3,55	3,65	3,69	3,83	3,98	<0,0001	0,2452
CSA	3,66	3,88	3,36	2,95	2,61	<0,0001	0,0870
HCN	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	-	-

MS: Matéria seca (%); CSA: Carboidratos solúveis em água (% MS); HCN: Ácido cianídrico (mg HCN/ Kg MN)

Os níveis de adição de torta de dendê influenciaram significativamente nos teores de MS ($P < 0,0001$), apresentando um comportamento linear crescente (FIGURA 1). Sem a adição da torta, a silagem apresentou valor de MS próximo ao da casca de mandioca antes de ser ensilada (37,57%). À medida que aumentou os níveis de inclusão da torta de dendê na silagem de casca de mandioca, observou-se aumento no teor de matéria seca. A elevação dos teores de MS nas silagens foi ocasionada pelo alto teor de MS presente na torta de dendê (89%), demonstrando seu possível efeito como aditivo sequestrante de umidade.

Este resultado é consistente com a pesquisa de Oliveira *et al.* (2011), que também constatou um efeito linear positivo da adição de torta de dendê nos valores de matéria seca da silagem de capim-Massai. Os autores concluíram que o melhor nível de inclusão de torta de dendê é de 24% (38,3% de MS), pois resultou em maiores teores de MS, PB e EE, e melhorou os padrões de fermentação da silagem de capim-Massai.

Figura 1- Efeito da inclusão da torta de dendê sobre o teor de matéria seca.

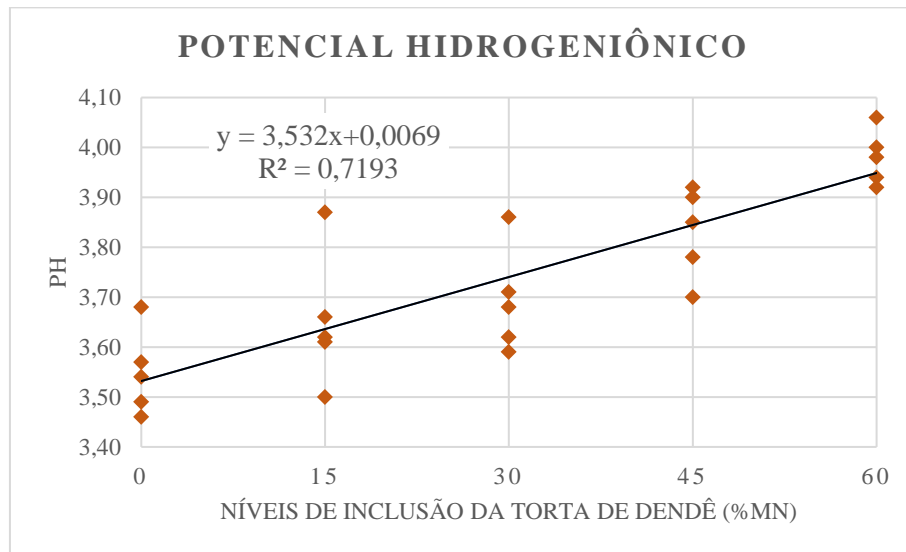


Fonte: Autoral (2023)

O pH também aumentou com o acréscimo da torta de dendê na silagem (FIGURA 2), o que promoveu efeito linear crescente ($P < 0,0001$). No presente trabalho, esse aumento é justificado pelo elevado pH apresentado pela torta de dendê em comparação com a casca de mandioca *in natura*, dessa forma, conforme ocorreu a predominância da torta nas silagens, o pH foi se elevando, porém, apesar desse crescimento, os valores médios de pH permaneceram adequados, variando em média entre 3,6 e 3,9, sendo considerado o ideal uma faixa entre 3,8 e 4,2 (MC DONALD, 1981).

Embora tenha ocorrido essa variação crescente entre os valores de pH das silagens, observou-se que houve uma rápida queda do pH inicial da torta (5,70) para o pH final das silagens em apenas 30 dias de estudo. Esse fator é explicado pela baixa capacidade tampão que o alimento possui (TABELA 1), característica necessária para facilitar a rápida queda de pH e conservação do material.

Figura 2- Valores de pH conforme os níveis de inclusão de torta.

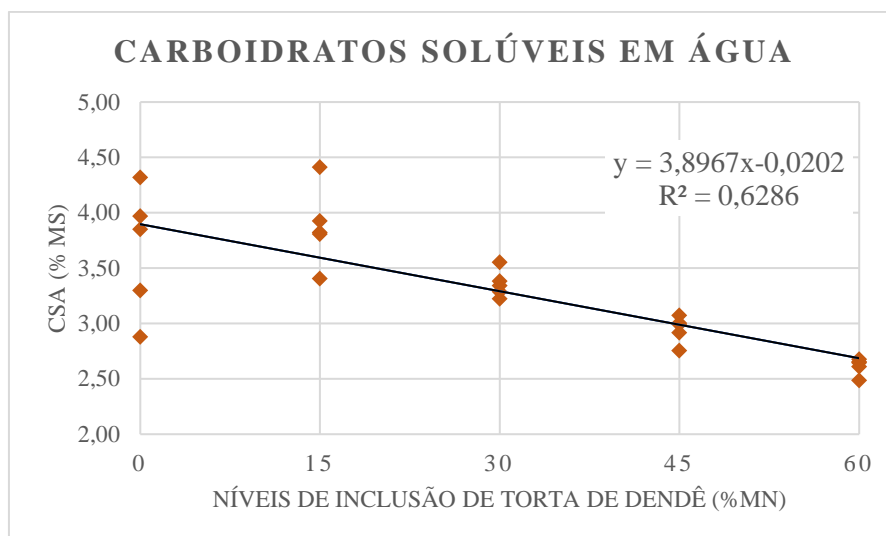


Fonte: Autoral (2023)

Já para a concentração de CSA das silagens, houve redução linear ($P < 0,0001$) com a adição da torta de dendê (FIGURA 3). Neste estudo, a redução observada pode ser explicada pela menor quantidade de CSA presente na torta de dendê (2%). Conseqüentemente, à medida que os níveis de inclusão de torta de dendê foram aumentados, a concentração de CSA diminuiu. No processo de fermentação, as bactérias ácido-láticas utilizam os açúcares solúveis como substratos para produzir ácidos que reduzem o pH do meio, aumentando a eficiência da conservação do material ensilado (BOLSEN, 1995).

Dessa forma, forrageiras que apresentam baixo teor de CSA podem afetar a qualidade de fermentação, por não suprirem a quantidade de substrato suficiente para as bactérias (JOBIM & NUSSIO, 2013). Entretanto, apesar dessa baixa concentração, não foi verificado comprometimento da qualidade do material ensilado quanto ao pH.

Figura 3- Influência dos níveis de adição da torta de dendê na concentração de CSA.



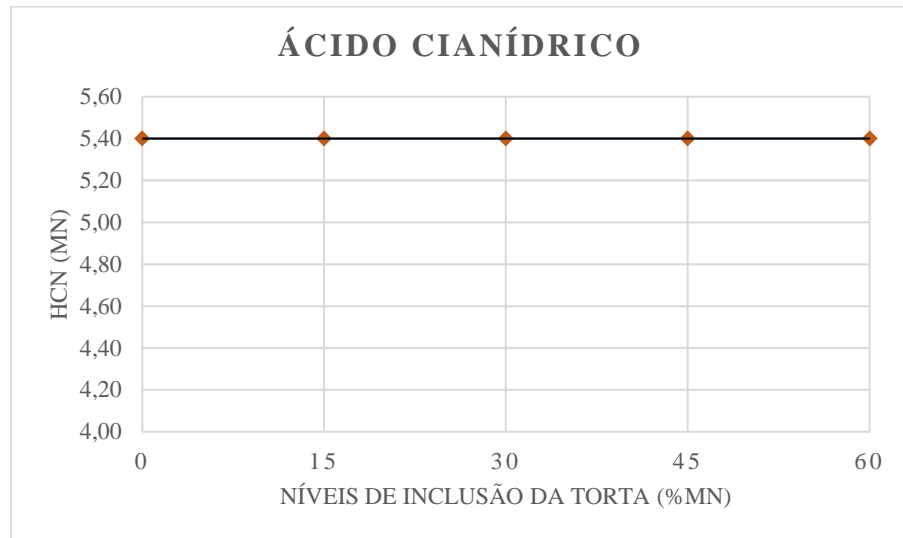
Fonte: Autoral (2023)

Em relação ao HCN, podemos observar que houve diminuição de cerca de 50% entre a casca de mandioca in natura (10,8 mg HCN/ Kg MN) e a silagem de casca (5,4 mg HCN/Kg MN). A redução observada pode ser atribuída ao fato de que durante o processo de fermentação no silo, as bactérias ácido-láticas (*L. Plantarum*) degradam a linamarina em ácido lático e acetona cianidrina (GIRAUD, GOSSELIN, RAIMBAULT, 1992). Resultado semelhante também foi verificada no estudo de Silva *et al.* (2019), no qual a ensilagem resultou em uma redução de 67% nos níveis de HCN.

No entanto, em relação aos teores de HCN e os níveis de inclusão da torta de dendê, não houve diferença significativa entre os tratamentos, já que foi observado um valor constante (FIGURA 4). Uma possível explicação para esse resultado é a metodologia utilizada, que emprega o nitrato de prata como reagente na concentração de 0,02N. Provavelmente, após a inclusão da torta de dendê, seria necessário diluir esse reagente, a fim de detectar adequadamente os baixos teores de HCN.

Outro fator que pode ter contribuído com a diminuição da concentração de HCN é a exposição da casca de mandioca in natura, na forma de pilhas, no local da coleta. De acordo com as considerações feitas por Silva *et al.* (2015), o ácido cianídrico se volatiliza facilmente quando a planta é triturada mecanicamente e submetida à desidratação natural pela ação dos raios solares e do vento. Fatores que devem ter provocado uma fermentação natural nas pilhas antes da ensilagem, ocasionado a diminuição do HCN.

Figura 4- Concentração de HCN com adição de Torta de dendê.



Fonte: Autoral (2023)

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que a inclusão da torta de dendê aumenta os teores de matéria seca na silagem, demonstrando ser eficiente como aditivo absorvente de umidade. Além disso, a sua adição não compromete a qualidade de fermentação da silagem, já que os valores de pH obtidos em todos os níveis de inclusão permaneceram dentro da faixa ótima preconizada na literatura.

6 REFERÊNCIAS

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – **Official methods of analysis**. 16 ed., Washington D.C., 1990. 1094p.
- ADES TOTAH, J. J.; HERNANDEZ LUIS, F. Presence of cyanidric acid in forage grown in Mexico. **Agricultura Tecnica en Mexico (Mexico)**, 1986.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAÚJO, J.M.A. Química de alimentos: teoria e prática. 2. ed. Viçosa: UFV. p.171-172, 2001.
- ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J.S.; TAVARES, V.B.; SANTOS, I.P.A. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 648-654, 2006.
- BARCELOS, E. *et al.* A cultura do dendê. Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (**INFOTECA-E**), 1995.
- BOLSEN, K.K. *et al.* Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083. 1992.
- BOLSEN, K.K. Silage: basic principles. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.) **Forages**. 5.ed. Ames: Iowa State University. p.163-176, 1995.
- CEREDA, M. P. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas**. Ed. Fundação Cargill, v.3, 31 p. 2003.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O. Determinação de cianeto total nas farinhas de mandioca do grupo seca e d'água comercializadas na cidade de Belém-PA. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2008
- COSTA, D. A. **Avaliação nutricional da torta de dendê para suplementação alimentar de ruminantes na Amazônia Oriental**. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Centro de Ciências Agrárias, UFPA. Universidade Federal do Pará, Belém, 2006
- COSTA, D. A. da. *et al.* Uso da torta de dendê na alimentação de ruminantes. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 14, n. 2, p. 133-137, jul./dez. 2011.
- DE ALMEIDA, D. M. *et al.* Processo produtivo da farinha de mandioca e os principais resíduos gerados na sua produção, 2014.
- DE ASSIS LINHARES, A. L. F.; DA COSTA SEIXAS, B.; DE OLIVEIRA MAIA, M. J. Determinação quantitativa do ácido cianídrico em mandioca. **e-Scientia**, v. 11, n. 2, p. 1-7, 2019.
- DOURADO, D. P.; MÂCEDO, D.A.; TONANI, F.L.; MURAIISHI, C.T. Potencialidade da casca de mandioca como resíduo proveniente de fecularia. **Revista Integração Universitária**, n. 16, 2017

DUBOIS, Michel *et al.* Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. **Analytical chemistry**, v. 28, n. 3, pág. 350-356, 1956.

FARIA, P. B. *et al.* Processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos: desempenho, características de carcaça, morfologia ruminal e eficiência econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2929-2937, 2011.

FERREIRA, G.D.G. *et al.* Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.8, n.4, p. 364-374, 2007.

FREITAS, P. M. D. *et al.* Qualitative parameters of pearl millet silage ammoniated with urea, at different compaction densities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 679-689, 2017.

FURLAN JÚNIOR, J. Dendê: manejo e uso dos subprodutos e dos resíduos. **Embrapa Amazônia Oriental**, 40p. (Documentos, 246), 2006.

FURLAN, L.F.; GROSSO, F.S.B.; RODRIGUES, F.S.; LIMA, I.A.; GOMES, E.M.S.; LANK, O.; LIMA, J.N.S. Projeto potencialidades regionais estudo de viabilidade econômica – Dendê. Manaus: **SUFRAMA**, 2003.

GIRAUD, Eric; GOSELIN, L.; RAIMBAULT, Maurício. Degradação de linamarina de mandioca por bactérias lácticas. **Biotechnology Letters**, v. 14, p. 593-598, 1992.

GOES, R.H. de T.; SILVA, L.H.X.; SOUZA, K.A. Alimentos e alimentação animal. Coleção Cadernos Acadêmicos, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (SIDRA). Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>>. Acesso em: 04 de jan. de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção de dendê, 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/dende/br>>. Acesso em: 22 de jan. 2023.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G. Princípios básicos da fermentação na ensilagem. In: REIS, R. A.Ç BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. Forragicultura – Ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros. **Jaboticabal: Editora FUNEP**. 714p, 2013.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 101-119, 2007.

JOBIM, C. C.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. A. Utilização de forragens conservadas na região semiárida do nordeste do Brasil. **Universitária, Campina Grande**, 2009.

MACÊDO, A. J. da S.; SANTOS, E. M. Princípios básicos para produção de silagem. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v. 22, n. 4, p. 147-156, 2019.

- MCDONALD, P. The biochemistry of silage. New York: **John Wiley & Sons**. 207p, 1981.
- MCDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. The biochemistry of silage. 2ed. **Marlow: Chalcombe Publicatins**, 340p, 1991.
- MENEGHETTI, C. de C.; DOMINGUES, J.L. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 2, p. 512-536, 2008.
- MIZUBUTI, Ivone Yurika et al. Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais. **Londrina: Eduel**, v. 1, 2009.
- MORCILLO, F. *et al.* EgAP2-1, an AINTEGUMENTA-like (AIL) gene expressed in meristematic and proliferating tissues of embryos in oil palm. **Planta**, v. 226, n. 6, p. 1353-1362, 2007.
- MÜLLER, A. A. A cultura do dendê. **EMBRAPA**, 25p. (Miscelânea, 5), 1980.
- MULLER, A. A.; ALVES R. M. A dendeicultura na Amazônia brasileira. Belém: **Embrapa Amazônia Oriental**, 44p. (Documentos, 91), 1997.
- NASSAR, N. M.; ORTIZ, R. Melhorar a Mandioca. **Scientific American**, 2010.
- NOVAES, L.P.; LOPES, F. C.F.; CARNEIRO, J. C. Silagem: Oportunidades e pontos críticos. Juiz de Fora/MG, **Embrapa, Comunicado Técnico 43**, 2004.
- OLIVEIRA, R. L. *et al.* Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-massai. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.** 2011.
- PEREIRA, L. E. T.; DA SILVA BUENO, I. C.; HERLING, V. R. Tecnologias para conservação de forragens: fenação e ensilagem. **Apostila- FZEA**, 2015.
- PERESSIN, V.A.; COSTA, N.V.; CARVALHO, J.E.B.; FELTRAN, J.C. Manejo Integrado De Plantas Daninhas Em Mandioca: Um Desafio Ambientalmente Correto. Campinas: **Instituto Agrônômico**, 2022. 67p.
- PITIRINI, J. S. *et al.* Fermentation profile and chemical composition of cassava root silage. **Acta Amazônia**, v.51, n. 3, p. 191-198, 2021.
- PLAYNE, M. J.; MCDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 17, n. 6, p. 264-268, 1966.
- POLIZEL, D. M., SOARES, L. C. B. Carvão de Algodão: qual a qualidade do coproduto que utilizo na minha propriedade. **ESALQLab**, 2021. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/esalqlab/caroco-de-algodao-qual-a-qualidade-nutricional-do-coproduto-227057/>>. Acesso em: 04 de ago. de 2022.
- RODRIGUES, E.S.O.R. **Torta de dendê em dietas para vacas lactantes em pastejo**. Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga-BA, 80p. 2018.
- SANTANA, T.P. *et al.* Caracterização bromatológica de casca de mandioca e da manipueira para utilização na alimentação animal. In: **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Artigo em anais**

de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 4., 2014, Aracaju. Anais... Brasília, DF: Embrapa, 2014.

SANTOS, L. V. *et al.* Increasing levels of palm kernel cake (*Elaeis guineensis* Jacq.) in diets for feedlot cull cows. **Chilean journal of agricultural research**, v. 79, n. 4, p. 628-635, 2019.

SILVA, A.M. *et al.* Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação animal. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 370-379, 2014.

SILVA, T. G. P. da. *et al.* Efeito dos métodos de conservação de forragem sobre a concentração de ácido cianídrico na maniçoba. **Ci. Vet. Tróp.**, p. 135-138, 2015.

SILVA, T. G. da. **Concentração de ácido cianídrico (HCN) na maniçoba (*Manihot sp*) em diferentes idades de corte, frações da planta e formas de conservação.** 2015. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia). Universidade Federal rural de Pernambuco, Recife, 2015.

SILVA, L. E.B. *et al.* Aspectos gerais e peculiaridades sobre mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Diversitas Journal**, v. 3, n. 1, p. 13-23, 2018.

SILVA, T. G. P. da. *et al.* Concentração de ácido cianídrico na maniçoba in natura e conservada. **Revista agraria acadêmica**, v.2, n. 4, p. 119-124, 2019.

SOUTO, L.R.F. *et al.* Utilization of residue from cassava starch processing for production of fermentable sugar by enzymatic hydrolysis. **Food Science and Technology**, v.37, p. 19-24, 2016.

SOUZA DE FERREIRA, F. *et al.* Avaliação da composição bromatológica da casca da mandioca: uma alternativa para a alimentação animal no Vale do Juruá-Acre. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

SUE, TANG THIN. Quality and Characteristics of Malaysian Palm Kernel Cakes/Expellers. **Palm Oil Development**, n. 34, p. 1-3. 2001.

SURGE, C. *et al.* Fases da fermentação no processo de ensilagem: revisão de literatura. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP, ENCONTRO DE ZOOTECNIA, 6., 7., 2010, Dracena. Anais [...] Dracena: UNESP, 2010.

TAGLIAPIETRA, B. L. *et al.* **Mandioca para Alimentação Humana e Animal.** 1. ed. Santa Maria. Ed. GR. 104 p, 2019.

TAGLIAPIETRA, B. L. **Influência da época de colheita e do manejo no perfil tecnológico e nutricional de mandioca para alimentação humana e animal.** 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2020.

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

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. Foreign agriculture service – PSD Online, 2023. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>> Acesso em: 22 de jan. 2023.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. et al. (Eds.) Capim-elefante: produção e utilização. Brasília: **EMBRAPA-SPI**, p. 113-160, 1997.

ZANINE, A.M., SANTOS, E.M., DOREA, J.R.R. et al. Evaluation of elephant grass with addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p.2611-2616, 2010

WALLACE, P.A.; ADU, E.K.; RHULE, S.W.A. Optimal storage conditions for cocoa cake with shell, palm kernel cake and copra cake as poultry and livestock feed in Ghana. **Livestock Research for Rural Development**, v.22, n.2, 2010.

WEISSBACH F; HONIG H. Über die vorhersage und steuerung des gärungsverlaufs bei der silierung von Grünfütter aus extensivem Anbau. **Landbauforschung Volkenrode 1**, p. 10- 17, 1996.

WOOLFORD, M. K. The silage fermentation. **New York: Marcel Dekker, Inc.** p. 23-132, 1984.