

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

LEONARDO RAITZ PETRI

**FUBÁ DE MILHO COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DA
FOLHA DE PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA
(*Archontophoenix alexandrae*)**

**FLORIANÓPOLIS - SC
2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

LEONARDO RAITZ PETRI

**FUBÁ DE MILHO COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DA
FOLHA DE PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA
(*Archontophoenix alexandrae*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência para
obtenção do Diploma de Graduação em
Zootecnia da Universidade Federal de
Santa Catarina.

Orientador(a): Prof. Dr. Ricardo Kazama.

**FLORIANÓPOLIS - SC
2023**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Petri, Leonardo Raitz

FUBÁ DE MILHO COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DA FOLHA DE PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (*Archontophoenix alexandrae*) / Leonardo Raitz Petri ; orientador, Ricardo Kazama, 2023.

61 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, , Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. . 2. Silagem da folha de palmeira-real Australiana. 3. Fubá de milho. 4. Densidade de compactação. 5. Tempo de armazenamento. I. Kazama, Ricardo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. . III. Título.

LEONARDO RAITZ PETRI

**FUBÁ DE MILHO COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DA
FOLHA DE PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA**
(Archontophoenix alexandrae)

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 21 de novembro de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Diego Peres Netto

Zootecnista

Universidade Federal de Santa Catarina

 Documento assinado digitalmente
JOADIL GONCALVES DE ABREU
Data: 14/12/2023 02:08:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Joadil Gonçalves de Abreu

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal do Mato Grosso

Prof^ª. Dr^ª. Milene Puntel Osmani

Zootecnista

Universidade Federal de Santa Catarina

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Regina e Luiz Carlos.
Ao meu irmão Rafael.
Á minha namorada Helena.
E a todos que tornaram este trabalho possível.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por permitir ter chegado até aqui.

A minha família, especialmente, aos meus pais, Regina e Luiz Carlos, ao meu irmão Rafael, que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado. Obrigado por todos os conselhos, apoios e incentivos durante a minha graduação. Agradeço imensamente por tê-los na minha vida, são a minha base e minha fonte de inspiração!

À minha namorada, Helena, que sempre esteve ao meu lado. Com você a caminhada se tornou mais fácil e leve. Obrigado por todo o amor, compreensão, companheirismo, amizade e motivação nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos e colegas do curso, pela amizade e força durante todo esse período.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Kazama, pela orientação, confiança, dedicação e amizade.

Aos Professores (a) Joadil Gonçalves de Abreu, Milene Puntel Osmari e Diego Peres Netto, pelas orientações e por toda ajuda prestada para a realização deste trabalho.

Aos colegas Luiz Roberto (Betinho), Pedro e William (Zancanaro) que não mediram esforços durante o processo de ensilagem. Obrigado pela parceria e pelos momentos de descontração.

Ao Sr. Edson Fantini e funcionários da empresa Natupalm, por apoiarem e incentivarem a realização deste experimento.

Aos membros dos laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural da UFSC. Obrigado pela paciência, col aboração e pelos momentos divertidos durante a realização do experimento.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização do trabalho.

RESUMO

A diversidade dos resíduos agropecuários podem ser aproveitados por ruminantes, estrategicamente em períodos de escassez de alimentos. Esses resíduos podem ser ensilados para garantir, ao longo do ano, alimento volumoso para os animais. Assim, o objetivo deste experimento foi avaliar a inclusão de diferentes níveis de fubá de milho sobre a composição química e padrão fermentativo da silagem da folha de palmeira-real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*), sob diferentes densidades de compactação e distintos tempos de armazenamento dos mini-silos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 2 x 3, sendo: três níveis de inclusão de fubá de milho (0%, 5% e 10%); duas densidades de compactação (450 e 600 kg/m³); três tempos de armazenamento (50; 100 e 200 dias), com três repetições por tratamento. A composição química e o padrão fermentativo foram determinadas a partir das análises dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (%MS e %PB), atividade da água (Aw) e contagem de bactérias ácido lácticas (BAL). Os resultados das análises laboratoriais foram submetidos à análise de variância e teste de médias de Tukey ao nível de 5%, utilizando o software SISVAR 5.6, testando o efeito aditivo (T), densidade (D), tempo de armazenamento (A) e suas respectivas interações. A adição de fubá de milho na ensilagem de folhas de palmeira-real Australiana alterou a composição química das silagens, com exceção dos teores de PB. O tempo de armazenamento influenciou os teores de PB, FDN, FDA e NDT. Além disso, observou-se interação tempo de armazenamento e níveis de fubá para todas as variáveis, exceto MM e MO. A inclusão de fubá de milho à folha de palmeira-real Australiana influenciou o padrão fermentativo das silagens. As densidades testadas resultaram em diferentes valores de pH e N-NH₃ (% MS), porém sem prejuízo à qualidade da silagem. O tempo de armazenamento mostrou diferenças no padrão fermentativo dentre os tratamentos. A utilização de 10% de fubá de milho como aditivo melhorou a qualidade nutricional das silagens, porém, a folha da palmeira-real Australiana, por si só, demonstra bom potencial de conservação por meio da ensilagem com 450 ou 600 kg/m³.

Palavras-chave: aditivo, forragem conservada, subproduto, sustentabilidade

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química dos alimentos antes da ensilagem expressa em % da MS.	32
Tabela 2. Composição química (% da MS) das silagens de folha de palmeira-real Australiana com diferentes níveis de fubá de milho, densidade e tempo de armazenamento.	36
Tabela 3. Desdobramento da interação entre os efeitos do tempo de armazenamento e aditivo sobre o teor de MS e PB das silagens da folha de palmeira-real Australiana.	38
Tabela 4. Desdobramento da interação entre os efeitos do tempo de armazenamento e aditivo sobre a FDN, FDA e NDT das silagens de folha de palmeira-real Australiana.	40
Tabela 5. Valores de pH e N-NH ₃ (% MS e % PB) das silagens da folha de palmeira-real Australiana com diferentes níveis de fubá de milho, sob diferentes densidades de compactação e avaliadas em diferentes tempo de armazenamento.	43
Tabela 6. Valores de AW e BAL das silagens de folha de palmeira-real Australiana com diferentes níveis de fubá de milho, sob diferentes densidades e avaliadas em diferentes tempo de armazenamento.	43
Tabela 7. Temperatura pós-abertura das silagens da folha de palmeira-real Australiana com diferentes níveis de fubá de milho, densidades de compactação e tempos de armazenamento distintos.	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Palmeira-real Australiana (<i>Archontophoenix alexandrae</i>). Fonte: Google.	14
Figura 2 - Zoneamento agrícola da palmeira-real Australiana em Santa Catarina. Fonte: Pandolfo et al. (2005).	15
Figura 3 - Diagrama esquemático do palmito e resíduos gerados pelo processamento da palmeira- real. Fonte: Zenni et al. (2017).	17
Figura 4 - Partes que compõem a folha da palmeira-real Australiana. Fonte: Sodré (2005).	18
Figura 5 – Ensilagem, compactação do material e mini-silos pós fechamento. Fonte:...	32
Figura 6 - Amostras secas e acondicionadas em potes plásticos, identificados e armazenados para a realização das análises. Fonte: Arquivo pessoal.	34
Figura 7 - Tempo (h) pós-abertura para exceder 2°C da temperatura ambiente (21,8°C) de silagens de palmeira- real com diferentes níveis de milho (0, 5 e 10%), densidades (450 e 600 kg/m ³) e tempos de armazenamento (50 e 100 dias).	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PVC – Policloreto de Vinila

CT – Capacidade Tampão

N-NH₃ (% MS) – Nitrogênio Amoniacal (% da Matéria seca)

N-NH₃ (% PB) – Nitrogênio Amoniacal (% da Proteína Bruta)

pH – Potencial Hidrogeniônico

MS – Matéria Seca

MO – Matéria Orgânica

MM – Matéria Mineral

PB – Proteína Bruta

EE – Extrato Etéreo

FDN – Fibra em Detergente Neutro

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDNcp – Fibra Insolúvel em Detergente Neutro Corrigido para Cinzas e Proteína

FDAcP – Fibra Insolúvel em Detergente Ácido Corrigido para Cinzas e Proteína

CNF – Carboidrato Fibroso

NDT – Nutrientes Digestíveis Totais

CO₂ – Gás Carbônico

H₂O – Água

O₂ – Oxigênio

BAL – Bactérias Ácido Láticas

CS – Carboidratos Solúveis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 PALMEIRA-REAL AUSTRALIANA (<i>ARCHONTOPHOENIX ALEXANDRAE</i>)	14
3.2 RESÍDUOS DA EXTRAÇÃO DO PALMITO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES	16
3.3 PROCESSO DE ENSILAGEM	19
3.3.1 Fase aeróbia	20
3.3.2 Fase de colonização (<i>lag-phase</i>)	21
3.3.3 Fase de fermentação	22
3.3.4 Fase de estabilidade	22
3.4 FATORES QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE ENSILAGEM	23
3.4.1 Teor de matéria seca	23
3.4.2 Carboidratos solúveis e pH	24
3.4.3 Capacidade tampão	25
3.4.4 Nitrogênio amoniacal	25
3.4.5 Atividade de água	26
3.4.6 Bactérias ácido lácticas	27
3.4.7 Compactação	28
3.5 ESTABILIDADE AERÓBIA	28
3.6 ADITIVOS PARA O PROCESSO DE ENSILAGEM	29
4. METODOLOGIA	31
4.1 LOCAL E ÉPOCA	31
4.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	31
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	33
4.4 ANÁLISES LABORATORIAIS	33
4.4.1 Avaliação da estabilidade aeróbia	33
4.4.2 Atividade de água, bactérias ácido lácticas e padrão fermentativo	33
4.4.3 Composição química	34
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
5. RESULTADOS	35
6. CONCLUSÃO	46
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é destaque mundial e um importante aliado da economia nacional. Os significativos avanços no setor agropecuário permitiram a obtenção de aumento de produtividade e recordes de safras nas mais diversas culturas. Associado a isso, a produção de resíduos aumenta, tornando o gerenciamento desses uma necessidade para evitar impactos ambientais.

A diversidade dos resíduos e subprodutos agropecuários, que em sua maioria, apresentam características lignocelulósicas, podem ser aproveitados pelos animais ruminantes devido às características gastrointestinais desses animais, haja visto, que são capazes de converter resíduos fibrosos em alimentos de alta qualidade, como carne e leite. Portanto, a sua utilização pode ser empregada em situações de baixa disponibilidade de forragens ou quando o custo de alimentos externos for dispendioso. Desta forma, os resíduos agroindustriais podem compor parte da dieta, reduzir o custo alimentar e manter a produtividade do sistema de produção.

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de palmito no mundo, inclusive já foi o maior exportador de palmito em conserva, perdendo espaço no mercado internacional devido ao extrativismo. Portanto, a produção de palmito cultivado tem estimulado a cadeia produtiva do palmito brasileiro, sustentado principalmente pelas variedades pupunha e real.

De acordo com o IBGE, em 2022 o Brasil produziu cerca de 109,144 mil toneladas de palmito cultivado, sendo que Santa Catarina contribuiu com 26,244 mil toneladas do total produzido. Em 2019, o valor bruto da produção de palmito no estado foi de R\$ 84,7 milhões, e no cenário nacional, Santa Catarina é o estado com maior número de estabelecimentos agropecuários que cultivam palmeiras para produção de palmito, com cerca de 2.878 estabelecimentos. A produção gerada nesses estabelecimentos agropecuários tem como principal destino o processamento pelas indústrias de palmito e, com menor expressão, a venda *in natura*. Portanto, o cultivo de palmeiras constitui-se como uma atividade importante para a geração de emprego e renda em regiões com baixo potencial para a agricultura convencional (EPAGRI, 2021).

A produção de palmito conduz à geração de grande quantidade de resíduo vegetal. Com o beneficiamento, são produzidos a parte comercial do palmito, as folhas e a bainha. A parte comercial representa cerca de 8% da planta, sendo o restante resíduos (BAYÃO, 2013). Estes resíduos não possuem valor comercial e geram

problemas para os produtores/beneficiadoras, que não possuem conhecimento de técnicas sustentáveis para o correto descarte dos resíduos produzidos. Desta forma, acabam sendo descartados no ambiente.

A folha da palmeira-real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*) que é descartada no campo ou na própria agroindústria tem potencial de uso na alimentação de ruminantes, constituindo fonte de alimento volumoso, principalmente para a época do inverno em que a disponibilidade de forragem se encontra escassa. Porém, há poucos dados na literatura sobre o valor nutritivo da folha da palmeira-real Australiana que possam recomendar formas de utilização deste tipo de resíduo.

A confecção de silagens é uma técnica bastante difundida e recomendada para manter contínuo, ao longo do ano, o fornecimento de alimento volumoso para animais ruminantes. A técnica permite a conservação do excedente forrageiro produzido no verão. Resíduos da agroindústria também podem ser ensilados, como é o caso da silagem de restos culturais e resíduos da industrialização do abacaxi (PAULA & FARIA JÚNIOR, 2019), de resíduo da bananicultura (COTRIM, 2021), de resíduo de acerola (SANTOS, 2019), de resíduo úmido de cervejaria (SILVA et al., 2010), entre outros produtos que normalmente são descartados na agroindústria.

Serbim (2022) avaliou a composição química e o padrão fermentativo da folha da palmeira-real Australiana, ensilada sob duas densidades de compactação e em três períodos de abertura. A autora verificou valores interessantes e classificou a silagem da folha de palmeira-real Australiana como de boa qualidade, contudo, observou a necessidade de mais pesquisas objetivando melhorar o processo fermentativo deste tipo de resíduo quando ensilado.

Por isso, objetiva-se com este experimento avaliar a inclusão de fubá de milho, em três diferentes níveis, sobre a composição química e padrão fermentativo da silagem da folha da palmeira-real Australiana para se ter, desta forma, dados de mais uma fonte alternativa de alimento para ruminantes.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Analisar a composição química e o padrão fermentativo da folha de palmeira-real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*) ensilada com diferentes níveis de fubá de milho, densidades de compactação e tempos de armazenamento.

2.2 Objetivo específico

- Determinar a composição química da silagem da folha de palmeira-real Australiana.
- Determinar e avaliar o padrão fermentativo da silagem, por meio de análise de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃, % MS e % PB).
- Determinar e avaliar a atividade da água (Aw), contagem de bactérias ácido lácticas (BAL) e estabilidade aeróbia da silagem da folha de palmeira-real Australiana.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Palmeira-real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*)

Existem seis espécies no gênero *Archontophoenix*, dentre as quais destacam-se *A. alexandrae* e *A. cunninghamia*. Essas espécies são cultivadas como plantas ornamentais, em regiões tropicais e subtropicais, no Sul e Sudeste do Brasil (RAMOS & HECK, 2003).

A palmeira-real Australiana é originária da região de Queensland na Austrália. É uma região tropical com altitude inferior a 1.000 m acima do mar. A palmeira-real possui estipe único, proeminente na base, com cicatrizes foliares regularmente dispostas no sentido horizontal. As folhas em planta adulta apresentam folíolos com coloração esbranquiçada na face inferior. Podem alcançar até 30 a 35 m de altura, sendo mais comum a altura de até 25 m no estado de Santa Catarina (RAMOS & HECK, 2003) (Figura 1).



Figura 1- Palmeira-real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*). Fonte: Google.

O florescimento da palmeira-real é concentrado no outono. As flores, quando recém formadas, apresentam coloração branca ou creme claro. A frutificação ocorre no período de outono-inverno e a sua maturação no período primavera-verão. Os frutos apresentam coloração vermelha e as sementes são cobertas com fibras firmes e tênues de coloração amarelo-esverdeada (RAMOS & HECK, 2003).

Historicamente, a produção de palmito no Brasil foi baseada na exploração de espécies nativas, como a juçara, nativa da Mata Atlântica, e o açaí, nativo da Floresta Amazônica. A extração dessas espécies tem contribuído para sua extinção, em especial

da juçara, que morre após a colheita do palmito. Por isso, as agências de pesquisa começaram a estudar diferentes espécies de palmáceas a fim de identificar plantas para cultivo que produzissem palmito de qualidade e que fossem adaptadas ao solo e clima das mais diversas regiões do Brasil.

Deste modo, a produção de palmito cultivado tem impulsionado a produção brasileira, principalmente as variedades pupunha e real. A palmeira-real Australiana tem se destacado pela sua adaptabilidade e produtividade, além da alta germinação, da resistência às principais doenças e do rápido crescimento das plantas, chamando à atenção a qualidade do palmito produzido por palmeiras desse gênero (UZZO et al., 2004).

No Brasil, o cultivo da palmeira-real para a produção de palmito foi desenvolvido inicialmente na região litorânea de Santa Catarina (RAMOS & HECK, 2003) (Figura 2).

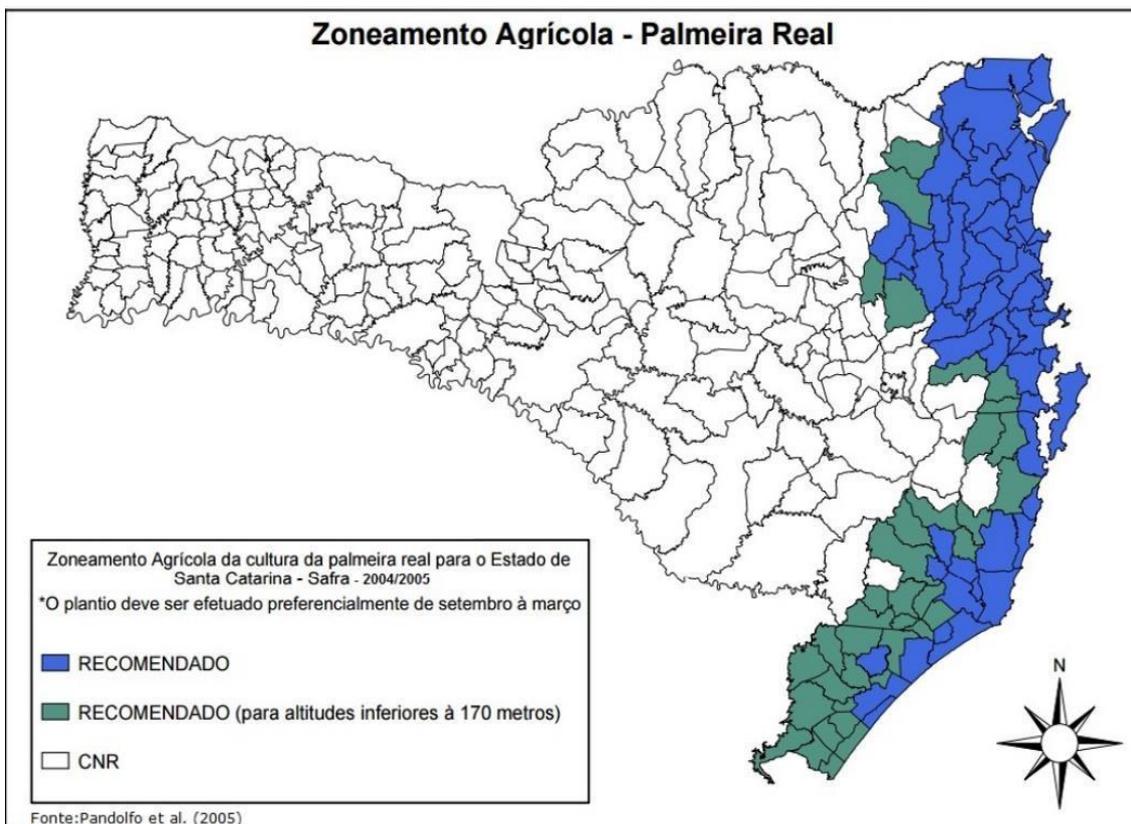


Figura 2 - Zoneamento agrícola da palmeira-real Australiana em Santa Catarina. Fonte: Pandolfo et al. (2005).

Para a cultura da palmeira-real, o estado de Santa Catarina possui condições edafoclimáticas apropriadas conforme zoneamento agrícola (Figura 2).

De maneira geral, recomenda-se o cultivo comercial nas regiões com

temperatura média anual igual ou superior a 19°C, com baixa probabilidade de geadas e com pluviosidade anual acima de 1.500 mm/ano, com boa distribuição sazonal (EPAGRI, 2021).

A produção de palmito nas espécies do gênero *Archontophoenix* pode ser feita já a partir de 22 meses a campo, desde que cultivadas em regiões aptas e com adubação apropriada. Enquanto as espécies tradicionais levam de 8 a 12 anos para estarem aptas para corte (BOVI et al., 2001), a palmeira-real se adapta bem às áreas planas ou onduladas e a diferentes tipos de solos, desde os extremamente arenosos até aqueles com alto conteúdo de argila, bem estruturados, sem compactação (RAMOS & HECK, 2003).

O seu plantio pode ser feito a pleno sol e confere a essa palmeira uma ótima vantagem. Portanto, surgem oportunidades de maior tecnificação para a cultura, através da mecanização por exemplo. Além disso, a densidade de plantio pode variar de 10.000 a 20.000 plantas/ha, dependendo das condições de solo e fertilidade (BOVI, 1998; EPAGRI, 2021).

O cultivo da palmeira-real Australiana é uma alternativa viável para diminuir a situação do extrativismo, pois o palmito desta palmeira é um produto de boa qualidade, do ponto de vista do mercado consumidor, não agride a natureza além de agrega valor social e econômico às regiões produtoras (SHERER & KRONMEYER FILHO, 2007).

3.2 Resíduos da extração do palmito na nutrição de ruminantes

Na indústria de alimentos, são conhecidos como “resíduos” a parte da matéria-prima não utilizada no processamento do produto principal. Mas deve ser entendido como “resíduos” o sobranço da matéria-prima não aproveitada para a elaboração do produto alimentício e como subproduto, esse mesmo sobranço transformado industrialmente (EVANGELISTA, 1992).

O processo de extração do palmito se dá pelo corte total da palmeira, onde somente a bainha interna presente no estipe é utilizada para a comercialização do palmito, o que significa apenas 1 m de uma palmeira de aproximadamente 15 m de altura. As folhas, o caule e as bainhas externas são descartados na lavoura e as bainhas medianas na indústria (GIORDANO, 2007) (Figura 3).

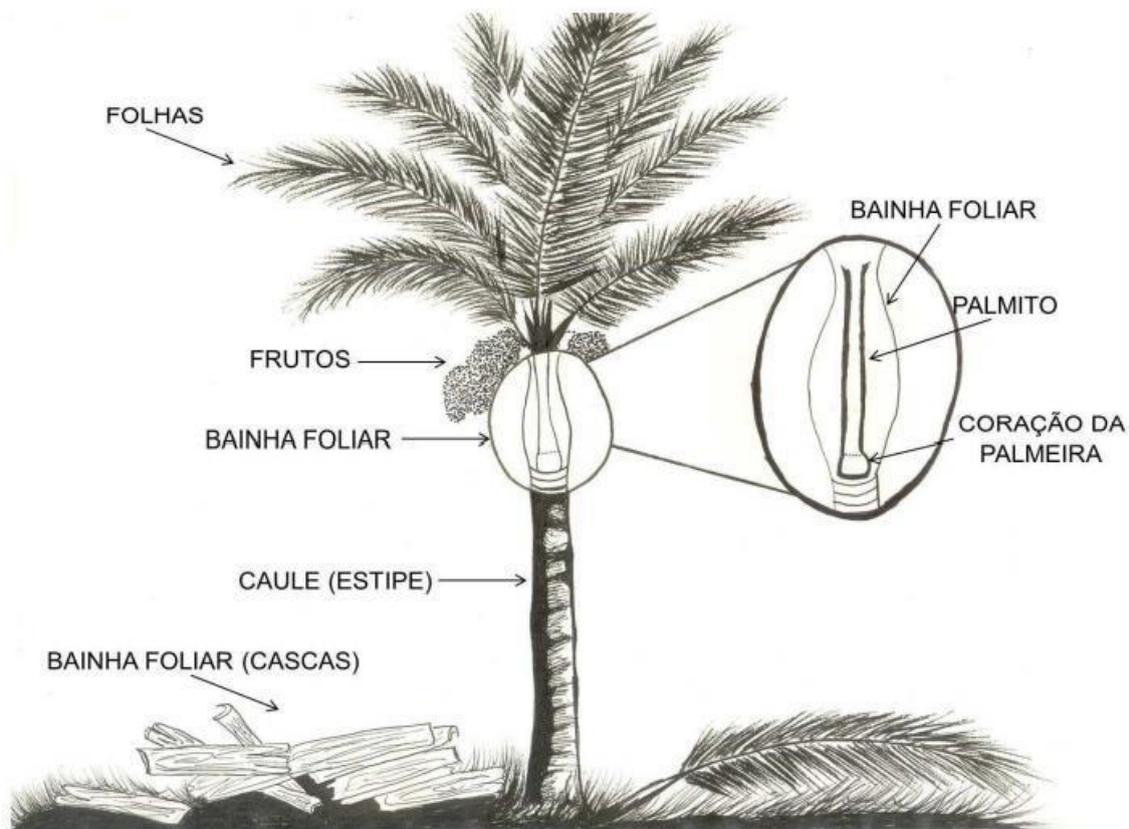


Figura 3 - Diagrama esquemático do palmito e resíduos gerados pelo processamento da palmeira-real. Fonte: Zenni et al. (2017).

Apesar das vantagens do cultivo e crescimento expressivo na produção da palmeira-real, a industrialização do palmito gera grande quantidade de resíduos sólidos, ou seja, grande parte da biomassa desta planta é descartada, o que torna cada vez mais urgente o desenvolvimento de novas tecnologias que permitam a utilização destes materiais (VIEIRA, 2006).

Estudos com uso de subprodutos e/ou resíduos agroindustriais na produção animal vêm crescendo muito nos últimos anos com o objetivo de reduzir o custo de produção. Para isso, estes subprodutos devem ser de baixo custo quando comparados com alimentos convencionais, como a silagem de milho, que apresenta altos valores no período de entressafra, época em que ocorre diminuição da produção de forragens. Com a utilização de subprodutos, o produtor possuirá uma fonte alternativa de volumoso diminuindo os custos de produção e reduzirá o acúmulo de potenciais poluentes ambientais (ROMBOLA et al., 2010).

A folha que é descartada na lavoura pode ser utilizada como fonte de alimento volumoso para ruminantes. Estas folhas são pinadas, longas, com ráqui curvada e folíolos

lanceolados, rígidos, acuminados e verdes (Figura 4). Apesar de existirem poucas informações na literatura, dados mostram ser um subproduto com elevado potencial para este uso (BAYÃO, 2011; SERBIM, 2022).

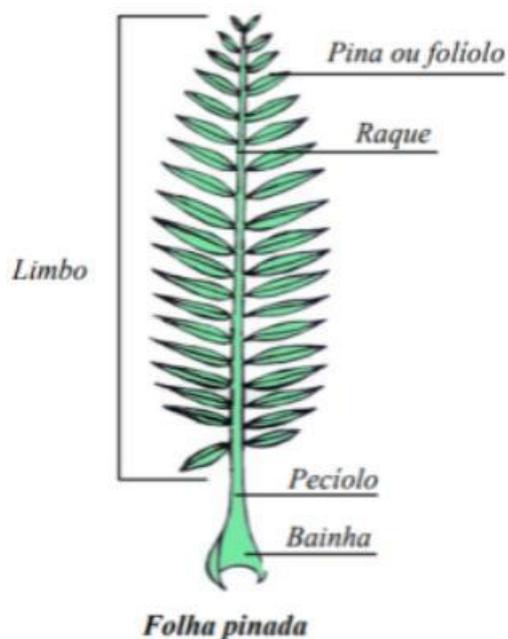


Figura 4 - Partes que compõem a folha da palmeira-real Australiana. Fonte: Sodré (2005).

Resultados sobre a composição química mostram valores promissores, Bayão (2011) encontrou teores de matéria seca (MS) de 30,7%; matéria mineral (MM) de 5,2; proteína bruta (PB) de 7,6%; fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) 70,7%; fibra insolúvel em detergente ácido corrigido para cinzas e proteína (FDAcp) de 46,7%; valores estes em % da MS respectivamente. Todavia, Serbim (2022) verificou teores de matéria seca (MS) de 29,07%; matéria mineral (MM) de 7,37%; proteína bruta (PB) de 9,41%; fibra em detergente neutro (FDN) de 59%; fibra em detergente ácido (FDA) de 46,54%; nutrientes digestíveis totais (NDT) de 56,24.

Visando utilizar o resíduo oriundo da produção de palmito da palmeira-real Australiana, Bayão (2011) avaliou o consumo voluntário e a digestibilidade aparente de três tipos de resíduos: folha, bainha e composta (folha + bainha). Nesse experimento, a silagem de cana-de-açúcar foi substituída por resíduo, nos níveis de 5% e 15% e foi observado maior consumo de MS quando a cana-de-açúcar foi substituída pelo resíduo composta (folha + bainha), mas a maior digestibilidade ocorreu quando somente a folha foi substituída na dieta. Este experimento evidencia que os resíduos da extração do

palmito oriundos da palmeira-real apresentam potencial para serem utilizados como alimentos volumosos na dieta de animais ruminantes.

Em um novo estudo sobre o resíduo da produção de palmito de palmeira-real, Bayão (2013) confeccionou silagens de folha, de bainha e da composta (folha + bainha) sob densidade de 600 kg/m^3 e as avaliou após 40 dias. O autor encontrou resultados de composição química que evidenciam a qualidade dos resíduos, além disso, os dados do padrão fermentativo como pH e N-NH_3 ficaram na faixa considerada ideal para uma boa fermentação. Portanto, foi concluído que as silagens elaboradas foram de boa qualidade, mas o uso de aditivos poderia melhorar o valor nutricional das silagens produzidas a partir destes resíduos.

Serbim (2022) estudou o aproveitamento e ensilagem da folha da palmeira-real e avaliou a composição química e características fermentativas. Na pesquisa foi produzido silagens com duas densidades de compactação (450 e 600 kg/m^3) e com três diferentes períodos de abertura (11, 49 e 91 dias). Os valores encontrados de potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal (N-NH_3) e capacidade tampão (CT) ficaram na faixa que indicam silagem de boa qualidade. Em relação às perdas de MS, a autora observou grande aumento de perda no último período de abertura para a densidade de 600 kg/m^3 , passando de 10,25% (49 dias) para 42,29% (91 dias), sendo que para a densidade de 450 kg/m^3 manteve-se 17,95% de perdas de MS (91 dias). Apesar da grande perda de MS em um dos tratamentos, conclui-se que a silagem da folha de palmeira-real é de boa qualidade e pode ser uma fonte alternativa de alimento conservado para ruminantes.

Os trabalhos citados servem como base, podendo-se inferir que a folha da palmeira-real possui características positivas para a ensilagem, além disso, a silagem da folha é considerada de boa qualidade. Porém, é necessário novas pesquisas que busquem melhorar a qualidade nutricional e o padrão fermentativo dessas silagens. A inclusão de algum tipo de aditivo poderia ser benéfica sobre esses aspectos.

3.3 Processo de ensilagem

No Brasil, a produção pecuária é baseada em sistemas que tem como base alimentar o pasto, contudo, é reconhecida a dificuldade em ofertar forragem de qualidade e em quantidade ao longo do ano, pois as condições climáticas impõem limites ao crescimento das plantas. Deste modo, é necessário definir estratégias nutricionais para garantir a eficiência produtiva dos sistemas durante o ano todo, deste modo, o uso de

fornagens conservadas surge como uma ótima alternativa.

O processo de ensilagem é baseado em conservar a MS de determinada forragem verde mediante a fermentação em condições de anaerobiose, para que, as características nutricionais do alimento sejam preservadas até o momento da sua utilização (NEUMANN et al., 2014). No processo, basicamente, carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos, que encontrando ambiente ideal proliferam e criam condições adequadas à conservação (PEREIRA & REIS, 2001). O produto oriundo desta fermentação anaeróbica controlada denomina-se silagem.

Segundo McDonald et al. (1991) o primeiro objetivo do processo de ensilagem é preservar a forragem pela fermentação natural em condições anaeróbicas. O segundo é inibir a atividade de microrganismos indesejáveis como os clostrídeos e as enterobactérias, pois possuem alta capacidade de deteriorar a matéria orgânica e originar perdas energéticas.

Durante o processo de conservação é desejável que as condições favoreçam determinados grupos de microrganismos para que a fermentação ocorra de tal forma a promover um produto de qualidade por meio da conservação de suas características nutricionais, sem produzir metabólitos tóxicos. Para garantir a qualidade do produto final, é importante selecionar culturas que apresentem elevado potencial genético, além de atentar para a época ideal de colheita, tamanho adequado da partícula, tempo de enchimento do silo, boa compactação e vedação do silo (MIZUBUTI et al., 2009).

As características químicas e microbiológicas que indicam silagens de alta qualidade são: elevada concentração de ácido láctico em relação aos ácidos acético e butírico, baixo pH e baixo teor de nitrogênio amoniacal. Os ácidos orgânicos servem como preservativos para silagem e como energia para ruminantes (McDONALD et al., 1991). Em relação a características físicas utilizadas para analisar silagens de boa qualidade, coloração amarelo ao marrom esverdeado, cheiro agradável e boa textura são alguns dos indicadores (NEWMARCK et al., 1964).

3.3.1 Fase aeróbia

Essa fase condiz com o tempo entre o início do enchimento do silo até poucas horas depois do seu fechamento e é caracterizada pela presença de oxigênio no meio. Embora seja indesejável e que ainda realizada a compactação do material, é impossível iniciar a fermentação da forragem com o meio interno anaeróbico, deste modo, a colheita, a picagem, a compactação do material e a vedação do silo devem ser

realizadas o mais rápido possível. (KUNG JUNIOR et al., 2018).

A presença de oxigênio no silo após o seu fechamento permite que o material vegetal continue seus processos metabólicos, respiração celular e consumo de carboidratos solúveis gerando calor, CO₂ e H₂O. Quanto maior for a concentração de O₂, maior será o consumo de carboidratos solúveis, portanto, haverá diminuição no substrato para os microrganismos promoverem a fermentação, além disso, a composição bromatológica é comprometida (SANTANA, 2020).

A quantidade de oxigênio residual na massa ensilada pode ser determinada pela velocidade de abastecimento e a densidade da forragem no momento do fechamento do silo, influenciando na qualidade final do produto, nas perdas durante a fermentação e desabastecimento do silo (BERNARDES, 2014). Por essa razão, recomenda-se rapidez nos processos de corte, picagem e descarregamento, aliados à eficiência na compactação e vedação final do silo (COAN, 2005).

O prolongamento da presença de bactérias aeróbicas no meio acarreta não somente em perdas excessivas de MS, mas também em processos envolvendo o aumento da temperatura. As condições de umidade e temperatura acima de 55°C são favoráveis à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos da reação de Maillard (PEREIRA & REIS, 2001).

A formação de produtos de Maillard em silagens superaquecidas promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se pode observar aumentos consideráveis nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen (VAN SOEST, 1994).

3.3.2 Fase de colonização (lag-phase)

É uma fase de curta duração (poucas horas) entre a fase aeróbia e a fase de fermentação ácida (fase anaeróbia). Nesta fase, tem-se o início do crescimento de microrganismos anaeróbios, entre eles, o desenvolvimento das bactérias lácticas, que são capazes de produzir ácidos orgânicos (JOBIM, 2010).

Esta etapa tem duração de 24 a 72 horas, em que ocorre a formação de ácido acético, etanol, ácido láctico e gás carbônico. Com a produção dos ácidos orgânicos, principalmente o ácido acético, o pH do meio tende a diminuir, logo, ocorre modificação na população microbiana. Em função da queda do pH, bactérias homofermentativas surgem e pela sua alta eficiência na produção de ácido láctico, a queda do pH é mais

acentuada e garante condições favoráveis para a conservação da massa ensilada (PEREIRA et al., 2008).

3.3.3 Fase de fermentação

Esta fase do processo de ensilagem se inicia com o esgotamento do oxigênio na massa ensilada, e conseqüentemente, a atividade e a população de bactérias aeróbias são reduzidas a zero. Devido a isso, ocorre aumento da atividade e da população das bactérias anaeróbias, sendo inicialmente as enterobactérias e bactérias heterofermentativas (D'OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2014).

Quanto mais rápida for a fermentação, com rápida acidificação da massa ensilada, melhor será a qualidade da silagem. Porém, se a acidificação da massa ensilada é lenta, o resultado será silagem com alto teor de ácido acético, podendo ocorrer também fermentação butírica. Segundo Pahlow et al. (2003), no início dessa fase, microrganismos como as enterobactérias, clostrídeos e leveduras podem competir com as bactérias ácido lácticas pelos carboidratos solúveis. Deste modo, a rápida queda do pH é essencial, pois à medida que o pH declina, a atividade de enterobactérias e clostrídeos é inibida, com dominância de fermentação por bactéria ácido lácticas (McDONALD et al., 1991).

De acordo com Van Soest (1994), a fase anaeróbica é a mais longa, com duração de 10 a 14 dias, dependendo do teor de carboidratos solúveis, da capacidade tampão e do conteúdo de umidade da forragem. Para o sucesso da ensilagem, é necessário garantir a fermentação láctica e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídeos, enterobactérias, leveduras e fungos (COAN, 2007).

3.3.4 Fase de estabilidade

Esta fase é caracterizada pela baixa atividade de microrganismos, com pequenas alterações na composição química da silagem. Quando a silagem está estável em condições de ausência de oxigênio, significa que a silagem está pronta para ser consumida pelos animais (JOBIM, 2010).

Nesta fase o pH deve estar em torno de 3,8 a 4,2, para que ocorra inibição da população de bactérias, interrupção dos processos fermentativos, iniciando a fase de estabilidade, que se prolonga até que o silo seja aberto e a silagem volte a ter contato com o oxigênio.

Quanto mais rápido se completar o processo fermentativo, mais nutrientes serão preservados, melhorando o valor nutritivo da silagem (PEREIRA et al., 2008).

Em silagens de boa qualidade, há elevadas proporções de ácido lático, normalmente 60% dos ácidos orgânicos totais. Este ácido é praticamente inodoro e apresenta pouco cheiro. Contudo, algumas silagens apresentam proporções consideráveis de ácido acético, que induz um forte cheiro de vinagre. A intensidade do cheiro de vinagre está associada ao tempo necessário para o pH cair na fase de fermentação, sendo assim, pode-se afirmar que, quanto mais intenso for o cheiro, mais tempo a silagem demorou em baixar o pH, que pode ser decorrente da baixa disponibilidade de carboidratos solúveis (GUIM, 2002).

3.4 Fatores que influenciam o processo de ensilagem

3.4.1 Teor de matéria seca

O teor de matéria seca (MS) da forragem é um fator importante na determinação do tipo de fermentação predominante na ensilagem (BRITO et al., 2000). De acordo com Jobim et al. (2010) o teor de MS tem grande importância sobre o padrão fermentativo da massa ensilada, sendo que, o seu teor ideal estaria entre 28 e 40%.

O teor de MS determina as alterações que podem ocorrer durante o processo de fermentação da forragem. Embora as gramíneas tropicais apresentem alto valor nutritivo durante o seu estágio vegetativo, o seu teor de umidade é elevado, conseqüentemente o processo de conservação por meio da ensilagem é comprometido, devido às possibilidades de surgirem fermentações secundárias. Bactérias do gênero *Clostridium* são favorecidas em ambientes muito úmidos, com elevado pH e alta temperatura. Estas bactérias são responsáveis por grandes perdas, pois produzem CO₂ e ácido butírico em vez de ácido lático (EVANGELISTA, 2004).

As bactérias do gênero *Clostridium* são capazes de fermentar açúcares solúveis e ácido lático em ácido butírico, como também possuem a capacidade de deaminar proteínas, elevando a concentração de nitrogênio amoniacal em silagens (OGUNADE et al., 2016). Esse tipo de fermentação, além de ocasionar perdas acentuadas de MS, também afetam a palatabilidade da silagem, pois a concentração de ácido butírico tem correlação positiva com a redução da aceitabilidade e do consumo da forragem (TOMICICH et al., 2003).

Segundo Pereira e Reis (2001), com o desenvolvimento das plantas, é observado a diminuição da relação folha/caule, bem como no seu valor nutricional e conteúdo de água. Para o processo é vantajoso, pois o teor de umidade é reduzido e diminui as chances de fermentações secundárias, porém, prejudicial em termos de valor nutritivo. Embora um alto teor de MS seja desejado, forragens ensiladas acima de 40% de MS também geram dificuldades, pois a compactação da massa do silo é prejudicada e acarreta presença de oxigênio entre as camadas e conseqüentemente em chances de proliferação de microrganismos indesejáveis (JOBIM et al., 2010).

3.4.2 Carboidratos solúveis e pH

Os carboidratos solúveis (CS) são importantes substratos para que uma boa fermentação da forragem ocorra. Segundo Haigh (1990), o teor de carboidratos solúveis de uma forragem é considerado como um parâmetro indicador da qualidade da forragem para ensilagem, sendo necessária uma concentração mínima de 2,5 a 3,0% na MS. De acordo com Woolford (1984), os principais carboidratos solúveis presentes em plantas forrageiras são frutose, glicose, sacarose e frutanas.

O pH de um alimento é um dos principais fatores que determina a proliferação e a sobrevivência dos microrganismos presentes, além de ser empregado como parâmetro na qualificação do padrão fermentativo (AMARAL et al., 2007). De acordo com Cherney e Cherney (2003) e Jobim (2007), o pH é um bom indicador da qualidade do processo fermentativo em silagens com baixo teor de MS, não sendo adequado para silagens com alto teor de MS, pois materiais que apresentam baixo teor de umidade invariavelmente apresentam valores de pH elevados, acima de 4,2.

Os valores de pH nas silagens podem variar de 3,5 a 5,0. No entanto, estudos indicam que os valores ideais devem situar-se na faixa de 3,8 a 4,2 (PEREIRA et al., 2008).

A eficiência do processo de conservação está associada com a velocidade que o pH da massa ensilada reduz e alcança a sua estabilização. Para que haja uma fermentação adequada faz-se necessário a dominância de bactérias lácticas, as quais utilizam os carboidratos solúveis como substrato. Estes, quando em concentrações suficientes, promovem o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacillus*, as quais produzem o ácido láctico, fundamental para a obtenção de silagem de qualidade (GUIM, 2002).

De acordo Van Soest (1994), a produção de ácido láctico pelas bactérias lácticas, provoca rápida queda no pH, proporcionalmente ao teor de carboidratos solúveis presentes no material ensilado, sendo essa dinâmica fundamental para a estabilização anaeróbica.

Segundo Bergamaschine et al. (2006), as gramíneas tropicais não apresentam teores adequados de MS, carboidratos solúveis e capacidade tampão que proporcionem eficiente processo fermentativo, levando a perdas decorrentes da fermentação secundária, do efluente produzido e de deteriorações aeróbias, constituindo entraves na produção de silagens de gramíneas tropicais.

Portanto, além do manejo adequado, a planta deve ser colhida com teor de umidade ideal para a ocorrência de compactação ótima da massa ensilada e manutenção dos nutrientes, bem como o teor de carboidratos solúveis suficiente para promover adequada fermentação láctica (PEREIRA et al., 2007)

3.4.3 Capacidade tampão

A capacidade tampão (CT) de uma determinada forragem consiste na capacidade de resistir às variações de pH (McDONALD, 1981). A CT está diretamente relacionada com a composição da planta, especialmente com os teores de proteína bruta, amido, íons inorgânicos e na combinação de ácidos orgânicos e seus sais. A velocidade da queda do pH é fundamental para a inibição de microrganismos indesejáveis como espécies do gênero *Clostridium* spp. (JOBIM et al., 2007).

De acordo com Cherney e Cherney (2003), a capacidade tamponante da forragem a ser ensilada é um fator chave no processo de fermentação. Quando a planta apresenta alta capacidade tamponante, a velocidade de redução do pH é lenta e em consequência as perdas no processo de ensilagem são maiores, reduzindo a qualidade da silagem.

Dentre as principais culturas para ensilagem, o milho e sorgo apresentam baixa CT, enquanto as leguminosas, como a alfafa, têm alta CT, e os capins apresentam valores intermediários (JOBIM & NUSSIO, 2013).

3.4.4 Nitrogênio amoniacal

O teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) é um dos indicadores mais utilizados para aferir a qualidade do processo fermentativo e é expresso como o percentual do

nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$)

Seus valores, indicam a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação (PIGURINA, 1991). Sua quantificação é utilizada como a avaliação da qualidade do processo fermentativo em silagens, pois o seu conteúdo é um indicativo da presença de Clostrídeos, uma vez que a produção desse composto é pequena por parte de outros microrganismos presentes na silagem e enzimas da planta (McDONALD, 1981).

De acordo com Henderson (1993), silagens entre e abaixo de 8 a 11% de $N-NH_3$ apresentam fermentação eficiente para a conservação do material ensilado, não ocorrendo hidrólise excessiva da proteína em amônia. Porém, valores superiores a 15% $N-NH_3$ indicam considerável quebra de proteínas (FARIA et al., 2007) e provável rejeição pelos animais, resultando em baixo consumo.

3.4.5 Atividade de água

Segundo Ditchfield (2000) o termo atividade da água (A_w) foi criado para denominar a água disponível para crescimento microbiano e reações que possam deteriorar os alimentos. O valor da A_w indica o nível de água em sua forma livre nos materiais e é expresso na escala de 0 a 1,0 A_w . Considera-se o valor 0 para materiais livres de água e 1,0 para água em sua forma líquida. Deste modo, o valor da atividade da água é de grande importância para a avaliação da qualidade de fermentação durante a ensilagem e para a atividade microbiológica durante a fase de utilização da silagem (JOBIM et al., 2007).

De acordo com Lindgren (1999) a redução na A_w pode ter efeito sinérgico na queda do pH, devido à tolerância das bactérias ácido lácticas a condições de baixa umidade, assumindo grande importância na qualidade de fermentação das silagens

A maioria das bactérias e fungos (bolores) requer um valor de A_w superior a 0,90 para o seu desenvolvimento. Por outro lado, as salmonelas, por exemplo, necessitam de um valor de A_w superior a 0,92 para o seu crescimento (DITCHFIELD, 2000). Garcia (2004) destaca que o limite mínimo de crescimento para fungos é de 0,78 A_w , enquanto a produção de aflatoxinas ocorre a partir de 0,86 A_w . De acordo com McDonald et al. (1991), o crescimento das bactérias do gênero *Clostridium* é inibido quando a A_w é inferior a 0,94, enquanto as bactérias ácido lácticas são menos sensíveis a esse fator.

Os microrganismos de uma forma geral são fundamentais no processo de fermentação de silagens e tem sua atividade largamente afetada pela A_w .

Alguns trabalhos conduzidos no Brasil, com espécies tropicais, evidenciam valores relativamente elevados para a Aw em silagens de gramíneas (JOBIM et al., 2007).

3.4.6 Bactérias ácido lácticas

As bactérias ácido lácticas (BAL) são classificadas como Gram-positivas, microaerofílica, não esporulada, usualmente não móveis, as quais fermentam principalmente os açúcares a ácido láctico, e com base no seu metabolismo fermentativo foram posteriormente divididas em homofermentativas e heterofermentativas (McDONALD et al., 1991).

De acordo com Muck (2010), as BAL constituem um grupo de microrganismos, compreendidos principalmente por bactérias dos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* e *Leuconostoc*. Mais de 70% dos compostos do metabolismo desses microrganismos consistem em ácido láctico, que normalmente são encontrados na silagem. Além do ácido láctico, essas bactérias frequentemente geram outros produtos, como ácido acético, etanol e CO₂, como parte de seu processo fermentativo (PAHLOW et al., 2003).

Esses gêneros bacterianos são classificados como homofermentativos e heterofermentativos, devido aos produtos da fermentação originados da utilização de carboidratos solúveis, como pentoses (xilose e ribose) e hexoses (glicose e frutose). Bactérias homofermentativas produzem exclusivamente ácido láctico, gerando dois moles de ácido láctico a partir de um mol de glicose. Por outro lado, bactérias heterofermentativas produzem um mol de ácido láctico, um mol de CO₂ e/ou um mol de etanol e/ou um mol de ácido acético a partir de um mol de glicose (MACÊDO et al., 2017).

A utilização dos açúcares pelas BAL promove pequena variação na qualidade da forragem. A maioria das BAL fermentam somente mono e dissacarídeos. Entretanto, há evidências da hidrólise, por enzimas da planta, de amido e hemicelulose, fornecendo hexoses e pentoses para a fermentação. Nesse caso, a medida dos carboidratos solúveis pode vir a subestimar o substrato disponível para a fermentação láctica (JOBIM & NUSSIO, 2013).

Segundo McDonald et al. (1991), o número de BAL requerido para que ocorra acentuada queda de pH é de cerca de 8,0 log UFC/g no momento da ensilagem. Para Muck (1991) a contagem de 5 log UFC/g seria o mínimo necessário para garantir adequada fermentação da silagens. Logo, diversos autores têm observado populações

iniciais entre 3,7 e 6,3 UFC/g em diversos materiais, sem provocarem alterações na conservação do material ensilado (SOUZA et al., 2010).

3.4.7 Compactação

O aumento da densidade da massa ensilada proporciona processo fermentativo favorável, por promover rápida redução do pH (AMARAL et al., 2007). Silagens mal compactadas, geralmente, contém oxigênio em excesso, enquanto o alto grau de compactação pode levar a produção excessiva de efluentes, ambos com efeitos prejudiciais à fermentação e valor nutritivo (TOMICH et al., 2004).

A presença de oxigênio, decorrente da entrada de ar durante o período de estocagem ou na abertura do silo, favorece o crescimento de microrganismos aeróbios, que utilizam vários substratos derivados diretamente da forragem ou indiretamente da fermentação. Os resultados dessa atividade são a perda de nutrientes e a redução do valor nutritivo das silagens (TAVARES et al., 2009).

Estudando as características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) produzidas com diferentes densidades de compactação (100, 120, 140 e 160 kg MS/m³), Amaral et al. (2007) observaram que a elevação da densidade propicia processo fermentativo favorável, por promover a redução no pH e aumentar a taxa de recuperação de MS da silagem.

Resultados semelhantes foram encontrados por Tavares et al. (2009) que avaliaram os efeitos da compactação (400, 500, 600, 700 e 900 kg/m³) em silagens de capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia I) com inclusão de 5% de polpa cítrica. Verificou-se que o aumento da densidade melhorou o processo fermentativo, pois promove a redução do pH e dos teores de nitrogênio amoniacal.

3.5 Estabilidade aeróbia

A estabilidade aeróbia é definida como o tempo necessário para se verificar mudanças mensuráveis da temperatura, sendo altamente variável de poucas horas a semanas (SIQUEIRA et al., 2005). O'Kiely et al. (1999) definiram a estabilidade aeróbia como o tempo que a silagem leva para atingir temperatura superior a 2°C acima da temperatura ambiente.

Além da temperatura, de acordo com PITT et al. (1991) e PHILLIP e FELLNER (1992), a concentração de CS, a população de fungos e a concentração de ácidos orgânicos em interação com pH são os parâmetros que mais afetam a estabilidade das silagens.

A estabilidade da silagem é determinada pela deterioração aeróbia que ocorre após a abertura do silo. Portanto, a concentração de oxigênio e a profundidade que o ar penetra no silo são fatores-chave. Isso evidencia que a massa específica (kg de silagem/m³) determina a porosidade da silagem e, por consequência, a concentração de oxigênio no painel do silo. A atividade dos microrganismos que decompõem a silagem será mais intensa, quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de CS e de ácido lático residuais. Os principais substratos utilizados pelos microrganismos deterioradores são os ácidos, a proteína e os açúcares solúveis (JOBIM & NUSSIO, 2013).

Segundo Drieheuis et al. (2001), quando a silagem é exposta ao ar, fermentações indesejáveis podem ocorrer, ocasionando elevação da temperatura, pH, redução da estabilidade aeróbia e a deterioração da forragem conservada mais rapidamente. Bernardes et al. (2005) afirmaram que a deterioração aeróbia em silagens de capins tropicais é caracterizada principalmente por bactérias aeróbias, em vez de fungos e leveduras, por estas apresentarem alto teor de umidade, reduzida acidez e baixa oferta de CS na massa ensilada.

3.6 Aditivos para o processo de ensilagem

A ensilagem apresenta riscos que podem levar a perda de nutrientes decorrentes de fermentações indesejáveis (VIEIRA et al., 2004). A inclusão dos aditivos na ensilagem tem como função reduzir os riscos do processo, prevenindo as fermentações secundárias e melhorando o valor nutritivo da silagem produzida (HENDERSON, 1993; COSTA et al., 2001).

Nussio e Schmidt (2004) propuseram a classificação dos aditivos mais frequentemente usados no Brasil em três grupos: aditivos químicos, aditivos microbianos e sequestrantes de umidade. A utilização de cada aditivo é específica e sua eficiência varia de acordo com a forragem que é utilizada, teor de umidade e perfil de fermentação desejado. Porém, é de extrema importância que o aditivo seja incorporado junto à massa ensilada para que assim sua aplicação seja efetiva.

Buscando avaliar a utilização de ureia e glicerina bruta como aditivos químicos em silagens de cana-de-açúcar, Dias et al. (2014) avaliaram a composição química-bromatológica, pH, N-NH₃ e digestibilidade *in vitro* (DIVMS) e constataram que inclusões crescentes de ureia melhoraram a composição e o padrão fermentativo da

silagem, efeito semelhantes ocorreu quando se incluiu doses crescentes de glicerina bruta.

Coan et al. (2005) avaliaram o uso de inoculante enzimático-bacteriano sobre os parâmetros de fermentação, composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens dos cultivares Tanzânia e Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) e os resultados mostraram que o uso de inoculante enzimático-bacteriano não melhorou as características qualitativas, fermentativas e químicas das silagens, não permitindo, assim, a indicação de sua utilização nos sistemas de produção.

Zanine et al. (2006) avaliaram o efeito da inclusão de farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da MS e qualidade de silagem de capim Mombaça. Foi verificado que a inclusão do farelo de trigo reduziu as perdas por gases e por efluentes, pH, fração fibrosa e promoveu elevação no teor protéico. Além disso, a inclusão de 20% de farelo de trigo foi suficiente para promover melhorias consideráveis na qualidade da silagem.

Schmidt et al. (2014), em estudo referente a aditivos em silagens, concluíram que apesar da grande disponibilidade de informações relativas ao uso de aditivos na ensilagem, muitos erros ainda são cometidos na escolha para uso a campo, ou mesmo no desenho de experimentos científicos. Conhecer as características intrínsecas de cada planta forrageira, bem como o modo de ação de cada aditivo, é fundamental para se avaliar possíveis benefícios decorrentes da aplicação dos mesmos.

O milho (*Zea mays* L.), em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Devido a sua multiplicidade de aplicações, quer na alimentação humana quer na alimentação animal, assume relevante papel socioeconômico, além de constituir-se em indispensável matéria-prima impulsionadoras de diversificados complexos agroindustriais (FANCELLI & NETO, 2000).

Segundo Igarasi et al. (2002), para utilizar aditivos absorventes (sequestrantes de umidade), preconiza-se que estes apresentem alto teor de MS, alta capacidade de retenção de água e boa aceitabilidade, além de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição. Considerando os requisitos citados anteriormente, o fubá de moído apresenta-se com características que podem beneficiar a qualidade final da silagem, com elevado teor de matéria seca (acima de 85%), o que poderia contribuir para a elevação da matéria seca da silagem e, como consequência, reduzir as prováveis perdas de valor nutritivo, além de ser uma fonte altamente energética, possuindo carboidratos de rápida fermentação ruminal (RAMOS NETO et al., 2020).

Quando se trata de aditivo sequestrante de umidade e com razoáveis concentrações de carboidratos solúveis, o fubá de milho tem se destacado como forma de minimizar as perdas durante os processos de fermentação (COSTA, 2021).

Paula et al. (2020) avaliaram a inclusão de 0,5%; 10%; 15% e 20% de fubá de milho na ensilagem de capim-elefante BRS Capiaçú e verificaram que a utilização de níveis crescentes de fubá de milho diminuiu as perdas fermentativas e como consequência promoveu melhoria do valor nutritivo da silagem de capim-elefante, sendo indicado a inclusão acima de 10% de fubá de milho.

Andrade et al. (2012) avaliaram a adição de fubá de milho sozinho ou em associação com a casca de soja na ensilagem de capim-elefante e constataram que a utilização de fubá de milho, seja individualmente ou em conjunto com a casca de soja, foi boa alternativa para aumentar o teor de MS, reduzir perdas por efluentes e melhorar o padrão fermentativo da silagem de capim-elefante.

4. METODOLOGIA

4.1 Local e época

O experimento foi conduzido na empresa Natupalm, localizada em Porto Belo (SC) e nos laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural (DZDR) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no período de dezembro de 2022 a outubro de 2023.

4.2 Material experimental

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a qualidade fermentativa e bromatológica da silagem da folha de palmeira-real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*) ensilada com diferentes níveis de fubá de milho, densidades de compactação e tempos de armazenamento.

A folha da palmeira-real Australiana utilizada para confecção das silagens foi obtida diretamente da lavoura, colhida manualmente e picada em picador estacionário com partículas entre 2-3 cm. O fubá de milho foi adquirido em estabelecimento comercial de Antônio Carlos, SC. A composição química dos alimentos utilizados antes da ensilagem esta na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos alimentos antes da ensilagem expressa em % da MS.

Parâmetro (% da MS)	Folha de Palmeira-Real Australiana	Fubá de milho
Matéria Seca (MS)	27,82	86,81
Matéria MM (MM)	4,92	1,19
Proteína Bruta (PB)	8,50	8,38
Extrato Etéreo (EE)	1,70	1,95
Fibra em Detergente Neutro (FDN)	63,01	18,15
Fibra em Detergente Ácido (FDA)	44,35	3,52
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)*	53,16	83,13

* Calculado conforme Capelle et al. (2001): $NDT = 99,39 - 0,7641 * FDN$.

Após a picagem das folhas, foi determinada a proporção de cada alimento e estes foram homogeneizados manualmente e armazenados com auxílio de um bastão de madeira em 54 mini-silos experimentais.

Os mini-silos foram confeccionados em tubos de PVC de 150 mm de diâmetro e 30 cm de altura com o objetivo de obter compactação de 450 e 600 kg/m³. Posteriormente os silos foram fechados com tampa adaptada com uma válvula tipo *Bunsen* para o escape de gases oriundos da fermentação e vedadas nas bordas com fita *silver tape*. A seguir, os mini-silos foram estocados em sala fechada até o momento da abertura dos mesmos: (50 dias), (100 dias) e (200 dias).



Figura 5 – Ensilagem, compactação do material e mini-silos pós fechamento. (Fonte: Arquivo pessoal do autor).

4.3 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 2 x 3, sendo: três níveis de fubá de milho (0%, 5% e 10%); duas densidades de compactação (450 e 600 kg/m³); três tempos de armazenamento (50, 100 e 200 dias), com três repetições por tratamento.

4.4 Análises laboratoriais

4.4.1 Avaliação da estabilidade aeróbia

No momento da abertura dos mini-silos (50, 100 e 200 dias), removeu-se as frações deterioradas das porções superior e inferior. O restante do conteúdo foi retirado, homogeneizado e retornado para os mini-silos para avaliação da estabilidade aeróbia.

Os mini-silos foram mantidos em sala fechada com temperatura ambiente controlada média de 21,8°C durante quatro dias. A temperatura da sala e das silagens foi registrada uma vez ao dia por meio de um termômetro tipo espeto inserido no centro da massa de silagem e outro termômetro digital para o registro da temperatura ambiente que foi colocado próximo aos mini-silos. Para avaliar a quebra da estabilidade aeróbia, foi utilizado o tempo gasto em horas para a silagem aumentar 2°C acima da temperatura ambiente (O'KIELY et al., 1999).

4.4.2 Atividade de água, bactérias ácido lácticas e padrão fermentativo

Após a abertura dos mini-silos (50 e 100 dias), foram coletados 100g de silagem fresca em diferentes pontos de cada mini-silo para determinação da atividade de água. As amostras foram encaminhadas para o laboratório de Físico-Química do Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos – CCA/UFSC e avaliadas no aparelho Aqualab 4TE meter (Mätt Solution, Auckland, Nova Zelândia). A quantificação de bactérias ácido lácticas foi realizada no laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – CCA/UFSC, e, seguiu a técnica de plaqueamento pour plate utilizando Ágar MRS (Man Rogosa & Scharpe – Merck®) com sobrecagama em 25 g de silagem fresca coletada no momento da abertura de cada mini-silo. As placas foram mantidas em estufa a 37°C ± durante 48 horas para quantificação das colônias. A contagem foi expressa em Unidade Formadora de Colônia por grama (UFC/g), seguindo a metodologia ISSO 7889:2003.

A mensuração do pH e a análise de N-NH₃ foi realizada nas silagens no momento de abertura dos mini-silos (50, 100 e 200 dias), conforme recomendações de Mizubuti et al. (2009).

4.4.3 Composição química

Para determinação da composição química, foram coletadas amostras da silagem fresca no momento da abertura dos mini-silos (50, 100 e 200 dias), em seguida foram pesadas e pré-secas a 55°C por 72 horas em estufa com circulação forçada de ar, sendo posteriormente moídas em moinho de faca tipo Willey, com peneira de 1 mm de malha. Após moídas, as amostras foram acondicionadas em potes plásticos, identificadas e armazenadas (Figura 6).



Figura 6 - Amostras secas e acondicionadas em potes plásticos, identificados e armazenados para a realização das análises. (Fonte: Arquivo pessoal do autor).

As análises dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), foram realizadas de acordo com Silva e Queiróz (2002) e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Van Soest (1967). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo equação de Capelle et al. (2001), onde: $NDT = 91,6086 - 0,669233 * FDN + 0,437932 * PB$.

4.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, adotando o nível de 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR 5.6. Foi testado o efeito de aditivo (T), densidade (D), tempo de armazenamento (A) e suas respectivas interações.

5. RESULTADOS

A adição de fubá de milho em folhas de palmeira-real Australiana alterou ($P < 0,01$) a composição química das silagens (Tabela 2), com exceção dos teores de PB, cujos valores foram semelhantes ao encontrado no material original, 8,50% e 8,38% para folha de palmeira-real Australiana e fubá de milho, respectivamente (Tabela 1). No entanto, não houve efeito da densidade de compactação sobre a composição química das silagens de folha de palmeira-real Australiana. O tempo de armazenamento influenciou ($P < 0,01$) os teores de PB, FDN, FDA e NDT. Além disso, observou-se interação entre o tempo de armazenamento e aditivo (A*T) para todas as variáveis, exceto para a MM e MO.

Tabela 2. Composição química (% da MS) das silagens da folha de palmeira-real Australiana ensiladas com diferentes níveis de fubá de milho, densidades de compactação e tempos de armazenamento.

Variáveis	Aditivo – (T) (% fubá de milho)			Densidade – (D) (kg/m ³)		Tempo de armazenamento – (A) (dias)			Probabilidade (P)				CV (%)
	0	5	10	450	600	50	100	200	T	D	A	A*T	
MS	26,42 c	29,95 b	33,90 a	30,08	30,10	30,26	29,55	30,46	**	NS	NS	*	5,35
MM	4,80 a	4,19 b	3,89 c	4,28	4,31	4,29	4,20	4,40	**	NS	NS	NS	7,23
MO	95,19 c	95,81 b	96,11 a	95,72	95,69	95,71	95,80	95,60	**	NS	NS	NS	0,32
PB	8,03	8,27	8,35	8,27	8,16	7,87 b	8,35 a	8,42 a	NS	NS	**	*	5,97
FDN	69,14 a	58,10 b	50,27 c	59,59	58,74	60,55 a	56,89 b	60,07 a	**	NS	**	**	3,56
FDA	49,87 a	40,26 b	34,89 c	42,11	41,24	42,72 a	40,18 b	42,11 a	**	NS	**	**	3,82
NDT	46,56 c	55,00 b	60,98 a	53,85	54,50	53,12 b	55,92 a	53,49 b	**	NS	**	**	2,97

Matéria seca (MS); Matéria Mineral (MM); Matéria orgânica (MO); Proteína bruta (PB); Fibra em detergente neutro (FDN); Fibra em detergente ácido (FDA); Nutrientes digestíveis totais (NDT). Médias seguidas de mesma letra, para a mesma variável, são estatisticamente semelhantes pelo teste de Tuckey. NS: não significativo; * P < 0,05; ** P < 0,01.

O fubá de milho possui menos água em sua composição (Tabela 1) comparado à folha de palmeira-real Australiana, assim, o teor de MS aumentou com a inclusão do mesmo (Tabela 2).

Esse comportamento também foi observado por Andrade et al. (2012) em estudo sobre silagem de capim-elefante contendo 5% e 10% de fubá de milho, que verificaram aumento no teor de MS das silagens aditivadas em comparação com aquelas sem a inclusão do aditivo.

Observou-se ainda que com a adição de fubá de milho, as silagens apresentaram valores superiores a 28% de MS, sendo que, valores abaixo deste teor podem prejudicar a qualidade da silagem (JOBIM et al.,2010). Portanto, os teores de MS obtidos nos tratamentos com 5% e 10% de fubá de milho estão dentro da faixa considerada ideal.

A interação A*T mostrou que as silagens sem aditivo apresentaram aumento ($P < 0,05$) no teor de MS aos 200 dias de armazenamento (Tabela 3).

Isso pode ser atribuído, em parte, às perdas durante o processo de ensilagem, incluindo a produção de água, gás e calor, que ocorrem durante a fermentação e/ou devido a efluentes, conforme destacado por Van Soest (1994). Ao contrário, as silagens contendo 5% e 10% de fubá de milho mantiveram seus respectivos teores de MS, indicando que o aditivo desempenhou papel eficaz na absorção dos efluentes gerados durante o processo de fermentação.

O fubá de milho possui menor quantidade de minerais (Tabela 1) em relação à folha de palmeira-real, por isso observou-se decréscimo no teor a partir da adição de fubá de milho (Tabela 2). Por outro lado, apresenta maior teor de MO, justificando os teores crescentes com a adição do aditivo à folha de palmeira-real Australiana.

Efeito semelhante foi observado por Rodrigues Neto et al. (2001) que verificaram que a adição de 10% de fubá de milho na ensilagem de coproduto de pupunha aumentou o teor de MO e do estudo de Backes et al. (2014) que observaram redução na no teor de minerais de silagens de maniçoba aditivadas com fubá de milho.

É interessante observar que a silagem da folha de palmeira-real Australiana sem aditivo, apresentou 8,03% de PB. Esse valor é considerado suficiente para fornecer nitrogênio degradável no rúmen, atendendo à exigência mínima de 7% de PB para os microrganismos ruminais, conforme recomendado por Van Soest (1994).

Os tempos de armazenamento influenciaram os teores de PB das silagens, e observou-se menor teor no primeiro período em comparação com o segundo e terceiro (Tabela 2).

Além disso, a interação A*T mostrou que aos 50 dias, as silagens sem fubá de milho apresentaram menor teor de PB ($P < 0,01$), quando comparadas com as que continham 10% de aditivo (Tabela 3). Isto sugere que possivelmente houve crescimento de microrganismos indesejáveis durante nos primeiros 50 dias de fermentação, logo que estes tem a capacidade de degradar os aminoácidos por meio da proteólise. Segundo Muck (1990) quanto menor for o teor de MS maior será a proteólise, portanto, nota-se que as silagens sem aditivo apresentaram menores teores de MS.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os efeitos do tempo de armazenamento e aditivo sobre o teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB, % da MS) das silagens da folha de palmeira-real Australiana.

Aditivo (% fubá de milho)	Tempo de armazenamento (dias)			P
	50	100	200	
	MS (%)			
0	25,28 Cb	25,84 Cb	28,13 Ba	**
5	30,74 B	29,68 B	29,41 B	NS
10	34,75 A	33,11 A	33,83 A	NS
P	**	**	**	
	PB (% da MS)			
0	7,49 bB	8,04 ab	8,55 a	**
5	7,80 bAB	8,39 ab	8,61 a	*
10	8,32 A	8,62	8,11	NS
P	*	NS	NS	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha ou maiúscula na coluna, para a mesma variável, são estatisticamente semelhantes pelo teste de Tuckey. NS: não significativo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

Em relação aos teores de FDN e FDA, observou-se diminuição com a adição de fubá de milho (Tabela 2), destacando o menor teor com a aplicação 10%. Este resultado era esperado, visto o menor teor de FDN e FDA do fubá de milho.

Além disso, a redução do teor de FDN no processo de ensilagem pode ter ocorrido devido à degradação da hemicelulose (SANDERSON, 1993; LUTHER, 1986). Tal processo ocorre pela ação de enzimas endógenas da planta ou oriundas da hidrólise ácida como relatado por Jones et al. (1992).

Resultados semelhantes foram verificados por Tavares et al. (2009), que avaliaram silagens de capim-tanzânia com polpa cítrica e verificaram redução dos teores de FDN e FDA nas silagens com o aditivo em relação ao tratamento testemunha. Rêgo et al. (2013) avaliando diferentes níveis de fubá de milho na ensilagem de bagaço de laranja,

também verificaram que à medida que aumentou a inclusão do aditivo os teores de FDN e FDA diminuíram.

De acordo com Van Soest (1994) elevados teores FDN e FDA interferem no consumo e na digestibilidade da MS. Ainda segundo o autor, valores de FDN superiores a 60% e de FDA acima de 40% da MS correlacionam-se negativamente com o consumo e digestibilidade do alimento. Deste modo, os teores obtidos nos tratamentos com 10% de fubá de milho do presente trabalho estão abaixo dos limites considerados prejudiciais ao aproveitamento do alimento pelo animal.

A interação A*T mostrou que as silagens com fubá de milho apresentaram reduções ($P < 0,01$) nos teores de FDN e FDA dos 50 aos 100 dias de armazenamento, entretanto, houve aumento aos 200 dias (Tabela 4).

De acordo com Pedroso (2003), os teores de FDN e FDA tornam-se proporcionalmente mais concentrados na MS da silagem com o passar do tempo, devido às perdas de MS na forma de gases e efluentes que ocorrem durante o processo.

No entanto, é relevante notar que os teores no tempo de armazenamento mais longo (200 dias) não diferiram daqueles do período mais curto (50 dias), o que pode indicar variações no material ensilado, ou seja, provavelmente em algumas silagens houve maior proporção da fração da ráqui da folha, que apresenta altos teores de FDN e FDA.

Observou-se aumento no teor de NDT com a inclusão de fubá de milho. Este resultado é devido ao maior aporte de nutrientes digestíveis totais do fubá (Tabela 1), portanto, justifica o incremento nas silagens aditivadas.

Resultados semelhantes foram verificados por Monteiro et al. (2011) e Backes et al. (2011) utilizando fubá de milho como aditivo na ensilagem de capim-elefante e de maniçoba respectivamente.

Além disso, verificou-se efeito do tempo de armazenamento ($P < 0,01$) (Tabela 2), bem como interação tempo de armazenamento x aditivo ($P < 0,01$) (Tabela 4) para essa variável.

Assim, nota-se que a diminuição dos valores de NDT no último tempo de armazenamento pode estar relacionada ao aumento do teor de FDN nesse mesmo período. Logo que, a equação utilizada para a estimativa do NDT leva em consideração o teor de FDN e outras variáveis no cálculo. Vale ressaltar que o efeito do aditivo permaneceu consistente nos diferentes tempos de armazenamento.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre os efeitos do tempo de armazenamento e aditivo sobre a fibra em detergente neutro (FDN, % da MS), fibra em detergente ácido (FDA, % da MS) e nutrientes digestíveis totais (NDT, % da MS) das silagens da folha de palmeira-real Australiana.

Aditivo (% fubá de milho)	Tempo de armazenamento (dias)			P
	50	100	200	
FDN (% da MS)				
0	68,76 A	68,96 A	69,71 A	NS
5	60,77 aB	54,14 aB	59,37 bB	**
10	52,14 aC	47,55 bC	51,12 aC	**
P	**	**	**	
FDA (% da MS)				
0	50,05 A	50,09 A	49,48 A	NS
5	42,73 aB	37,55 bB	40,52 aB	**
10	35,40 aC	32,91 bC	36,35 aC	**
P	**	**	**	
NDT (% da MS)				
0	46,85 C	46,69 C	46,12 C	NS
5	52,95 bB	58,01 aB	54,01 bB	**
10	59,55 bA	63,06 bA	60,33 aA	**
P	**	**	**	

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha ou maiúscula na coluna, são estatisticamente semelhantes pelo teste de Tuckey. NS: não significativo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$

A inclusão de fubá de milho à folha de palmeira-real Australiana influenciou ($P < 0,05$) as características fermentativas das silagens (Tabela 5 e 6). A densidade de compactação alterou ($P < 0,05$) os valores de pH e N-NH₃ (% MS). Houve efeito do tempo de armazenamento sobre as características fermentativas. Além disso, observou-se interação entre o tempo de armazenamento e aditivo para N-NH₃ (% PB) e atividade da água (*A_w*).

O menor valor de pH foi observado nas silagens sem aditivo e com densidade de compactação de 600 kg/m³, enquanto o maior valor foi registrado para as silagens contendo fubá de milho com densidade de 450 kg/m³ (Tabela 5). No entanto, é importante notar que essas diferenças são numericamente muito próximas.

Este resultado sugere que a folha de palmeira-real, por si só, contém substratos em quantidade suficiente para permitir que as bactérias lácticas se desenvolvam e produzam ácido láctico, uma vez que é o principal responsável pela redução do pH durante o processo de fermentação.

Apesar de ter sido observado efeito dos fatores, é importante ressaltar que os valores de pH obtidos estão dentro da faixa considerada satisfatória para a conservação do material ensilado, que é abaixo de 4,2 conforme Mizubuti et al. (2009).

As silagens armazenadas por 50 dias, com 10% de fubá de milho e com maior densidade de compactação apresentaram teores mais elevados de N-NH₃ (% MS; % PB) em comparação com aquelas armazenadas por 100 dias, sendo que ambas diferiram das silagens abertas aos 200 dias (Tabela 5).

Isto reforça de que provavelmente as silagens abertas aos 50 dias sofreram maior ação das bactérias proteolíticas, as quais degradam proteínas e as transformam em amônia. Esse padrão está alinhado com os dados apresentados na Tabela 2, que também mostram valores mais baixos de PB nas silagens abertas aos 50 dias, além dos maiores valores de N-NH₃ (% PB) observados no mesmo período (Tabela 5).

Os valores obtidos são satisfatórios, uma vez que Vieira et al. (2004) concluíram, por meio de análise de diversos estudos, que silagens com teores de N-NH₃ inferiores a 5% são consideradas de boa qualidade. Altos teores de N-NH₃ podem resultar na deterioração da qualidade da silagem devido à degradação de compostos nitrogenados pelas bactérias do gênero *Clostridium*, que os convertem em amônia, que é perdida por volatilização durante a abertura do silo (McDONALD et al., 1991).

O fubá de milho desempenhou seu papel como aditivo absorvente, pois observou-se menores valores de atividade da água (*A_w*) com a sua inclusão (Tabela 6). A maioria das bactérias e fungos tem seu crescimento restrito a valores de *A_w* acima de 0,90, e, de acordo com McDonald et al. (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* é inibido quando a *A_w* está abaixo de 0,94.

No presente estudo, observa-se que nenhuma das silagens apresentou valores de *A_w* em conformidade com os relatados pelos autores mencionados. No entanto, como já destacado anteriormente, a faixa de pH das silagens se encontrou dentro dos limites adequados para evitar o crescimento indesejado de clostrídeos, o que contribuiu para a conservação e a qualidade das silagens.

O primeiro tempo de armazenamento mostrou maior população de BAL em comparação com o segundo período (Tabela 6), indicando maior eficiência dos microrganismos na utilização dos substratos disponíveis para seu desenvolvimento e crescimento durante os primeiros 50 dias de armazenamento.

Pereira et al. (2007), em estudo sobre a inclusão de aditivo bacteriano em silagens de capim-elefante, encontraram valores superiores (7,17 log UFC/g) para as silagens controle aos 56 dias de armazenamento, em comparação com o presente trabalho. Resultados semelhantes foram relatados por Miranda (2021), que avaliou os microrganismos presentes na silagem de capim-tanzânia e observou população de BAL

de 5,94 log UFC/g.

A população de BAL presente nas silagens da folha de palmeira-real Australiana, com ou sem fubá de milho, podem ser consideradas adequadas. Isso está de acordo com a recomendação de Muck (1991), que preconiza no mínimo de 5 log UFC/g de silagem para evitar perdas significativas ao longo do processo de fermentação, devido à predominância da fermentação láctica nas silagens.

O prolongamento do tempo de armazenamento das silagens da folha de palmeira-real Australiana diminuiu a população de BAL (Tabela 6). A diminuição na população de BAL pode estar relacionada ao baixo pH e a falta de substratos fermentáveis, pois resultam na morte das bactérias (XU et al., 2017). Resultados semelhantes foram encontrados por Zhou et al., (2016) que verificaram redução na população de BAL em silagens de milho ao longo do tempo de armazenamento (28 a 60 dias de armazenamento, respectivamente).

Tabela 5. Valores de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) (% MS; % PB) das silagens da folha de palmeira-real Australiana ensiladas com diferentes níveis de fubá de milho, densidades de compactação e tempos de armazenamento.

Variáveis	Aditivo – T (% fubá de milho)			Densidade – D (kg/m ³)		Tempo de armazenamento – A (dias)			Probabilidade (P)			CV (%)
	0	5	10	450	600	50	100	200	T	D	A	
pH	3,56 b	3,59 a	3,59 a	3,60 a	3,55 b	3,34 c	3,58 b	3,81 a	*	**	**	0,99
N-NH ₃ (% MS)	0,006 b	0,0067 ab	0,0078 a	0,007 a	0,006 b	0,009 a	0,007 b	0,004 c	**	*	**	19,19
N-NH ₃ (% PB)	0,07 b	0,08 ab	0,09 a	0,08	0,08	0,11 a	0,08 b	0,05 c	*	NS	**	

Médias seguidas de mesma letra, para a mesma variável, são estatisticamente semelhantes pelo teste de Tuckey. NS: não significativo; * P < 0,05; ** P < 0,01

Tabela 6. Valores de atividade de água (Aw) e bactérias ácido lácticas (BAL) das silagens da folha de palmeira-real Australiana ensiladas com diferentes níveis de fubá de milho, densidades de compactação e tempos de armazenamento.

Variáveis	Aditivo – T (% fubá de milho)			Densidade – D (kg/m ³)		Tempo de armazenamento – A (dias)			Probabilidade (P)			CV (%)
	0	5	10	450	600	50	100	T	D	A		
Aw	0,991 a	0,989 b	0,984 c	0,989	0,987	0,986 b	0,989 a	**	NS	**	0,22	
BAL (log/UFC/g)	5,11	5,41	5,64	5,44	5,33	6,18 a	4,59 b	NS	NS	**	14,26	

Médias seguidas de mesma letra, para a mesma variável, são estatisticamente semelhantes pelo teste de Tuckey. NS: não significativo; * P < 0,05; ** P < 0,01

As silagens armazenadas por 200 dias apresentaram menores temperaturas em comparação com os períodos de 50 e 100 dias (Tabela 8). Essas temperaturas menores podem estar relacionada com a baixa disponibilidade de carboidratos solúveis residuais, visto que o aumento da temperatura ocorre devido a atividade dos microrganismos aeróbios, que iniciam suas atividades metabólicas produzindo calor e consumindo substratos residuais (ANDRADE et al., 2012).

Não houve quebra da estabilidade aeróbia das silagens (elevação da temperatura da silagem acima de 2°C da temperatura ambiente) armazenadas por 200 dias durante o período de avaliação, porém a inclusão de fubá de milho como aditivo demonstrou melhorar a estabilidade aeróbia das silagens da folha de palmeira-real Australiana armazenadas por 50 e 100 dias. A importância desse efeito pode ser observada nas silagens com 10% de fubá de milho expostas ao ar aos 50 dias (Figura 8). Aos 100 dias de armazenamento, percebe-se que a inclusão de fubá de milho teve um impacto mais relevante nas silagens com densidade de 600 kg/m³, embora tenha tido um efeito menos pronunciado nas silagens com densidade de 450 kg/m³. Isso destaca o potencial fermentativo da folha de palmeira-real, pois a média das horas para a quebra da estabilidade aeróbia foi maior em comparação com as silagens contendo 5% de fubá de milho e próximas das que possuem 10% do aditivo.

As silagens armazenadas por 50 dias e com densidade de compactação de 600 kg/m³ demonstraram uma estabilidade inferior em comparação às silagens com densidade de 450 kg/m³. Provavelmente, essas silagens apresentaram maiores teores de carboidratos solúveis residuais, proporcionando meio propício ao maior desenvolvimento de microrganismos deterioradores. No entanto, ainda assim, observa-se uma melhoria na estabilidade aeróbia ao longo do tempo (Figura 8).

É importante notar que esses resultados são semelhantes aos obtidos por Amaral et al. (2007), que conduziram estudo com capim-marandu ensilado por 56 dias sob diferentes níveis de compactação (100; 120; 140 e 160 kg/m³) e verificaram que a maior intensidade de compactação prejudicou a estabilidade das silagens.

A média de horas para a quebra da estabilidade aeróbia superou os resultados obtidos por outros estudos. Andrade et al. (2012) relataram a quebra da estabilidade após 48 horas na silagem de capim-elefante com a inclusão de fubá de milho e casca de soja (28 dias). Lemos et al. (2020) avaliaram o capim-elefante com a inclusão de enzimas fibrolíticas (60 dias) e observaram a quebra da estabilidade durante as primeiras 36 horas. Lemos et al. (2021), em um estudo com capim-elefante, consorciado ou não com a cunhã

(45 dias), observaram a quebra após 22 horas.

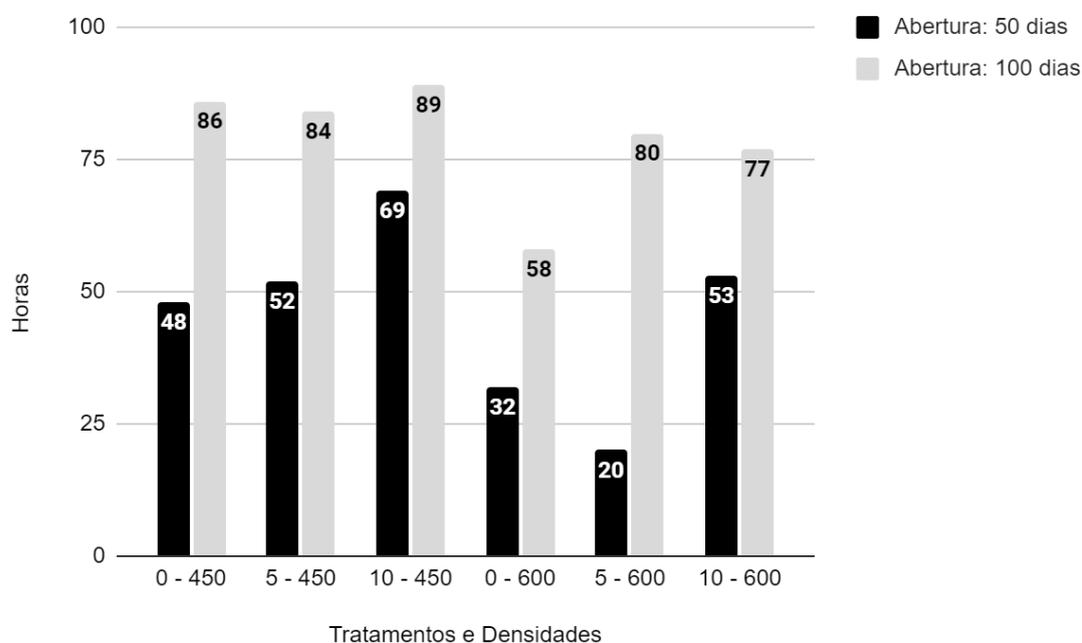
Tabela 7. Temperatura pós-abertura das silagens da folha de palmeira-real Australiana ensiladas com diferentes níveis de fubá de milho, densidades de compactação e tempos de armazenamento.

Fontes de Variação	Tempo (h) pós-abertura				
	0 h	24 h	48 h	72 h	96 h
Aditivo	NS	*	NS	*	**
Tempo de Armazenamento	**	**	**	**	**
Densidade	**	NS	*	NS	**
Coefficiente De Variação (%)	1,05	0,47	3,21	4,71	3,09
Aditivo: 0% de Fubá de Milho	22,48	21,98 B	22,39	23,37 A	23,70 A
Aditivo: 5% de Fubá de Milho	22,52	22,08 A	22,68	22,77 AB	22,85 B
Aditivo: 10% de Fubá de Milho	22,62	22,07 AB	22,18	22,40 B	22,87 B
Tempo de Armazenamento: 50 Dias	22,59 B	22,62 A	24,09 A	25,59 A	25,08 A
Tempo de Armazenamento: 100 Dias	22,99 A	22,48 B	22,17 B	22,20 B	23,96 B
Tempo de Armazenamento: 200 Dias	22,03 C	21,03 C	21,01 C	20,75 C	20,41 C
Densidade: 450 kg/m ³	22,41 B	22,04	22,67 A	22,55	22,82 B
Densidade: 600 kg/m ³	22,66 A	22,04	22,16 B	23,14	23,45 A

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente semelhantes pelo teste de Tuckey.

NS: não significativo; * P < 0,05; ** P < 0,01.

Figura 7 - Tempo (h) pós-abertura para exceder 2°C da temperatura ambiente (21,8°C) das silagens da folha de palmeira-real Australiana ensiladas com diferentes níveis de fubá de milho (0, 5 e 10%), densidades de compactação (450 e 600 kg/m³) e tempos de armazenamento (50 e 100 dias).



6. CONCLUSÃO

A utilização de 10% de fubá de milho como aditivo melhorou a qualidade nutricional, porém, a folha da palmeira-real Australiana, por si só, demonstra bom potencial de conservação por meio da ensilagem com 450 ou 600 kg/m³.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. C. do; BERNADES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-Marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 532-539, 2007.

ANDRADE, A.P., QUADROS, D.G., BEZERRA, A.R.G., *et al.* Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. *Semina: Ciências Agrárias*, 33 doi: 10.5433/1679-0359, v33, n.3, p.1209, 2012.

BACKES, A. A. *et al.* Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 15, n. 1, p. 182-191, mar. 2014.

BAYÃO, G. F. V. **Residue from the extraction of the palm heart of Australian Royal Palm as feed for sheep and silage production**. 2011. 53 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Animais Domésticos; Nutrição e Alimentação Animal; Pastagens e Forragicul) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

BAYÃO, G. F. V. **Residue from the production of the palm heart of Australian Royal Palm in feed dairy cows**. 2013. 54 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Animais Domésticos; Nutrição e Alimentação Animal; Pastagens e Forragicul) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V.V.; ISEPON, J.; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.4, p.1454-1462, 2006.

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

BERNARDES, T. F. Impacto das estruturas de estocagem sobre o manejo e a qualidade da silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE RODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá. **Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Uem, 2014. p. 9 - 22.

BOVI, M.L.A. **Cultivo da palmeira real australiana visando à produção de palmito**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998. 26 p. (Boletim Técnico 172).

BOVI, M.L.A.; SAES, L.A.; UZZO, R.P.; SPIERING, S.H. Adequate timing for heart-of-palm harvesting in king palm. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.135- 139, 2001.

BRITO, A.F. *et al.* Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo [(*Sorghum bicolor* (L) Moench)]. I. Características agronômicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 52, n. 4, p. 391-396, ago. 2000. FapUNIFESP (SciELO).

CAPELLE, E. R. *et al.* Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.

CHERNEY, J.H., CHERNEY, D.J.R. **Assessing silage quality. In: Silage Science and Technology**. Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (ed.). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America. Madison, Wisconsin. 141-198. 2003.

COAN, R. M. *et al.* Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 36, n. 5, p. 1502-1511, out. 2007. FapUNIFESP (SciELO).

COAN, R. M. *et al.* Inoculante enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 416-424, abr. 2005. FapUNIFESP (SciELO).

COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; BERTO, D. A.; ALMEIDA JÚNIOR, G. A.; LOPES, A. B. R. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: FUEM, 2001. v. 1. p. 87-126.

COSTA, E. R. **FUBÁ DE MILHO COMO ADITIVO NA ENSILAGEM DE GENÓTIPOS DE CAPIM- ELEFANTE [*Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone] CONSORCIADOS COM CUNHÃ (*Clitoria ternatea* L.)**. 2021. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

COTRIM, D. C. **Viabilidade produtiva e nutricional da silagem do resíduo da bananicultura na alimentação animal**. 2021. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2021.

D'OLIVEIRA, P. S.; OLIVEIRA, J. S. **Produção de Silagem de Milho para Suplementação do Rebanho Leiteiro. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite (Comunicado Técnico, 74)**, 10 p. 2014. (Publicações da Série Embrapa).

DIAS, A. M.; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; BLAN, L. R.; GOMES, E. N. O.; SOARES, C. M.; LEAL, E. S.; NOGUEIRA, E.; COELHO, E. M. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, n. 6, p. 1874-1882, 2014.

DITCHFIELD, C. **Estudos dos métodos para a medida da atividade de água**. 2000. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

DRIEHEUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; Van WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchaneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, n.4, p.330-343, 2001.

EPAGRI. **Levantamento da Produção de Palmeiras para Palmito em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2021. 24 p.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência Agrotecnica**, p.05-14, 2004. EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. Ed. Atheneu, 1. ed. p. 652, 1992.

FANCELLI, A.L.; NETO, D.D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, p. 260, 2000.

FARIA, D. J. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M.; MELLO, R.; RIGUEIRA, J. P. S. Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.36, n.2, p.301-308, 2007.

GARCIA, D. M. Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas avícolas. **Acta Scientiae Veterinariae**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 251, 27 jun. 2004. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GIORDANO, B. N. E. **Resíduo do processamento da Palmeira-Real (*Archontophenix*)**: implantação de indústria para fabricação de biscoitos fibrosos. Monografia (Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, 2007.

GUIM, A. **Produção e avaliação de silagem**. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3., 2002. Anais... Areia: UFPB, 2002. CD-ROM.

HAIGH, P.M. 1990. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. **Grass Forage Sci.**, 45(3):263-271.

HENDERSON, N. **Silage additives**. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.45, p.35-56, 1993.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agropecuária de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

IGARASI, M.S. (2002). **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. Dissertação de Mestrado – ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brazil, 132pp.

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. e NUSSIO, L.G. 2013. **Princípios básicos da fermentação na ensilagem**. In: Reis, R.A.; Bernardes, T.F. e Siqueira, G. R (Eds). Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros. Multipress. Jaboticabal. pp. 649-660.

JOBIM, C.C. **Produção de Forragens Conservadas para Alimentação de Bovinos**. In: Geraldo Tadeu dos Santos. (Org.). Bovinocultura Leiteira. Bases zootécnicas, fisiológicas e de produção. 1ed.Maringá: EDUEM, 2010, v. 1, p. 309- 356.

JONES, B.A.; HATFIELD, R.D.; MUCK, R.E. Effect of fermentation and bacterial inoculation on lucerne cell walls. **Journal of Science Food Agriculture**, v.60, n.2, p. 147- 153, 1992.

KUNG JUNIOR. L., SHAVER, R. D., GRANT, R. J., SCHMIDT, R. J., 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, 101, 4020-4033.

LEMOS, M. F. *et al.* Grass size and butterfly pea inclusion modify the nutritional value of elephant grass silage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 56, p. 1-10, mar. 2021. FapUNIFESP (SciELO).

LEMOS, M. F. *et al.* Nutritional value, fermentation losses and aerobic stability of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) silage treated with exogenous fibrolytic enzymes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, [S.L.], v. 42, p. 1-7, 8 jun. 2020. Universidade Estadual de Maringá.

LINDGREN, S. C. HACCP. **Principles be applied for silage safety?** In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7. Uppsala, 1999. Proceedings... Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.51-66.

LUTHER, R.M. Effect of microbial inoculation of whole-plant corn silage on chemical characteristics, preservation and utilization by steers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1329-1336, 1986.

MACÊDO, A. J. S. *et al.* Microbiologia de silagens: Revisão de Literatura. **Revista Eletrônica de Veterinária**, Málaga, v. 18, n. 9, p. 1-11, set. 2017.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: J. Willey, 1981. 226 p.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of Silage**. 2nd ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.

MIRANDA, B. E. C. **CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS, POPULAÇÕES MICROBIANAS E COMPOSIÇÃO DA SILAGEM DE CAPIM TANZÂNIA COM NÍVEIS DE FENO DE MATA PASTO**. 2021. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2021.

MIZUBUTI, I. Y. *et al.* **Métodos Laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. Londrina: Eduel, 2009. 228 p.

MONTEIRO, I. J. G. *et al.* Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Cuiabá, v. 33, n. 4, p. 348-352, 9 set. 2011. Universidade Estadual de Maringá.

MUCK, R.E. Dry matter level on alfafa silage quality. II. Fermentation products and starch hydrolysis. **Transaction of ASAE**, v.33, n.2, p.373-381, 1990.

MUCK, R.E. Silage fermentation. In: **Mixed cultures in biotechnology**. New York: McGraw Hill Inc., 1991. p.171- 204.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 39, n., p. 183-191, jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO).

NATH, C. D. **CARACTERIZAÇÃO DA SILAGEM PRÉ-SECADA DE CAPIM TIFTON 85, COM DIFERENTES ADITIVOS E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO**. 2019. 100 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019.

NEUMANN, M. *et al.* **Cultura de sorgo: potencial dos materiais disponíveis para produção de silagem de qualidade**. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5., 2014, Maringá. Anais do V Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas. Maringá: Nova Sthampa, 2014. p. 89 - 116.

NEWMARCK, H., BONDI, A., VONCNTI, R. **Amines aldehydes and ketoacids in silage and their effect on food intake by ruminants**. J. Sci. Food Agric. 15:487-492. 1964.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. **Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana- de-açúcar**. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2004. p.1-33.

O'KIELY, P.; MOLONEY, A.; KEATING, T. *et al.* Maximizing output of beef within cost efficient, environmentally compatible forage conservation systems. **Teagasc**, p.31-43, 1999.

OGUNADE, I.M. *et al.* Control of *Escherichia coli* O157:H7 in contaminated alfafa silage: Effects of silage additives. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 3354-3362, 2016.

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*. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, 2003. p. 31-94.

PANDOLFO, C., *et al.* **Notas sobre zoneamento agrícola para a cultura da palmeira-real da Austrália em Santa Catarina**. In: Anais do I Encontro nacional de Produtores de Palmito de Palmeira Real. Florianópolis, SC: Epagri, 2005. v.1. p.27 – 29.

PAULA, K. S. D; FARIA JÚNIOR, O. L. D. Utilização dos restos culturais e resíduos da industrialização de abacaxi na alimentação de ruminantes: revisão. **Pubvet**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 1-7, fev. 2019. Editora MV Valero.

PAULA, P.R.P. *et al.* Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiagu com inclusão do fubá de milho. **Pubvet**, v. 14, n.10, p. 1-11, 2020.

PEDROSO, A. F. *et al.* Fermentation, losses, and aerobic stability of sugarcane silages treated with chemical or bacterial additives. **Scientia Agricola**, [S.L.], v. 65, n. 6, p. 589-594, dez. 2008. FapUNIFESP (SciELO).

PEDROSO, A. F. **Aditivos Químicos e Microbianos no controle de Perdas e na Qualidade de Silagem de Cana-de-Açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 139 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. **Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais**. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p.64-86.

PEREIRA, O. G.; ROCHA, K. D; FERREIRA, C. L. L. F. Composição química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 36, n. 6, p. 1742-1750, dez. 2007. FapUNIFESP (SciELO).

PEREIRA, R. G. A.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L. **Processos de ensilagem e plantas a ensilar**. Porto Velho: Embrapa Rondônia. Documentos, 124, 2008 (Publicações da Série Embrapa).

PHILLIP, L.E.; FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3178-3187, 1992.

FIGURINA, G. **Factores que afectan el valor nutritivo y la calidad de fermentacion de ensilajes**. In: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUÁRIA. (Ed). Pasturas y produccion animal de áreas organaderia intensiva. Montevideo, 1991. p.77-92. (Serie Tecnica, 15).

PIRES, F. P .A. A . *et al.* Ensilagem e os componentes fibrosos dos alimentos volumosos. **Pubvet**, [S.L.], v. 15, n. 12, p. 1-8, dez. 2021. Editora MV Valero.

PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, v.46, p.301-312, 1991.

RAMOS NETO, K. X. C. R., NEIVA Jr., A. P. N., COSTA NETO, I. C., NETO, PAULA, P. R. P., & TAVARES, V. B. (2020). Inclusão de diferentes níveis de fubá de milho em silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Napier). **Revista eletrônica NutriTime**, 17(5), 1-7.

RAMOS, M.G.; HECK, T.C. **Cultivo de Palmeira-real-da-austrália para produção de palmito**. **Boletim Didático**, n. 40. 2.ed. Florianópolis: Epagri, 2003. 32p.

RÊGO, F. C. A. *et al.* Cinética de fermentação ruminal in vitro, composição química e perfil de ácidos graxos da silagem de bagaço de laranja com fubá de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 34, n. 62, p. 4037, 17 dez. 2013. Universidade Estadual de Londrina.

RODRIGUES NETO, A. J. *et al.* Efeito de Aditivos no Valor Nutritivo de Silagens feitas com Subproduto da Extração do Palmito de Pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1367-1375, abr. 2001.

RODRIGUES, P. H. M. *et al.* Valor nutritivo da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum) inoculada com bactérias ácido-láticas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, [S.L.], v. 23, p. 809, 9 maio 2008. Universidade Estadual de Maringa.

ROMBOLA, G.L.; NETO, S.G.; MORO, J.R.; Resíduo da industrialização do palmito pupunha (*Bactris gasipaes* H.B.K.) na alimentação de ovinos deslanados. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v.6, n.1, p.19-26, 2010.

SANDERSON, M.A. Aerobic stability and in vitro fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. **Journal of Animal Science**, v.71, n.2, p.505-514, 1993.

SAARISALO, E. *et al.* Screening and selection of lactic acid bacteria strains suitable for ensiling grass. **Journal Of Applied Microbiology**, [S.L.], v. 102, n. 2, p. 327-336, 01 fev. 2007. Oxford University Press (OUP).

SANTANA, J. C. S; COSTA, A. B. G. D; COSTA, C. M; GURGEL, A. L. C; CAMARGO, F. C; MACHADO, W. K. R; SILVA, M. G. P. D; DIAS, A. M. DENSIDADE E TAMANHO DE PARTÍCULAS NA QUALIDADE DE SILAGENS DE FORRAGEIRAS TROPICAIS: uma revisão. **Revista Científica Rural**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 310-324, 22 nov. 2020. Even3.

SANTOS, I. P. A. **Uso de aditivos químicos na silagem do resíduo de acerola de indústrias processadoras de fruta**. 2019. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Rondônia, Rolim de Moura, 2019.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C.M.; BACH, B.C. **Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar?** In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; BANKUTI, F.I (eds.), SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5.ed., Maringá, 2014. Anais... Maringá: UEM, 2014. p.243-264.

SERBIN, M. M. **APROVEITAMENTO E ENSILAGEM DA FOLHA DA PALMEIRA REAL**. 2022. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

SHERER. R.; KRONMEYER FILHO, O. R. **"Palmeira real da Austrália: uma estratégia de marketing para o desenvolvimento do agronegócio do palmito no Rio Grande do Sul"**. VI International Pensa Conference. Ribeirão Preto, SP. 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, M. S. J; JOBIM, C. C; NASCIMENTO, W. G; FERREIRA, G. D. G; OLIVEIRA, M. R. Uso de aditivos e tempo de abertura dos silos em silagens de estilosantes campo grande. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 381-393, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO).

SILVA, V. B; FONSECA, C. E. M. D; MORENZ, M. J. F.; PEIXOTO, E. L. T; MOURA, E. D. S; CARVALHO, I. D. N. O. D. Resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cabras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 39, n. 7, p. 1595-1599, jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO).

SIQUEIRA, G. R., BERNARDES, T. F. e REIS, R.A. (2005). **Instabilidade aeróbia de silagens: efeitos e possibilidades de prevenção**. Em: Simpósio sobre volumosos na produção de ruminantes. Funep: Jaboticabal, Brasil.

SIQUEIRA, G. R. *et al.* Óxido de cálcio e *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 na ensilagem de cana-de-açúcar in natura ou queimada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 40, n. 11, p. 2347-2358, nov. 2011. FapUNIFESP (SciELO).

SODRÉ, J. B. **MORFOLOGIA DAS PALMEIRAS COMO MEIO DE IDENTIFICAÇÃO E USO PAISAGÍSTICO**. 2005. 65 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Plantas Ornamentais e Paisagismo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SOUZA, L.C.; ZAMBOM, M.A.; RADIS, A.C. *et al.* In: ABZ/UFT. **Desenvolvimento de microorganismos no resíduo úmido de cervejaria “in natura” e ensilado**. Resumos... Palmas, TO, 2010.

TAVARES, V. B., PINTO, J. C., EVANGELISTA, A. R., FIGUEIREDO, H. C. P., ÁVILA, C. L. S., & LIMA, R. F. (2009). Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38(1), 40–49.

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

TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P. *et al.* Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1672-1682, 2004.

UZZO, R. P.; BOVI, M. L.A.; SPIERING, S. H; SÁES, L. A. Coeficiente de caminhamento entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira real australiana. **Horticultura Brasileira**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 136-142, mar. 2004. FapUNIFESP (SciELO).

VAN SOEST, P.J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal of Animal Science.**, 26(1):119-120.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publ. Assoc. 476p.

VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V.; GONÇALVES, L.C.; COELHO, S.G.; FERREIRA, M.I.C.; RODRIGUES, J.A.s. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 56, n. 6, p. 764-772, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO).

VIEIRA, M. A. **CARACTERIZAÇÃO DE FARINHAS OBTIDAS DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DE PALMITO DA PALMEIRA-REAL (*Archontophoenix alexandrae*) E DESENVOLVIMENTO DE BISCOITO FIBROSO**. 2006. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Programa de Pós- Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

WOOLFORD, M.K. The chemistry of silage. P. 71-132. In: **The silage fermentation**. Marcel Dekker, New York. 1984.

XU, Z.; HE, H.; ZHANG, S. et al. Effects of inoculants *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus parafarraginis* on the fermentation characteristics and microbial communities of corn stover silage. **Scientific Reports**, v.7, p.1-9, 2017.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. FERREIRA, D.J. *et al.* Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica da silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.43, n.6, p.73-81, 2006.

ZENNI, R. D. S; HELM, C. V; TAVARES, L. B. B. CASCAS DO PROCESSAMENTO DE PALMITO PARA USO NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: uma abordagem socioambiental. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 276, 27 abr. 2018. Anima Educação.

ZHOU, Y.; DROUIN, P.; LAFRENIÈRE, C. Effect of temperature (5 °C–25 °C) on epiphytic lactic acid bacteria populations and fermentation of whole-plant corn silage. **Journal of Applied Microbiology**, v.121, n.3, p.657-671, 2016.