



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

BRUNA EVELLEN PANTOJA BARBOSA

**ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGENS DE CASCA DE MANDIOCA COM OU
SEM ADIÇÃO DE TORTA DE DENDÊ**

BELÉM

2024

BRUNA EVELLEN PANTOJA BARBOSA

ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGENS DE CASCA DE MANDIOCA COM OU SEM ADIÇÃO DE TORTA DE DENDÊ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduado.

Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi.

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva.

BELÉM
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B238e Barbosa, Bruna Evellen Pantoja
 Estabilidade aeróbia de silagens de casca de mandioca com ou sem adição de torta de dendê / Bruna
 Evellen Pantoja Barbosa. - 2024.
 37 f. : il. color.
- Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi
 Coorientador: Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva.
1. Forragicultura. 2. Bromatologia. 3. Microbiologia . 4. Nutrição Animal . 5. Ruminantes. I. Faturi,
 Cristian, *orient.* II. Título

CDD 636.085

BRUNA EVELLEN PANTOJA BARBOSA

ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGENS DE CASCA DE MANDIOCA COM OU SEM ADIÇÃO DE TORTA DE DENDÊ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduado.

Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi.

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Carvalho da Silva.

Aprovado em: 30 de outubro de 2024

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **CRISTIAN FATURI**
Data: 20/11/2024 18:37:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Cristian Faturi.

Universidade Federal Rural da Amazônia. Orientador

Documento assinado digitalmente
 **JULIANA SCHUCH PITIRINI**
Data: 21/11/2024 16:34:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. Juliana Schuch Pitirini

Universidade Federal Rural da Amazônia.

Documento assinado digitalmente
 **DAYANA MESQUITA DERGAN**
Data: 21/11/2024 17:14:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Dayana Mesquita Dergan

Universidade Federal Rural da Amazônia.

*Para seu Antônio, esse é o fruto de toda sua
dedicação durante a minha vida, espero que
sinta orgulho. Lhe amo, pai*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que me guiou e protegeu durante todo esse tempo, que me deu força e coragem para não desistir, sem ele nada disso seria possível. Graças te dou, pai.

A minha mãe, Marilene Pantoja dos Santos, que se esforçou para me dar a melhor educação possível, que abdicou dos seus próprios sonhos para realizar os meus, e que me apoiou desde o início, sem nunca questionar ou duvidar de mim. Te amo incondicionalmente.

Ao meu pai, que trabalhou até o fim de sua vida para dar a mim e minha família o melhor que ele pode. A promessa que lhe fiz em nosso último encontro é o que me mantém firme, e jamais irei quebra-la. Lhe amo eternamente.

A minha irmã, Tamires Barbosa, que sempre foi minha confidente e melhor amiga. Você tem o meu coração para todo sempre.

A minha avó, Benevenuta, que cuidou de mim durante toda a vida e sempre acreditou que eu conseguiria chegar onde eu quisesse. Me sinto honrada de poder dizer que sou a primeira da nossa família a levar um diploma para casa, e sem você isso não seria possível.

Agradeço aos meus amigos de graduação: Fernanda Santos, Gean Navegantes, Ana Clara Melem, Luis Ribeiro, Alexandre Santos, Giovanna Borges, Gisella Ramos, Alda Juliana, Adryele Borges, João Marcelo, Laura Lins, Yan Matni e Victor Tavares por todo companheirismo durante esses anos. A vida foi mais leve e divertida com vocês.

Agradeço imensamente a Neto Costa, por acreditar em mim quando nem eu mesma era capaz e por estar comigo em todos os momentos da minha vida, sejam eles tristes ou felizes. Eu amo compartilhar a vida com você.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Cristian Faturi e ao meu coorientador Prof. Thiago Carvalho da Silva pelos conhecimentos repassados durante a graduação. Gratidão ao Grupo GERFAM, onde fiz amigos preciosos que me auxiliaram nessa jornada, principalmente a Dennis Medeiros que aceitou me receber no projeto do confinamento. Sou igualmente grata aos também coordenadores do grupo Jorge Azevedo e em especial a Thomaz Guimarães, por toda paciência e pelo auxílio com as correções do trabalho.

Por fim, a todos que contribuíram para a realização desse trabalho, seja de forma direta ou indireta. Gratidão.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a estabilidade aeróbia das silagens de casca de mandioca (SCM) da silagem de casca de mandioca aditivada com 45% de torta de dendê (SCM+TD) e da silagem de mombaça (SM), e das dietas: silagem de mombaça + silagem de casca de mandioca (SM+SCM); silagem de mombaça + silagem de casca de mandioca com 45% de torta de dendê (SM+SCMTD) e silagem de mombaça + milho moído (SM+MM), para a alimentação de ruminantes em condições de campo. Foram coletados, aproximadamente, 2kg de silagem e das dietas, que ficaram expostas ao ar por um período de oito dias. Para avaliar a estabilidade aeróbia, a temperatura máxima, tempo para atingir a temperatura máxima e a amplitude, foi utilizado um DIC com 3 tratamentos, e 5 repetições cada, sendo avaliados em um período de oito dias. Para avaliar o pH, bactérias ácido lácticas, enterobactérias, leveduras e mofos, foi utilizado um DIC com 3 tratamentos e 5 repetições cada, sendo avaliados em três períodos de exposição (dias 0, 4 e 8). Para as silagens, os parâmetros de BAL e leveduras sofreram interação entre silagem e exposição aeróbia ($p < 0,05$). Para o pH, houve interação entre a silagem e exposição aeróbia ($p < 0,05$). A EA foi igual para as três silagens ($p > 0,05$). A TTmax não diferiu entre as silagens ($p > 0,05$). Na amplitude de temperatura (AmpT), o maior valor foi para SCM+TD (18,58°C). Para as dietas, houve interação entre a dieta e exposição aeróbia ($p < 0,05$) nos parâmetros de BAL, enterobactérias e mofos, mas para leveduras não houve interação ($p > 0,05$). O pH foi influenciado pela dieta, exposição ao ar e houve interação entre eles ($p < 0,001$). A EA foi semelhante em SM+SCM (3,12 dias) e SM+SCMTD (2,7 dias). Já o TTmax, foi maior em SM+SCM e SM+MM e menor em SM+SCMTD. No caso da AmpT, o maior valor foi para SM+SCM e SM+SCMTD (23,24°C e 24,84°C), e menor em SM+MM (20°C). As silagens de mombaça, casca de mandioca e casca de mandioca com 45% de torta de dendê apresentaram estabilidade aeróbia semelhantes. Na avaliação da estabilidade aeróbia das dietas, foi observado que as dietas contendo casca de mandioca com ou sem adição de torta de dendê foram iguais, ou seja, a adição de 45% de torta de dendê não conferiu maior estabilidade aeróbia a dieta.

Palavras-chave: alimento alternativo; *Elaeis guineenses*; *Manihot esculenta* Crantz; resíduos agroindustriais; subproduto

ABSTRACT

The objective was to evaluate the aerobic stability of cassava peel silages (SCM), cassava peel silage added with 45% palm cake (SCM+TD) and mombaça silage (SM), and diets: mombaça + cassava peel silage (SM+SCM); mombaça silage + cassava peel silage with 45% palm cake (SM+SCMTD) and mombaça silage + ground corn (SM+MM), for feeding ruminants in field conditions. Approximately 2 kg of silage and diets were collected and exposed to air for a period of eight days. To evaluate aerobic stability, maximum temperature, time to reach maximum temperature and amplitude, a DIC with 3 treatments and 5 replicates each was used. To evaluate pH, lactic acid bacteria, enterobacteria, yeasts and molds, a DIC was used with 3 treatments and 5 repetitions each, being evaluated in three exposure periods (days 0, 4 and 8). For silages, BAL and yeast parameters were interacted between silage and aerobic exposure ($p < 0.05$). For pH, there was interaction between silage and aerobic exposure ($p < 0.05$). EA was the same for the three silages ($p > 0.05$). TTmax did not differ between silages ($p > 0.05$). In the temperature range (AmpT), the highest value was for SCM+TD (18.58°C). For the diets, there was an interaction between the diet and aerobic exposure ($p < 0.05$) in the parameters of BAL, enterobacteria and molds, but for yeasts there was no interaction ($p > 0.05$). The pH was influenced by the diet, exposure to air and there was an interaction between them ($p < 0.001$). The EA was similar in SM+SCM (3.12 days) and SM+SCMTD (2.7 days). The TTmax was higher in SM+SCM and SM+MM and lower in SM+SCMTD. In the case of AmpT, the highest value was for SM+SCM and SM+SCMTD (23.24°C and 24.84°C), and lower in SM+MM (20°C). The silages of mombaça, cassava peel and cassava peel with 45% palm cake showed similar aerobic stability. When evaluating the aerobic stability of the diets, it was observed that the diets containing cassava peel with or without the addition of palm oil cake were the same, that is, the addition of 45% of palm oil cake did not provide greater aerobic stability to the diet.

keyword: Agro-industrial waste; alternative food, by-product; *Elaeis guineenses*, *Manihot esculenta* Crantz

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade das silagens, milho moído e demais ingredientes utilizados para compor as dietas experimentais	19
Tabela 2. Composição química dos ingredientes e dietas experimentais	20
Tabela 3. Composição microbiana (\log_{10} ufc.g-1) e pH da silagem de mombaça (SM), silagem de casca da mandioca (SCM) e silagem de casca da mandioca com 45% de torta de dendê (SCM+TD) ao longo da dos dias de exposição aeróbia (EA).....	22
Tabela 4. Estabilidade aeróbia (EA), tempo para atingir temperatura máxima (TTmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax) e amplitude de temperatura (AmpT) das SM, SCM e SCM+TD	26
Tabela 5. Composição microbiana (\log_{10} ufc.g-1) e pH das dietas: SM+MM (silagem de Mombaça + milho moído), SM+SCM (silagem de Mombaça + silagem da casca da mandioca) e SM+SCMTD (silagem de Mombaça + silagem de casca da mandioca + 45% de torta de dendê) ao longo dos dias	27
Tabela 6. Estabilidade aeróbia (EA), tempo para atingir temperatura máxima (TTmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax) e amplitude de temperatura (AmpT) das dietas SM+MM, SM+SCCM E SM+SCMTD	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	A cultura da mandioca	12
2.2	Casca de mandioca.....	13
2.3	Torta de Dendê.....	14
2.4	Silagem de Mombaça.....	15
2.5	Microbiologia de silagens	15
2.6	Deterioração aeróbia de silagens.....	16
3	METODOLOGIA.....	17
3.1	Localização	17
3.2	Delineamento experimental	18
3.2.1	Experimento 1.....	18
3.2.2	Experimento 2.....	18
3.3	Dietas experimentais e composição química	18
3.4	Estabilidade aeróbia	20
3.5	pH e análise microbiológica.....	20
3.6	Análise estatística.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5	CONCLUSÃO.....	31
6	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Na dieta de animais em confinamento, o milho é o ingrediente mais utilizado como fonte energética. Entretanto, como é um alimento utilizado na alimentação humana, além de ser um *commodity*, possui alta variação de preços e pode representar o maior custo operacional de uma propriedade, podendo atingir 63,2% do total do custo de produção (FILHO, 2018). Por conta disso, o estudo e utilização de alimentos alternativos na alimentação animal é crescente, pois além do potencial nutricional, são mais viáveis economicamente.

Nesse sentido, e visando a manutenção da produtividade, a mandioca e seus derivados apresentam-se como alternativa, pois o estado do Pará é o maior produtor da cultura (IBGE, 2023), o que gera uma elevada produção de coprodutos. Dentre os coprodutos da mandioca, destaca-se a casca, por suas características químicas como o teor de matéria seca, em torno de 30%, e o percentual de amido, que pode chegar a 50% (FRONZA et al., 2023), possibilitando a substituição parcial ou integral do milho em dietas para animais de produção.

Entretanto, se armazenada em ambiente aeróbio, devido à alta umidade e riqueza em amido, pode ter tempo de vida reduzido, promovendo rápida deterioração, perdas nutricionais e redução da qualidade do alimento (PITIRINI et al., 2023).

Para contornar essa característica, a conservação por meio da ensilagem é uma alternativa viável, pois além de prolongar o tempo de vida do material, preserva o valor nutritivo. Entretanto, a ensilagem pode resultar em perdas de energia e matéria seca (MCDONALD et al., 1991), pois o alto teor de umidade promove perdas por efluentes. Para esse fator, o uso de aditivos absorventes de umidade durante o processo é recomendado.

Um aditivo de qualidade deve ser de fácil aquisição e eficiência na absorção de umidade. Assim, a torta de dendê apresenta-se como opção, pois além dessas características, também é rica em compostos polifenólicos, que diminuem a disponibilidade de água (TSOUKO et al., 2019). Dessa forma, ressalta-se seu potencial como aditivo em silagens de casca da mandioca, especialmente no estado Pará, maior produtor nacional da cultura (IBGE, 2023).

É importante conhecer o tempo em que a silagem pode resistir à deterioração após a exposição aeróbia, pois na abertura dos silos, os microrganismos aeróbios deteriorantes iniciam suas atividades, consomem o substrato disponível, ocasionando perda de matéria seca e diminuição do valor nutritivo (AMARAL et al. 2008).

Assim, hipotetiza-se que a silagem da casca de mandioca aditivada com torta de dendê, e as dietas com este ingrediente, terão maior estabilidade aeróbia. Objetivou-se avaliar a estabilidade aeróbia das silagens e das dietas contendo torta dendê para alimentação de ruminantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da mandioca

Originada na América do Sul, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta cultivada em todo mundo, especialmente em regiões tropicais e subtropicais (AZEVEDO et al., 2006). Segundo a FAO (2020), a mandioca é cultivada em mais de 100 países no mundo, sendo o Brasil o quarto maior produtor mundial, responsável por 5,7% da produção, ficando atrás da Nigéria, Tailândia e Indonésia. No ano de 2023, a produção nacional da raiz de mandioca foi equivalente a 19,13 milhões de toneladas colidas em uma área total de 1,24 milhões de hectares (IBGE, 2023).

De acordo com o IBGE (2023), os estados que lideram a produção nacional da mandioca são o Pará, Paraná e São Paulo, sendo o estado do Pará responsável por produziu 3,7 milhões de toneladas com rendimento médio de 15.050 Kg/h. Entretanto, apesar do estado do Pará ser o maior produtor nacional da mandioca, o seu rendimento médio é menor que nos estados do Paraná (25.403 Kg/h) e São Paulo (23.243 Kg/h). Para Albuquerque et al. (2008) e Modesto Junior et al. (2013), o manejo inadequado das plantas daninhas é um dos principais fatores que contribuem para a baixa produtividade da cultura em determinadas regiões, pois alguns produtores acreditam que as lavouras não necessitam de práticas de controle por ser considerada uma cultura rustica.

Além da rusticidade para cultivo, eficiência hídrica e baixa exigência de corretivos (EZUI et al., 2016), a mandioca também apresenta uma grande versatilidade quanto ao uso, desde matéria prima para a indústria, que está ligada a fabricação de farinha d'água, farinha de tapiora, e a extração de fécula (amido), até o uso na alimentação animal. Tanto as raízes quanto a parte aérea e os coprodutos do beneficiamento podem ser destinados ao consumo animal, substituindo ingredientes convencionais, desde que haja o processamento adequado, pois pode apresentar valores elevados de HCN, e gerar intoxicação (LIMA et al., 2010). A mandioca é classificada como inócua quando apresenta menos de 50 mg de HCN/Kg, moderadamente venenosa quando o valor se situa entre 50 a 100 mg de HCN/Kg e venenosa acima de 100 mg

HCN/Kg (CHISTÉ, COHEN, 2008) Isso se dá, pois, os compostos cianídricos são armazenados nas células da planta por ação enzimática, formando o gás cianeto ou ácido cianídrico, capazes de intoxicar humanos e animais, com inibição das atividades metabólicas, prejudicando o transporte de elétrons respiratórios para as células (SOUZA et al, 2019).

Por conta disso, estudos foram conduzidos para encontrar formas de reduzir os teores de HCN, sendo recomendado, em alguns casos, picagem ou trituração das raízes e posterior secagem ao sol, ou o método de armazenamento por meio da ensilagem (SOUZA et al, 2008).

2.2 Casca de mandioca

A casca de mandioca é um coproduto resultante do descascamento e lavagem da raiz, formada pela ponta, detritos do córtex, casca e entre casca, com matéria seca média de 30 a 35%, proteína bruta de 3 a 6,9% e carboidratos não fibrosos variando entre 40% e 50%, demonstrando potencial em substituir o milho do concentrado, de forma parcial ou integral (DOURADO, et al., 2017; FARIA et al., 2011; FRONZA, et al., 2023).

Ferreira et al. (2007) afirmam que a mandioca pode ser fornecida de variadas formas na alimentação animal: raízes frescas, raspas, restos culturais (haste e folhas) e subprodutos sólidos da industrialização. No caso da casca de mandioca, o fornecimento *in natura* pode acelerar o processo de deterioração desse alimento devido ao seu elevado teor de umidade, o que o torna propenso à proliferação de microrganismos deteriorantes quando em contato com o oxigênio (VILHALVA et al., 2012), o que pode gerar redução da qualidade do alimento, baixa estabilidade aeróbia e queda no desempenho animal (NAPASIRTH et al., 2015; BRUST, et al., 2015). Dessa maneira, o uso de tecnologias visando o prolongamento da vida útil desse alimento após exposição ao ar é uma opção que necessita ser utilizada e estudada.

Dentre essas tecnologias, podemos citar a desidratação e a ensilagem, sendo o primeiro método mais difícil de ser realizado na região amazônica visto a elevada umidade relativa do ar nessa região (DE OLIVEIRA et al., 2022). Já no caso da ensilagem, apesar da casca de mandioca apresentar um teor de matéria seca adequado para a realização do método, por ser um alimento com alto teor de umidade, a ensilagem pode resultar em perdas nutricionais por conta dos efluentes. Desejando contornar essa situação, o uso de aditivos absorventes de umidade associados a silagem de casca de mandioca apresenta-se como alternativa para melhorar o processo fermentativo, podendo reduzir as perdas e aumentar a estabilidade aeróbia (MCDONALD et al., 1991; SIQUEIRA, 2013).

No caso da casca de mandioca, por possuir uma elevada quantidade de água disponível, o aditivo utilizado deve possuir a capacidade de sequestrar a umidade. Além disso, deve ser de fácil aquisição e baixo custo, características que permitem a utilização também por pequenos e médios produtores. Dessa forma, a torta de dendê pode ser uma opção já que o estado do Pará é o maior produtor nacional desta cultura.

2.3 Torta de Dendê

O Dendê (*Elaeis guineenses* Jacq), é uma palmeira de origem africana com um grande potencial por se tratar de uma cultura perene com elevada produção de óleo, da ordem de 3.500 a 6.000 kg/ha (Embrapa, 2006). É uma cultura que foi difundida na região Amazônica por meio de projetos do governo que visavam a recuperação de áreas degradadas por meio da produção sustentável da cultura do dendê (MEZZOMO, 2023), principalmente no estado do Pará, atual líder de produção com mais de 2 milhões de toneladas e rendimento médio de 15.223 Kg/h (IBGE, 2023)

A obtenção da torta de dendê não é a principal finalidade nos processos de industrialização. Ela é um produto secundário, resultante da prensa da amêndoa para a obtenção do óleo de palmiste, usado na produção de sabão, sabonetes, detergentes, cosméticos e biodiesel, restando, então, o coproduto em estudo que é a torta de dendê (ABREU FILHO, 2018; SIQUEIRA, 2018). Assim, do dendê são extraídos dois tipos de óleo e a torta, que pode ser destinada à alimentação animal ou produção de biofertilizantes.

A composição química da torta de dendê é variável, causada pela despadronização do método de extração entre as indústrias de processamento, pois depende da eficiência do processo de extração do óleo e tecnologia adotada na extração (MEZZOMO, 2023). Possui em média 88,11 a 91,22% de matéria seca, 3,59% de carboidratos não fibrosos, 13,9 a 14,51% de proteína bruta, 61,79% de fibra em detergente neutro e 16,19% de extrato etéreo (SILVA et al., 2005; FERREIRA, 2022). É um alimento classificado como volumoso, pois a quantidade de fibra insolúvel em detergente neutro é maior que 50% (SILVA et al., 2013).

Quando utilizada como aditivo em silagens, a torta de dendê tem a função de absorver a umidade do alimento. Oliveira et al. (2011), observaram que a medida que a torta de dendê foi incluída na silagem de capim massai, houve aumento da MS da silagem, atribuindo esse resultado ao elevado teor de MS da torta de dendê, o que demonstra o seu potencial no sequestro de umidade. Isso acontece, pois, a torta de dendê é um alimento que contem compostos

polifenólicos que possuem grupos hidroxila capazes de formar ligações de hidrogênio com a água, resultando na elevação da matéria seca (TSOUKO et al., 2019; ZHU et al., 2016).

2.4 Silagem de Mombaça

A conservação de forragens na forma de silagem, é uma estratégia para contornar a escassez de alimento no período seco. Essa escassez é potencializada pela mudança na composição nutricional dos alimentos, que também é reduzida, resultando em perdas proteicas e energéticas. Entretanto, no período das águas ocorre um crescimento elevado das forragens, e o excedente pode ser armazenado por meio de técnicas de conservação, como a ensilagem, e utilizados quando necessário (ARAÚJO NETO e CÂMARA, 2000). Apesar do milho ser a planta forrageira mais utilizada nesse processo, uma infinidade de gramíneas e leguminosas também são indicadas (ALVES et al., 2012; RODRIGUES et al., 2001).

O capim-mombaça (*Panicum maximum* Jack. cv. Mombaça), gramínea de clima tropical, apresenta elevada produção de biomassa. Isso gera um excedente de forragem, que pode ser aproveitado na ensilagem, e ser utilizado em épocas de baixa oferta de alimento (VASCONCELOS et al., 2009).

Por outro lado, é uma gramínea de baixo teor de matéria seca, poder tampão elevado e baixo teor de carboidratos solúveis, o que pode comprometer o processo da ensilagem e dificultando a queda do pH (EVANGELISTA et al., 2004 WOOLFORD, 1984). As características que favorecem o processo fermentativo das forragens são: teor de massa seca; microbiota epifítica; quantidade de carboidratos solúveis (DRIEHUIS & VAN WIKSELLAR, 2000). Entretanto, desde que ensilados no estágio de desenvolvimento ideal ou se empreguem aditivos adequados, plantas com essas características também podem ser ensiladas (ZANINE, 2006).

2.5 Microbiologia de silagens

A ensilagem é um método de conservação por meio de um processo fermentativo anaeróbio, onde um grupo de bactérias fermentativas produzem ácido lático, capaz de reduzir o pH da massa ensilada e inibir o crescimento de microrganismos indesejados (LIMA et al., 2015).

As plantas forrageiras já possuem população epifítica de microrganismos, como as bactérias ácido lácticas, enterobactérias, clostrídios, fungos filamentosos e leveduras, divididas

em gêneros homofermentativos e heterofermentativos, devido a fermentação ocorrer a partir da utilização de carboidratos solúveis (PAHLOW et al., 2003). A ação de cada grupo microbianos e seu desenvolvimento, influenciam na qualidade de conservação da massa ensilada.

As bactérias homofermentativas produzem somente ácido lático, enquanto as heterofermentativas, além do ácido lático, produzem também compostos como etanol e ácido acético. Os fungos filamentosos, leveduras e bactérias aeróbias, são considerados microrganismos deteriorantes, e a respiração celular desses microrganismos é um dos principais fatores que afeta a qualidade das silagens, alterando a temperatura do material ensilado e o pH após a abertura do silo (MACÊDO et al., 2017; GUIM et al., 2002; AMARAL et al., 2008)

Para que ocorra uma boa fermentação, é importante que o crescimento e proliferação das bactérias ácido lácticas ocorra rapidamente, para reduzir o pH no interior do silo. Segundo Kung et al. (2018), três fatores fundamentais de cada cultura são considerados para satisfazer essa condição: teor de matéria seca no momento da ensilagem, baixa capacidade tampão e alta concentração de carboidratos solúveis no momento da colheita, sendo o teor de matéria seca, o fator que terá maior impacto na qualidade final das silagens (WOOLFORD, 1984).

Caso esses critérios não sejam atendidos, podem ocorrer perdas nutricionais do material ensilado e, no caso de culturas com alta umidade, o risco de proliferação de microrganismos que oxidam nutrientes e aumentam a velocidade de deterioração é maior, resultando em perdas no valor nutritivo da silagem e menor aproveitamento do alimento pelo animal (BERNARDES et al., 2005).

Dessa maneira, o uso de aditivos na silagem entra como uma forma de corrigir tais desequilíbrios no processo fermentativo, auxiliando na conservação da qualidade da forragem, reduzindo perdas e aumentando a estabilidade aeróbia.

2.6 Deterioração aeróbia de silagens

A estabilidade aeróbia da silagem pode ser descrita como a resistência da massa de forragem à deterioração após a abertura do silo, ou seja, a velocidade com que esse material vai se deteriorando após a exposição ao ar (JOBIM et al., 2007). Isso ocorre, pois, na abertura do silo e exposição aeróbia, o pH aumenta, gerando um ambiente propício para os microrganismos aeróbios, que iniciam o consumo de carboidratos solúveis residuais, gerando assim aumento de temperatura e diminuição do valor nutritivo do alimento (MUCK, 2010; REIS e MOREIRA, 2007).

Os fungos são os principais microrganismos relacionados à deterioração da silagem exposta ao ar, destacando-se as leveduras, e as bactérias do gênero *Bacillus*, podendo permanecer inativas dentro do silo até a exposição da massa ensilada ao oxigênio (WOOLFORD, 1984). As leveduras são as primeiras a iniciar o processo de deterioração aeróbia, consumindo os carboidratos, principalmente aquelas que consomem o lactato (PAHLOW et al., 2003).

O pH é um indicador importante da qualidade do processo de ensilagem, pois a diminuição do pH resulta em uma menor atividade das enzimas proteolíticas presentes na forragem, além de inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídios e enterobactérias. (RAMOS et al., 2021). O valor do pH ideal que deve ser observado na silagem é entre 3,8 e 4,2 (MCDONALD et al., 1991)

3 METODOLOGIA

3.1 Localização

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental na Fazenda Escola de Igarapé-açu, da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, localizada no município de Igarapé-açu, Pará (01°07'21" S e 47°36'27" W). O campo localiza-se no bioma amazônico, com temperatura média anual em torno de 28°C. As condições gerais de clima quente e úmido enquadram a região no tipo climático Am (Köppen; ALVARES et al., 2014). As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Análise de Alimentos (LABNUTAN) da UFRA.

A silagem de mombaça foi confeccionada em uma fazenda localizada no município de Mãe do Rio, Pará (02°02'47" S, 47°33'02" O). Essa silagem foi transportada e realocada na Fazenda Escola de Igarapé-açu em tambores de plástico de 210L os quais, posteriormente foram vedados com lonas dupla face.

A silagem de casca da mandioca com torta de dendê foi confeccionada na Serip Nutrição Animal, localizada no município de Castanhal, Pará (01°16'.68" S, 47°08'06.35" O). A silagem de casca da mandioca foi confeccionada em uma propriedade privada localizada no município de Santa Maria, Pará (01°21'01" S, 47°34'33" O). Após a confecção, as silagens foram realocadas em sacos para silagem 51x110, com capacidade de 40 kg, transportadas para a universidade e armazenadas em galpão aberto na Fazenda Escola de Igarapé-açu.

3.2 Delineamento experimental

O trabalho foi dividido em dois experimentos, sendo o primeiro referente as silagens e o segundo as dietas.

3.2.1 Experimento 1

Para avaliar a estabilidade aeróbia, a temperatura máxima, o tempo para atingir a temperatura máxima e a amplitude, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 3 tratamentos, referentes as silagens (SM – Silagem de mombaça; SCM – Silagem de casca de mandioca; SCM+TD – Silagem de casca de mandioca com torta de dendê) e 5 repetições cada.

Para avaliar o pH, bactérias ácido lácticas, enterobactérias, leveduras e mofos, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos, referentes as silagens (SM – Silagem de mombaça; SCM – Silagem de casca de mandioca; SCM+TD – Silagem de casca de mandioca com torta de dendê) com 5 repetições cada, e avaliados em três períodos de exposição (D0; D4; D8). Totalizando 15 unidades experimentais.

3.2.2 Experimento 2

Para avaliar a estabilidade aeróbia, a temperatura máxima, o tempo para atingir a temperatura máxima e a amplitude, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 3 tratamentos, referentes as dietas (SM+MM – Silagem de Mombaça + milho moído como fonte energética; SM+ SCM – Silagem de mombaça + Silagem de casca de mandioca; SM+SCMTD – Silagem de mombaça + Silagem de casca de mandioca com 45% de torta de dendê) com 5 repetições cada.

Para avaliar o pH, bactérias ácido lácticas, enterobactérias, leveduras e mofos, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos, referentes as dietas (SM+MM – Silagem de Mombaça + milho moído; SM+ SCM – Silagem de mombaça + Silagem de casca de mandioca; SM+SCMTD – Silagem de mombaça + Silagem de casca de mandioca com 45% de torta de dendê) com 5 repetições cada, e avaliados em três períodos de exposição (D0; D4; D8). Totalizando 15 unidades experimentais.

3.3 Dietas experimentais e composição química

As dietas experimentais foram formuladas de forma a serem isoenergéticas e isoproteicas, atendendo as exigências de nutrientes para cordeiros com ganho de peso médio diário de 200 g, segundo recomendações do NRC (2007).

Tabela 1. Quantidade das silagens, milho moído e demais ingredientes utilizados para compor as dietas experimentais.

Itens	Ingredientes (%)								
	SM	SCM	SCM +TD	Milho moído	Farelo de soja	Sal branco	Calcário Calcítico	Fosfato bicálcico	Ureia
SM+MM	42,50	-	-	32,50	22,30	0,50	0,80	0,50	0,90
SM+SCM	20,00	52,00	-	-	25,50	0,50	0,10	1,20	0,70
SM+SCMTD	25,00	-	47,50	-	25,00	0,50	0,10	1,20	0,70

SM: silagem de Mombaça; SCM: silagem de casca de mandioca; SCM+TD: silagem de casca de mandioca com torta de dendê; SM+MM: silagem de Mombaça e milho moído; SM+SCM: silagem de Mombaça com silagem de casca de mandioca; SM+SCMTD: silagem de Mombaça com silagem de casca de mandioca e torta de dendê.

O concentrado era composto por farelo de soja, calcário calcítico, fosfato bicálcico, NaCl, ureia, milho moído ou silagem de casca da mandioca ou silagem de casca da mandioca com 45% de torta de dendê. Os ingredientes do concentrado, exceto as silagens de casca de mandioca e casca de mandioca com 45% de dendê, foram processados na fábrica de ração pertencente ao Instituto de Saúde e Produção Animal da UFRA (ISPA). Eles foram triturados e homogeneizados em misturador vertical. As silagens foram misturadas ao concentrado no momento da alocação em baldes plásticos para avaliação da estabilidade aeróbia.

As análises da silagem de Mombaça, silagem de casca de mandioca e silagem de casca com torta de dendê foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, localizada no município de Belém, Pará. As amostras das determinadas silagens foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada de ar, 55°C por 72 horas e foram moídas em moinhos de facas, com peneira de 1mm. Em seguida, foram determinadas as concentrações de matéria seca (MS) a 105°C por 16 horas ininterruptas (Método Oficial AOAC 934.01,1990). Os conteúdos de matéria mineral (MM) a 550°C por 3 horas (DETMANN, *et al.*, 2021), e proteína bruta (PB) de acordo com o (Método Oficial 978.04), foram realizados segundo a metodologia descrita pela AOAC (1990).

As análises da fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas em autoclave (Método INCT-CAT F-002/1) metodologia descrita por Detmann (2021), utilizando-se alfa-amilase termoestável com ausência de sulfito de sódio. As análises de extrato etéreo (EE) foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (Método Oficial 920.39). A quantificação de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculada de acordo com Detmann (2021) por meio da equação 100- (MM+EE+PB+FDN).

Tabela 2. Composição química dos ingredientes e dietas experimentais.

<i>Itens</i>	<i>Composição química (%MS)</i>					
	MS (%)	MO	PB	FDN	FDA	CNF
Milho moído	92,57	98,62	7,26	22,71	3,95	75,42
Farelo de soja	93,56	93,39	41,71	22,06	13,02	19,07
Silagem Mombaça	37,88	93,27	3,48	76,12	47,56	13,29
SCM	38,65	94,76	3,42	19,98	14,11	70,30
SCM + TD	51,09	83,52	5,10	49,49	31,10	24,22
<i>Dietas</i>						
SM+MM	67,04	90,32	15,68	44,65	21,04	27,57
SM+SCM	51,53	94,25	15,08	31,23	22,30	33,70
SM+SCMTD	57,65	85,53	15,16	48,05	27,99	17,83

MS: matéria seca; MO; matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CNF: carboidratos não fibrosos; SM: silagem de Mombaça; SCM: silagem de casca de mandioca; SCM+TD: silagem de casca de mandioca com torta de dendê; SM+MM: silagem de Mombaça e milho moído; SM+SCM: silagem de Mombaça com silagem de casca de mandioca; SM+SCMTD: silagem de Mombaça com silagem de casca de mandioca e torta de dendê.

3.4 Estabilidade aeróbia

Foram coletadas aproximadamente 2kg de silagem e das dietas, que ficaram expostas ao ar em baldes plásticos de 5L. Os baldes eram mantidos em galpão aberto, e a temperatura das silagens e dietas aferidas a cada 3 horas com auxílio de termômetros digitais. A estabilidade aeróbia representa o número de dias que a silagem levou para atingir 5°C acima da temperatura ambiente, pois o ensaio ocorreu em ambiente sem controle de temperatura para simular o ambiente real de fornecimento das dietas. A partir da avaliação, determinou-se: estabilidade aeróbia (EA) em dias, tempo em dias para atingir a temperatura máxima (TTmax), temperatura máxima que a silagem e as dietas atingiram em °C (Tmax), e amplitude (AmpT; diferença entre a temperatura máxima e temperatura mínima atingidas).

3.5 pH e análise microbiológica

Coletou-se aproximadamente 25 g das silagens e das dietas, que foram homogeneizadas com 100 mL de água destilada e, após 30 minutos, mensurado com auxílio de eletrodo (BERNARDES et al., 2019).

Para análise microbiológica foram coletadas 25 g de cada balde com os tratamentos e enviadas ao Laboratório de Microbiologia, pertencente ao complexo do LABNUTAN-UFRA. Foram pesadas 25 g da amostra e acondicionadas em sacos estéreis individuais com água peptonada. A técnica de plaqueamento utilizada foi a Pour Plate com 4 diluições seriadas. Para as análises das populações microbianas nas amostras, foram utilizados meios de cultura específico para cada grupo microbiano. Para crescimento de leveduras e fungos filamentosos utilizou-se o meio de cultura Ágar Batata Dextrosado Acidificado (BDA) (DIFCO MANUAL, 1984), a incubação das placas foi a 26 °C, durante três dias para leveduras. As colônias foram contadas separadamente com base nas suas características macromorfológicas. No crescimento de Bactérias Ácido Láticas (BAL) foi utilizado o meio de cultura MRS Agar, e a incubação realizada a 35°C por três dias, posteriormente foi feita a contagem. Para a contagem de enterobactérias, utilizou-se o meio de cultura Ágar Vermelho Violeta Bile Glicose (VRBG) e a incubação a 35°C por 24h.

3.6 Análise estatística

Os dados foram testados para verificar a normalidade e homogeneidade da variância pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Nas populações microbianas foi realizada a transformação em log₁₀ para atendimento dos pressupostos de normalidade. Todas as variáveis foram submetidas ao procedimento GLM do pacote estatístico SAS® (Statiscal Analysis System, 2009) para análise de variância. Para as variáveis relacionadas à microbiologia e pH foi testado, além do efeito de tratamento, o tempo de exposição aeróbia e a interação entre esses fatores. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando $\alpha=0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na composição de BAL, houve interação entre silagem e dia de exposição aeróbia ($p=0,0029$) (Tabela 3). No dia 0 a SM apresentou maior contagem de BAL (7,79 log₁₀ ufc.g⁻¹), seguida pela SCM (6,81 log₁₀ ufc.g⁻¹) e SCM+TD (6,25 log₁₀ ufc.g⁻¹). No dia 4, a população de BAL aumentou significativamente na SM e SCM, já a SCM+TD não diferiu com o passar dos dias (Figura 1).

Tabela 3. Composição microbiana (\log_{10} ufc.g⁻¹) e pH da silagem de mombaça (SM), silagem de casca da mandioca (SCM) e silagem de casca da mandioca com 45% de torta de dendê (SCM+TD) ao longo da dos dias de exposição aeróbia (EA).

<i>Itens</i>	BAL	Enterobactérias	Leveduras	Mofo	pH
<i>Silagens (S)</i>	\log_{10} ufc.g ⁻¹				
SM	7,79	4,12 ^{ab}	5,89	6,62 ^a	6,55
SCM	6,81	4,61 ^a	5,64	5,05 ^{ab}	5,31
SCM+TD	6,25	2,74 ^b	4,64	4,52 ^b	5,55
<i>Exposição aeróbia (EA)</i>					
0	6,05	0,33 ^c	4,24	5,10 ^{ab}	4,29
4	6,99	4,11 ^b	5,20	4,57 ^b	5,52
8	7,82	7,03 ^a	6,73	6,51 ^a	7,60
EPM	0,23	0,62	0,41	0,35	0,33
<i>p_valor¹</i>					
S	<0,0001	0,0417	0,2171	0,0166	0,0007
EA	<0,0001	<0,0001	0,0101	0,0276	<0,0001
S×EA	0,0029	0,1421	0,0188	0,3938	0,0008

Médias seguidas por letra minúscula diferente na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). EPM: erro padrão médio. S: efeito da silagem; EA: efeito da exposição aeróbia; S×EA: efeito da interação entre silagem e dia de exposição aeróbia.

Com a exposição aeróbia, o comportamento esperado para a população de BAL, que cresceu durante o processo de fermentação, é o de declínio, considerando o fato de que esses microrganismos se proliferam principalmente em condições anaeróbias (SILVA et al., 2011).

Entretanto, observou-se que do dia 0 para o dia 4, as BAL continuaram a se proliferar na SM e SCM. Fato este, que pode ter ocorrido, pois algumas bactérias ácido-láticas são facultativas, ou seja, podem crescer na presença ou ausência de oxigênio (FREIRE et al., 2021), utilizando os CS residuais como substrato.

Lima et al. (2023), avaliando a estabilidade aeróbia de silagem de milho, silagem de parte aérea de mandioca e silagem de raiz de mandioca, observou no dia sete de exposição aeróbia, aumento da população de BAL, registrando contagem de 7,35, 5,00 e 4,65 \log_{10} ufc.g⁻¹, para as silagens avaliadas, respectivamente.

A presença de oxigênio facilita o desenvolvimento de microrganismos aeróbicos, como leveduras, na superfície da silagem, por consumo dos nutrientes que conseqüentemente gera calor. Silagens adequadamente fermentadas, com altas concentrações de ácido lático e açúcares remanescentes, são mais afetadas pela deterioração aeróbia (WEINBERG; MUCK, 1996). O

aumento de temperatura pode estimular o crescimento de bactérias ácido-láticas e outros microrganismos, que utilizam os produtos fermentáveis disponíveis (PAHLOW et al., 2003). As enterobactérias competem com as BAL no início do processo fermentativo por substrato, e a casca da mandioca, rica em carboidratos, especialmente amido, fornece um substrato adequado para a fermentação realizada pelas bactérias ácido-láticas (MACEDO et al. 2017).

Para contagem de enterobactérias houve efeito da silagem ($p=0,0417$) e dia de exposição aeróbia ($p<0,0001$). A SCM apresentou os maiores valores para enterobactérias ($4,61 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$), seguida da SM ($4,12 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$) da SCM+TD ($2,74 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$). Observou-se, que com o passar dos dias de exposição, a contagem de enterobactérias aumentou, com médias de $0,33 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$, $4,11 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$ e $7,03 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$, nos dias 0, 4 e 8, respectivamente.

Na contagem de leveduras houve interação entre as silagens e o dia de exposição aeróbia ($p=0,0188$). As silagens de mombaça e casca da mandioca com torta de dendê, não diferiram durante todo o período da exposição aeróbia. A silagem de casca da mandioca apresentou aumento a partir do quarto dia de exposição e não diferiu até o oitavo dia de exposição aeróbia. (Figura 1) (Tabela 3).

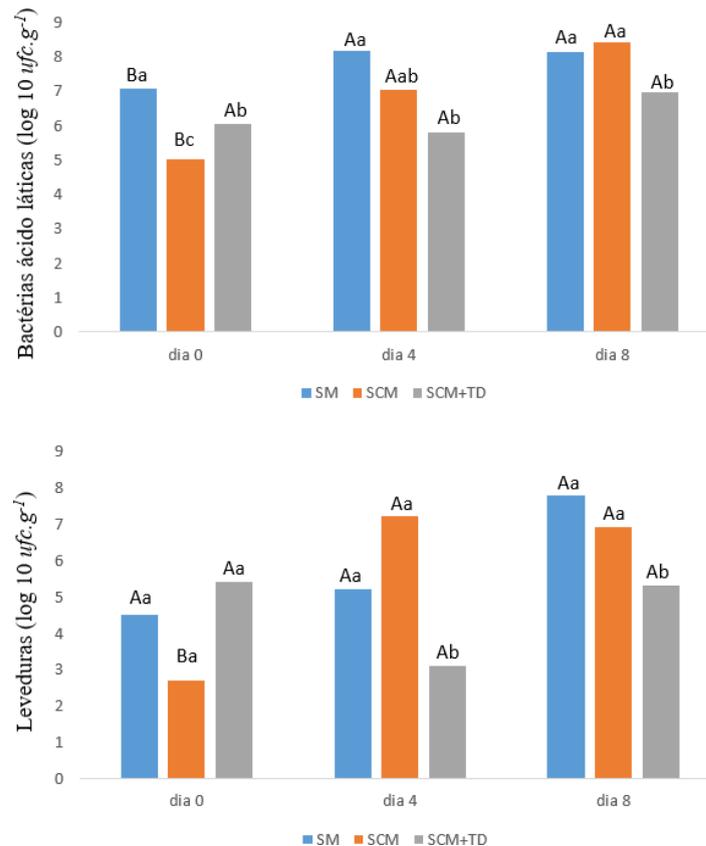
Fungos filamentosos, leveduras e bactérias aeróbias, são considerados microrganismos deteriorantes, pois a proliferação e respiração celular desses microrganismos afetam a qualidade de silagens, além de elevar a temperatura do material ensilado (GUIM et al., 2002; AMARAL et al., 2008). Sua presença reduz a vida útil do alimento, além de resultar na produção de substâncias como etanol, CO_2 e toxinas, quando em altos níveis, comprometendo a qualidade sanitária da silagem, diminuindo o consumo e podendo causar intoxicação nos animais (MUCK, 2010).

Capins tropicais e as leguminosas são menos susceptíveis à deterioração aeróbia, passando por menos perturbações quando realocada (REGO et al., 2023). Para a realocação, é desejável silagens com mais tempo de estocagem, pois pode ocorrer aumento de ácido acético, que possui ação antifúngica, inibindo o crescimento de leveduras (WALKER, 1998).

Entretanto, a SM apresentou níveis elevados de leveduras ($5,89 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$) durante todo o período de exposição aeróbia, que pode ter sido influenciado pelas características iniciais da silagem, caso fossem favoráveis a deterioração, como altas contagem de leveduras e mofos e pH maior que 4 (CHEN; WEINBERG, 2014; DA SILVA et al. 2019) ou possivelmente pelo tempo de realocação da SM, que foi maior do que 48h. Para Silva et al. (2019), a exposição das silagens por períodos de até 72 horas não compromete o perfil fermentativo e valor nutritivo da

silagem realocada. A princípio, para silagens preservadas e com fermentação adequada, a duração do período de realocação não é crucial, já a realocação de silagens com baixa qualidade, ou seja, baixo valor nutritivo, após a realocação também terá baixa qualidade e sofrerá mais perturbações (REGO et al., 2023).

Figura 1. Médias (\log_{10} ufc.g⁻¹) de bactérias ácido lácticas e leveduras nos dia 0, 4 e 8 de exposição aeróbia da silagem de mombaça (SM), silagem de casca de mandioca (SCM) e silagem de casca de mandioca com torta de dendê (SCM+TD).



Médias seguidas por letra minúscula diferente, diferem entre si na comparação das silagens no mesmo período de exposição aeróbia e médias seguidas por letra maiúscula diferente, diferem entre si, dentro da mesma silagem ao longo do período de exposição aeróbia, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

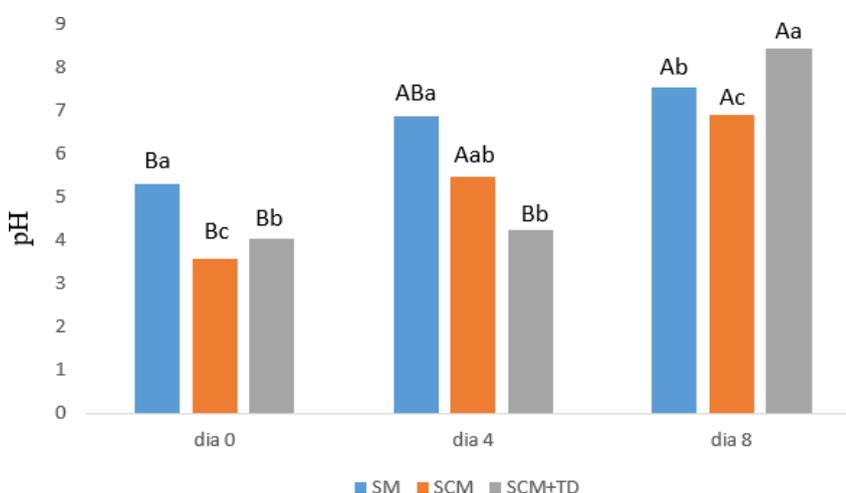
Segundo Santos et al. (2014), silagens em deterioração ativa apresentam valores entre 5,5 a 6,0 \log_{10} ufc.g⁻¹ de leveduras. Para SM e SCM, a contagem apresentou valores dentro dessa faixa, o que confirma deterioração ativa nessas silagens, enquanto que a SCM+TD teve comportamento diferente, com valores de levedura abaixo do relatado para deterioração ativa

(4,64 log₁₀ ufc.g⁻¹), o que pode expressa uma melhora no perfil fermentativo dessa silagem por conta da torta de dendê.

No caso dos mofos, houve efeito da silagem ($p = 0,0166$) e da exposição aeróbia ($p=0,0276$), sendo os valores para SM, SCM e SCM+TD de 6,62 log₁₀ ufc.g⁻¹, 5,05 log₁₀ ufc.g⁻¹ e 4,52 log₁₀ ufc.g⁻¹, respectivamente. Foi observado que o crescimento de mofos foi menor do dia 0 para o dia 4 (5,10 log₁₀ ufc.g⁻¹ para 4,57 log₁₀ ufc.g⁻¹), e maior no dia 8, com média de 6,51 log₁₀ ufc.g⁻¹.

Para o pH houve interação entre silagem e exposição aeróbia ($p=0,0008$). A SM diferiu durante os dias 0 e 8 de exposição, já na SCM o pH foi menor no dia 0 e maior nos dias 4 e 8, enquanto na SCM+TD o pH foi menor no dia 0 até o dia 4, e maior no dia 8 (Figura 2). Nesse sentido, a elevação do pH já era esperada para as 3 silagens, pois é um dos sinais que apontam para a deterioração, devido ao início das atividades de microrganismos deterioradores, que consomem substratos disponíveis e resultantes da fermentação (REIS e MOREIRA, 2007).

Figura 2. Médias de pH no dia 0, 4 e 8 de exposição aeróbia da silagem de mombaça (SM), silagem de casca de mandioca (SCM) e silagem de casca de mandioca com torta de dendê (SCM+TD).



Médias seguidas por letra minúscula diferente, diferem entre si na comparação das silagens no mesmo período de exposição aeróbia e médias seguidas por letra maiúscula diferente, diferem entre si, dentro da mesma silagem ao longo do período de exposição aeróbia, pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A SCM+TD manteve o pH em níveis ácidos com médias de 4,02 e 4,22 nos dois primeiros dias de avaliação, diferindo apenas no oitavo dia e conseqüentemente apresentou as menores contagens de microrganismos deterioradores ao longo da exposição aeróbia, o que

pode demonstrar que silagens contendo a torta de dendê podem ter melhor resistência a deterioração após a exposição ao ar. Diferente da SM, que apresentou pH elevado em todos os dias de avaliação e comportamento microbiano maior em relação ao período de exposição.

Um fator que pode ter contribuído para o pH elevado desde o dia 0 de exposição da SM, é o seu poder tampão elevado e baixo teor de carboidratos solúveis, que dificulta a queda do pH no processo da ensilagem. Oliveira et al. (2011), ao avaliar a inclusão da torta de dendê em silagens de capim-Massai, encontrou valores para pH de 5,86; 3,99; 4,19 e 4,06 nos tratamentos com 0; 8; 16 e 24% de adição de torta de dendê nas silagens, respectivamente.

Observa-se que não houve diferença entre as silagens para a estabilidade aeróbia ($p = 0,5984$) (Tabela 4), indicando que todas as silagens apresentaram um tempo de EA similar, com valores variando entre 5,75 e 6,13 dias. A temperatura máxima variou entre os tratamentos ($p = 0,0026$), onde a SCM+TD alcançou a maior Tmax (42,75°C), superior às demais, enquanto SM e SCM apresentaram valores mais baixos e próximos, de 36,71°C e 37,97°C, respectivamente. Quanto a AmpT, houve diferença ($p = 0,0025$), com a silagem SCM+TD apresentando a maior amplitude térmica (18,58°C).

Tabela 4. Estabilidade aeróbia (EA), tempo para atingir temperatura máxima (TTmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax) e amplitude de temperatura (AmpT) das SM, SCM e SCM+TD.

<i>Itens</i>	EA	TTmax	Tmin	Tmax	AmpT
<i>Silagens (S)</i>	Dias		°C		
SM	5,83	7,83	24,41 ^a	36,71 ^b	12,30 ^b
SCM	6,13	6,78	24,03 ^b	37,97 ^b	13,94 ^b
SCM+TD	5,75	7,95	24,17 ^{ab}	42,75 ^a	18,58 ^a
EPM	0,15	0,24	0,06	0,87	0,89
<i>P_valor (S)</i>	0,5984	0,0946	0,0425	0,0026	0,0025

SM: silagem de mombaça, SCM: silagem de casca de mandioca, SCM+TD: silagem de casca de mandioca com 45% de torta de dendê. Médias seguidas por letra minúscula diferente na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). EPM: erro médio padrão.

Ao avaliar o efeito dos níveis de torta de dendê em silagens de casca de mandioca com diferentes tempos de armazenamento na EA das silagens, Pitirini et al (2023) relataram que, a medida em que os níveis de torta de dendê foram acrescentados, o tempo que as silagens permaneceram em estabilidade aumentou, atribuindo este resultado a elevada quantidade de CNF das silagens sem a torta de dendê, especialmente da silagem de casca de mandioca, pois essas silagens tendem a ter uma baixa produção de ácidos orgânicos durante a fermentação e

utilizam a alta concentração de amido como substrato para a proliferação de leveduras, o que lhes confere menor estabilidade aeróbia. O que difere dos resultados obtidos nesse estudo, pois, apesar das 3 silagens apresentarem distintos valores para CNF e terem comportamento microbiano diferente durante o estudo, especialmente a SCM+TD, a EA foi igual para todos os tratamentos.

Já na concentração de BAL entre as diferentes dietas, observou-se interação entre dietas e exposição aeróbia ($p < 0,0001$) (Tabela 5). No dia 0, as dietas foram semelhantes quanto a contagem de BAL, mas no dia 4, o número de BAL aumenta em todas as dietas, com os maiores valores nas dietas de SM+SCM (8,52) e dieta de SM+SCMTD (8,58). No último dia de exposição, houve estabilização no crescimento de BAL na SM+SCMTD, e redução na SM+SCM. A dieta de SM+MM apresentou crescimento nos valores de BAL durante todo o período de exposição (Figura 3).

Tabela 5. Composição microbiana (\log_{10} ufc.g⁻¹) e pH das dietas: SM+MM (silagem de Mombaça + milho moído), SM+SCM (silagem de Mombaça + silagem da casca da mandioca) e SM+SCMTD (silagem de Mombaça + silagem de casca da mandioca + 45% de torta de dendê) ao longo dos dias

<i>Itens</i>	BAL	Enterobactérias	Leveduras	Mofo	pH
<i>Dietas (D)</i>	\log_{10} ufc.g ⁻¹				
SM+MM	7,82	3,55	5,93 ^a	5,57	7,89
SM+SCM	8,03	5,35	6,44 ^a	6,79	5,81
SM+SCMTD	7,79	4,59	6,52 ^a	6,90	6,15
<i>Exposição aeróbia (EA)</i>					
0	6,53	2,57	4,25 ^b	5,53	5,82
4	8,52	5,56	7,30 ^a	6,84	7,33
8	8,58	5,36	7,32 ^a	6,89	6,69
EPM	0,21	0,49	0,41	0,24	0,25
<i>p_valor</i>					
D	0,1066	0,0837	0,7113	0,0003	<0,0001
EA	<0,0001	0,0014	0,0009	0,0002	<0,0001
D×EA	<0,0001	0,0041	0,3476	0,0005	<0,0001

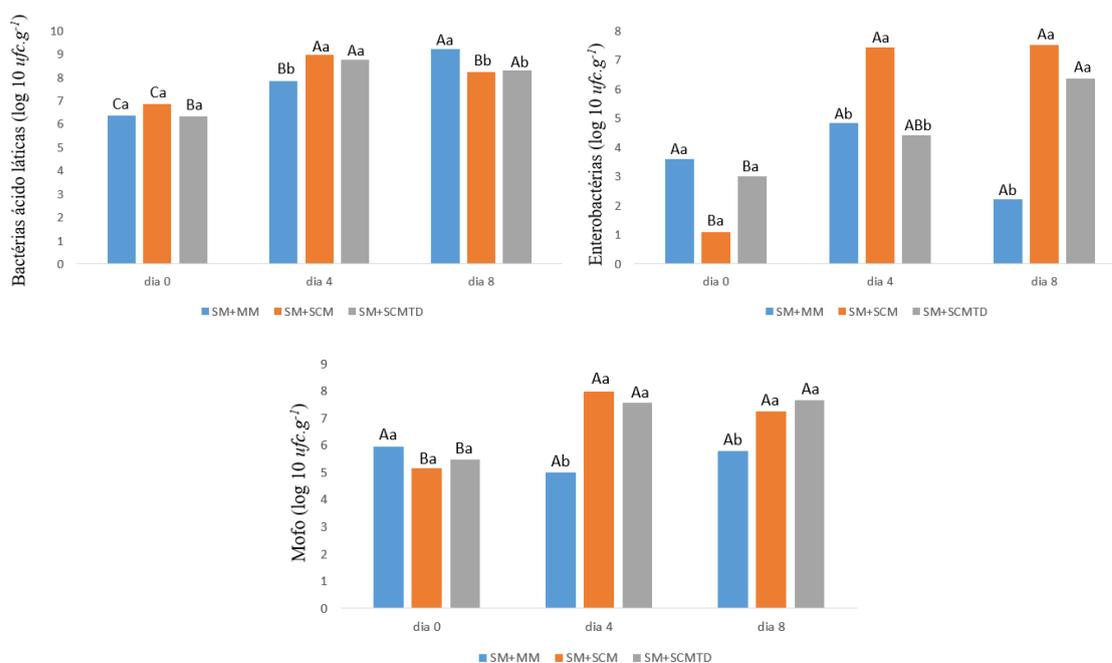
Médias seguidas por letra minúscula diferente na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). EPM: erro padrão médio. D: efeito da dieta; EA: efeito da exposição aeróbia; S×EA: efeito da interação entre dieta e dia de exposição aeróbia.

Esse comportamento das BAL em relação a dieta já era esperado, devido ao comportamento semelhante nas silagens avaliadas individualmente, reiterando a hipótese de que o crescimento das BAL após a exposição ao ar, deve-se ao fato de algumas bactérias ácido-láticas serem facultativas, podendo crescer na presença ou ausência de oxigênio.

Para enterobactérias houve interação entre a dieta e a exposição aeróbia ($p=0,004$). No dia 0, as três dietas não diferiram entre si. A contagem na SM+MM foi igual durante todo o período de exposição, já a SM+SCM apresentou a menor contagem no dia 0 e maior nos dias 4 e 8. Já a SM+SCMTD diferiu nos dias 0 e 8 de exposição. (Figura 3).

Avaliando a estabilidade aeróbia de silagem de milho inoculadas com *Lactobacillus buchneri* em combinação com diferentes estirpes de BAL, Reich & Kung Jr. (2010) observaram desenvolvimento de enterobactérias após a abertura do silo, que provavelmente utilizou ácido láctico e carboidratos solúveis residuais presentes na silagem como fonte de substrato. O que pode explicar o fato da SM+SCM ter apresentado maior contagem para enterobactérias ($5,35 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$). Isso porque, a SM+SCM possuía a maior concentração de CNF entre as 3 dietas (33,70%). Já a SM+MM, que apresentava 27,57% de CNF, foi a silagem com as menores médias de enterobactérias ($3,55 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$) (Tabelas 2 e 5).

Figura 3. Médias ($\log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$) de bactérias ácido lácticas, enterobactérias e mofo no dia 0, 4 e 8 de exposição aeróbia das dietas com SM+MM, SM+SCM e SM+SCMTD.



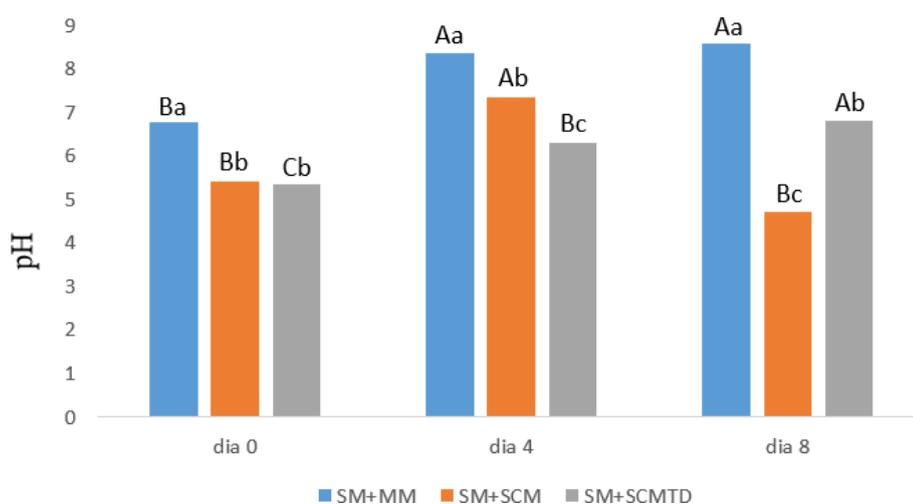
Médias seguidas por letra minúscula diferente, diferem entre si na comparação das dietas no mesmo período de exposição aeróbia e médias seguidas por letra maiúscula diferente, diferem entre si, dentro da mesma dieta ao longo do período de exposição aeróbia, pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Para leveduras houve efeito do dia de exposição ao ar ($p=0,0001$). Foi observado que no dia 0 a contagem de leveduras foi significativamente menor ($4,25 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$), em comparação aos dias 4 e 8 de exposição aeróbia ($7,30 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$ e $7,32 \log_{10} \text{ufc.g}^{-1}$), respectivamente.

Na contagem microbiológica dos mofos, houve interação entre silagem e exposição ao ar ($p<0,0001$). No dia 0, as três dietas apresentam contagens iguais para mofo. Entretanto, nos dias 4 e 8 a contagem foi maior em SM+SCM e SM+SCMTD diferindo da SM+MM. O aumento na contagem de microrganismos aeróbios deteriorantes, como enterobactérias e mofos, ao longo do período de exposição aeróbia nas dietas já era esperado, pois são indicadores de deterioração, principalmente em dietas ou silagens mais úmidas (JOBIM et al., 2007; MACÊDO et al., 2017).

Para pH, houve interação entre dietas e exposição ao ar ($p<0,0001$). No dia 0, houve diferença entre os valores de pH, que foi maior na SM+MM (6,75), enquanto que as SM+SCM e SM+SCMTD apresentaram valores parecidos (5,39 e 5,33, respectivamente). No dia 4, todas as dietas diferiram entre si, sendo a SM+MM a maior (8,35), seguida da SM+SCM (7,34) e a SM+SCMTD a menor entre elas (6,3). No oitavo dia de exposição, os pH de todas as dietas diferiram entre si, sendo a SM+MM o maior pH (8,56) seguida pela SM+SCMTD (6,81), e SM+SCM (4,71).

Figura 4. Médias de pH no dia 0, 4 e 8 de exposição aeróbia da SM+MM, SM+SCM e SM+SCMTD.



Médias seguidas por letra minúscula diferente, diferem entre si na comparação das dietas no mesmo período de exposição aeróbia e médias seguidas por letra maiúscula diferente, diferem entre si, dentro da mesma dieta ao longo do período de exposição aeróbia, pelo teste de Tukey ($p<0,05$)

O potencial de uma planta para ensilagem depende do seu poder tampão, ou seja, capacidade do material, quando ensilado, de resistir a mudanças no pH durante o processo de fermentação (WOOLFORD, 1984). Assim, quanto maior o poder tampão, mais difícil a queda do pH, pois influencia a rapidez e eficiência com que o pH da silagem se estabiliza em níveis ácidos adequados.

O capim Mombaça, por sua vez, é um capim com alto poder tampão, o que lhe confere maior resistência quanto a queda do pH no momento da ensilagem. Como observado anteriormente, nas análises individuais das silagens, a SM também apresentou os maiores valores de pH. A SM foi utilizada nas três dietas experimentais, em inclusões de 20% na SM+SCM, de 25% na SM+SCMTD e de 42,5% na SM+MM (Tabela 2), o que proporcionalmente elevou o pH na dieta SM+SCMTD.

Outro fator que pode ter influenciado os altos valores de pH, é o modo de preparo das Dietas. Na preparação das dietas ocorre a homogeneização dos alimentos, isso pode ter provocado o aumento da porosidade das silagens, contribuindo para facilitar a penetração de oxigênio na massa fermentada e, com isso, a proliferação de leveduras, dando início rapidamente ao processo de deterioração e aumento do pH.

Observou-se diferença para todas as variáveis analisadas, sendo elas EA ($p=0,0002$), TTmax ($p<0,0001$), Tmin ($p<0,0001$), Tmax ($p=0,0037$) e Amp ($p=0,0003$) (Tabela 6).

Tabela 6. Estabilidade aeróbia (EA), tempo para atingir temperatura máxima (TTmax), temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax) e amplitude de temperatura (AmpT) das dietas SM+MM, SM+SCCM E SM+SCMTD.

<i>Itens</i>	EA	TTmax	Tmin	Tmax	AmpT
<i>Dietas</i>	Dias		°C		
SM+MM	1,50 b	6,53 a	25,42 a	45,36 b	20,00 b
SM+SCM	3,12 a	6,60 a	24,15 b	47,39 ab	23,24 a
SM+SCMTD	2,70 a	4,95 b	24,13 b	48,97 a	24,84 a
EMP	0,21	0,22	0,17	0,50	0,62
<i>p_valor</i>	0,0002	<0,0001	<0,0001	0,0037	0,0003

SM+MM: silagem de mombaça e milho moído; SM+SCM: silagem de Mombaça com silagem de casca de mandioca; SM+SCMTD: silagem de mombaça com silagem de casca de mandioca e torta de dendê. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey ($p<0,05$). EPM: erro médio padrão

A SM+SCM e SM+MM apresentaram Tmax de 47,39°C e 45,36°C, e AmpT de 23,24°C e 20,00°C, respectivamente. Já a SM+SCMTD apresentou a maior Tmax (48,97°C), com o TTmax menor entre elas (4,95 dias) e AmpT de 24,84°C. As dietas SM+SCM e SM+SCMTD

apresentaram as maiores EA (3,12 e 2,70 dias, respectivamente) em relação a dieta SM+MM (1,50 dias). Isso porque, a dieta composta por silagem de mombaça e milho moído (SM+MM) já apresentava pH mais alto no momento da exposição ao ar, favorecendo a atividade de microrganismos deteriorantes desde os momentos iniciais, o que pode ter contribuído para a perda mais rápida da estabilidade.

Resultado semelhante foi relatado por Lima et al (2023), que avaliaram a deterioração aeróbia de silagens de parte aérea e raiz de mandioca e sua influência em dietas, e observaram que a dieta sem silagem de mandioca, parte aérea e raiz, composta unicamente por silagem de milho com milho moído, apresentaram menor estabilidade, com EA de menos de 1 dia (0,44 dia).

Os principais fatores que influenciam a estabilidade aeróbia de silagens são oxigênio e disponibilidade de substrato (Weinberg et al., 2001). Considerando o fator de que o comportamento microbiológico das dietas com casca de mandioca foi semelhante, a Tmax e AmpT maior nas dietas com casca de mandioca, podem ser explicados devido aos substratos fermentescíveis disponíveis nessas silagens, que permitem maior atividade de consumo microbiano após exposição ao ar, resultando em maiores variações de temperatura.

5 CONCLUSÃO

As silagens de mombaça, casca de mandioca e casca de mandioca com 45% de torta de dendê apresentaram estabilidade aeróbia semelhantes. Na avaliação da estabilidade aeróbia das dietas, foi observado que as dietas contendo casca de mandioca com ou sem adição de torta de dendê foram iguais, ou seja, a adição de 45% de torta de dendê não conferiu maior estabilidade aeróbia a dieta.

6 REFERÊNCIAS

- ABREU FILHO, G. **Torta de dendê na dieta de novilhas terminadas em confinamento**. Orientador: Robério Rodrigues Silva. 2018. 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2018. Disponível em: http://www2.uesb.br/ppg/ppz/wp-content/uploads/2018/09/GEORGE.TESE_.FINAL_.pdf. Acesso em: 20 jun. 2024.
- ALBUQUERQUE, J. A. A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.
- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- ALVES, E. M. et al. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.2, p.157-164, 2012.
- AMARAL, R.C. et al. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v.37, n.6, p.977-983, 2008.
- AZEVEDO, E. B et al. Silagem da parte aérea de cultivares de mandioca. 2006. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1902-1908, nov-dez, 2006.
- BERNARDES, et al. Technical note: A comparison of methods to determine pH in silages. **Journal of Dairy Science**, v.102, n.10, p. 9039-9042, 2019.
- BERNARDES, T.F. et al. Fermentative and microbiological profile of Marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.3, p.214-220, 2005.
- BRUST, L. A. C. et al. Enfermidades em bovinos associadas ao consumo de resíduos de cervejaria. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, p. 956-964, 2015.
- CHEN, Y.; WEINBERG, Z.G. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 406-410, 2014.
- CHISTÉ, R. C.; COHEN, K, O. Determinação de cianeto total nas farinhas de mandioca do grupo seca e d'água comercializadas na cidade de Belém-PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 2: p. 96-102, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento: Análise mensal – Mandioca, janeiro de 2024. Brasília, 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/download/51987_3201329c95fb5ceac2d88b6ee8ac6edc. Acesso em: 05 de nov. 2024.

DA SILVA, T.C., et al. Realocação de silagens. In: I Simpósio Paraibano de Conservação e Utilização de Forragens: tecnologias e inovações para a pecuária nordestina. **Anais**. Areia (PB) CCA/UFPB, 2019. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/siconfor/197693-relocacao-de-silagens/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DE OLIVEIRA, J. B. B. et al. **Perfil microbiológico e composição química da casca de mandioca in natura e ensilada**. Orientador: Prof. Dr. Cristian Faturi. 2022. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Zootecnia, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2022. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2323/2/Perfil%20microbiologico%20e%20composi%C3%A7%C3%A3o%20quimica%20da%20casca%20de%20mandioca%20in%20natura%20e%20ensilada.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2024.

DETMANN, E., et al. **Métodos para análise de alimentos**. 2 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2021. 350p.

DOURADO, D, P, et al. Caracterização bromatológica e classificação da casca da mandioca como fonte para alimentação animal. **Revista Integralização Universitária- RIU**, Palmas, v. 12, n. 16, ano 2017.

DRIEHUIS, F.; VAN WIKSELAAR, P.G.V. The occurrence and prevention of ethanol fermentation in high dry matter grass silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 711-718, 2000.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA, Produção de Dendê, 2023

EMBRAPA. Rondônia discute biodiesel com uso de dendê. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Rondônia, 2006. Disponível em: https://www.embrapa.br/search-news/-/noticia/17977649/rondonia-discute-biodisel-com-uso-de-dende?p_auth=7T5Mi9bM. Acesso em: 20 jun. 2024.

- EVANGELISTA, A. R. et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 446-452, 2004.
- EZUI, K.S. et al. Fertiliser requirements for balanced nutrition of cassava across eight locations in West Africa. **Field Crops Research**, v. 185, p. 69-78, 2016.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/?#compare>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- 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**, São Paulo, v.40, n.12, p.2929- 2937, 2011.
- FERREIRA, Fernanda Gazar. **Utilização de torta de licuri e torta de dendê na alimentação de cabras em lactação**. Orientador: Gleidson Giordano Pinto de Carvalho. 2022. 132 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Da Bahia, Bahia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/38217>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- FERREIRA, G.D.G. et al. Valor Nutritivo de Coprodutos da Mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, p. 364-374, 2007.
- FONSECA, M. C. C. et al. Isolamento e caracterização morfológica de pseudomonas spp. Fluorescentes nativas em sistemas de produção agrícola. **Embrapa Agrobiologia**, n.43, p. 1-4, 2000.
- FREIRE, T. T. et al. Bactérias ácido lácticas suas características e importância: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e513101119964, 2021.
- FRONZA, P. et al. Extraction and Characterization of Starch from Cassava Peels. **Starch-Stärke**, v. 75, p. 2100245 (1-8), 2023.
- GUIM, A. et al. Estabilidade Aeróbica de Silagens de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) Emurchecido e Tratado com Inoculante Microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2176-2185, 2002.
- JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2007.
- KUNG, L. et al. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018.

LIMA, B.S. et al. Mandioca na alimentação animal: Revisão de literatura. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 37, Ed. 142, Art. 957, 2010.

LIMA, E. M. et al. Deterioração aeróbia de silagens - Aerobic deterioration of silages. **Revista Eletrônica Nutritime** – ISSN 1983-9006. Art. 299 V. 12, N. 02, p. 3996– 4003, 2015.

LIMA, F. M. S. et al. **Deterioração Aeróbia de Silagens de Parte Aérea e Raiz de Mandioca e sua Influência em Dietas**. Orientado: Thiago Carvalho da Silva. 2023. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Zootecnia, Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2023. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3264/1/Deteriora%C3%A7%C3%A3o%20aer%C3%B3bia%20de%20silagens%20de%20parte%20a%C3%A9rea%20e%20raiz%20de%20mandioca%20e%20sua%20influencia%20em%20dietas.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024

MACÊDO, A. J. F. et al. Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura - Microbiology of silages: Literature Review. **Rev. Electrón. Vet.** Vol.18, N. 9, 2017.

McDONALD, P.; HENDERSON. A.R.; HERON. S. The biochemistry of silage. **Marlow: Chalcombe Publications**, 2º ed, 340p., 1991.

MEZZOMO, R. et al. Alimentos alternativos para ruminantes na Amazônia. *In*: MEZZOMO, R.; RÊGO, A. C.; VARGAS, J. A. C. (org) **Intensificação da produção de animais ruminantes no bioma amazônico**. Editora Sorian, Londrina, 2023. 366p

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. Treino e visita como método de transferência de tecnologias no Baixo Tocantins, Estado do Pará. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém, 2013. 35 p.

MODESTO JÚNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Produtividade de mandioca cultivada por agricultores familiares em áreas de mata de Paragominas, Pará. **Ciência e Desenvolvimento**, v.6, p. 179-190, 2010.

MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.183-191, 2010.

NAPASIRTH, V. et al. Microbial population, chemical composition and silage fermentation of cassava residues. **Animal Science Journal**, v.86, p. 842–848, 2015.

OLIVEIRA, R. L. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. **Rev. Bras. Saúde Prod. An., Salvador**, v.12, n.4, p.881-892 out/dez, 2011.

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. (Ed.). **Silage science and technology**. 1st ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 31-94, 2003.

PITIRINI, J. S. **A ensilagem da casca de mandioca com torta de dendê conserva seu valor nutritivo**. Orientador: Cristian Faturi. 2023. 73p. Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal) - Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, PA. 2023.

RAMOS, B. L. P. et al. Perdas no Processo de Ensilagem: Uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e8910514660, 2021.

RÊGO, A. C.; QUEIROZ, A. C. M.; SILVA, T. C. Manejo de silagens realocadas em sistema de produção intensiva de ruminantes na Amazônia. *In*: MEZZOMO, R.; RÊGO, A. C.; VARGAS, J. A. C. (org) **Intensificação da produção de animais ruminantes no bioma amazônico**. Editora Sorian, Londrina, 2023. 366p

REICH, J.; KUNG JUNIOR, L. Effects of combining *Lactobacillus buchneri* 40788 with various lactic acid bacteria on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 159, n. 3, p. 105-109, 2010

REIS, R. A.; MOREIRA, A. L.; Conservação de Forragem como Estratégia para Otimizar o Manejo das Pastagens. 2007. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/ANACLAUDIARUGGIERI/conservacao_de_forragens_goiania.pdf . Acesso em: 20 jun. 2024.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e sobre a fermentação da silagem de girassol produzida em silos experimentais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 2169-2175, 2001.

SILVA, H. G. O. et al. Farelo de cacau (*theobroma cacao* L) e torta de dendê (*elaeis guineensis*, jacq) na alimentação de cabras em lactação. Consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1786-1794, 2005.

SILVA, R. L. N. V. et al. Palm Kernel Cake for Lactating Cows in Pasture: Intake, Digestibility, and Blood Parameters. **Italian Journal of Animal Science**, v. 12, p. 257-264, 2013.

SILVA, T.C. et al. Papel da fermentação láctica na produção de silagem. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 1, Ed. 148, Art. 998, 2011.

SIQUEIRA, A. S. **O avanço do dendê no nordeste paraense e seus impactos a produção familiar e a projeção para o município de Santo Antônio do Tauá.** Especialização em História Agrária na Amazônia Contemporânea - Universidade Federal do Pará Campus Universitário de Ananindeua, 2018.

SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros.** Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel – Me, p. 689-698, 2013.

SOUZA, C. G. et al. Fatores anti-nutricionais de importância na nutrição animal: Composição e função dos compostos secundários. **PUBVET**, v.13, n.5, a327, p.1-19, 2019.

SOUZA, L. S. Sistema de produção, processamento e usos da mandioca para o Estado do Maranhão. **EMBRAPA**, Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008.

TSOUKO, E. et al. Extraction of Phenolic Compounds from Palm Oil Processing Residues and Their Application as Antioxidants. **Food Technology and Biotechnology**, v. 57, p. 29–38, 2019.

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

VILHALVA, D.A.A. et al. Secagem convencional de casca de mandioca proveniente de resíduos de indústria de amido. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 331-339, jul./set. 2012.

WOOLFORD, M.K. The silage fermentation. New York: **Marcel Dekker**, 1984. 350p.

ZANINE, A. M. et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

ZHU, G. et al. Effect of functional groups on hydrogenolysis of lignin model compounds. **Fuel Processing Technology**, v. 154, p. 132–138, 2016.