



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

EMANUELA VITÓRIA SANTOS SILVA

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SILAGEM DO FARELO INTEGRAL
DO COCO BABAÇU COM DIFERENTES ADITIVOS

Rio Largo - AL

2025

EMANUELA VITÓRIA SANTOS SILVA

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SILAGEM DO FARELO INTEGRAL
DO COCO BABAÇU COM DIFERENTES ADITIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, como requisito de avaliação para obtenção do título de Zootecnista, formado pela Universidade Feral de Alagoas – UFAL.

Orientador: Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira

Rio Largo - AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S586a Silva, Emanuela Vitória Santos.

Avaliação qualitativa da silagem do farelo integral do coco babaçu com diferentes aditivos. / Emanuela Vitória Santos Silva. – 2025.

38 f.: il.

Orientador(a): Kedes Paulo Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Graduação em Zootecnia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2025.

Inclui bibliografia

1. Nutrição de ruminantes. 2. Composição bromatológica. 3. coprodutos agroindustriais. 4. *Saccharomyces cerevisiae*. I. Título.

CDU: 636.2

Folha de Aprovação

EMANUELA VITÓRIA SANTOS SILVA

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA SILAGEM DO FARELO INTEGRAL DO COCO BABAÇU COM DIFERENTES ADITIVOS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, como requisito de avaliação para obtenção do título de Zootecnista, formado pela Universidade Feral de Alagoas – UFAL.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 09/10/2025.

Orientador/a: Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira (CECA/UFAL).

Comissão Examinadora

Documento assinado digitalmente



KEDES PAULO PEREIRA

Data: 08/11/2025 16:41:33-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira (CECA/UFAL)

Presidente

Documento assinado digitalmente



JUCELANE SALVINO DE LIMA

Data: 08/11/2025 14:26:54-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Dra. Jucelane Salvino de Lima (UFOPA/PA)

Documento assinado digitalmente



FABIO LUIZ FREGADOLLI

Data: 09/11/2025 06:04:15-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

3º Membro

Prof. Dr. Fábio Luiz Fregadolli (CECA/UFAL)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e coragem para enfrentar os desafios ao longo desta jornada.

À minha mãe, Maria Hozana, exemplo de resiliência e determinação, que, mesmo diante das dificuldades como mãe solo, nunca mediu esforços para me apoiar e incentivar, ensinando-me a importância da humildade e da persistência.

À minha avó e melhor amiga, Antônia Rodrigues, por seus conselhos sábios, apoio incondicional e por ser minha maior inspiração desde sempre, contribuindo imensamente para minha formação como pessoa.

Ao meu avô, José Sabino, por ter sido uma referência paterna, por seu amor, dedicação e por ter me criado com tanto zelo, como se fosse sua própria filha.

Ao meu companheiro, Jorge Lucas, pela compreensão, apoio emocional e incentivo constante em todos os momentos dessa caminhada.

Aos meus tios e primos, pelo apoio e disponibilidade, especialmente nos momentos em que mais precisei.

Ao meu tio Edilson José (*in memoriam*), que sempre me acolheu com amor e carinho, sendo uma presença marcante na minha vida.

À minha bisavó, Maria Rodrigues (*in memoriam*), que com seu afeto e exemplo de vida me ensinou a ser uma mulher batalhadora e gentil.

À minha madrinha Mônica Patrícia, pelo apoio afetivo e incentivo durante minha trajetória acadêmica, especialmente nos períodos de maior dificuldade na pesquisa.

À minha prima e amiga de infância, Renata Maria, pelo carinho, amizade genuína e pela presença em minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Kedes Paulo, pela orientação, paciência e contribuições durante o desenvolvimento deste trabalho, fundamentais para minha formação acadêmica.

Ao pesquisador Dr. Anderson Marafon, da Embrapa Tabuleiros Costeiros, pelo auxílio técnico prestado com generosidade e atenção, enriquecendo significativamente este estudo.

Às colegas de profissão Idália Santos e Deyse Ferreira, pelo suporte, incentivo e partilha de experiências que tanto contribuíram ao longo dessa trajetória.

À Universidade Federal de Alagoas e ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, pela oportunidade de formação e pelos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

À AGROGEO - Agropecuária de Corte e a Fazenda Santa Maria, localizada no município de Taquarana - Alagoas, com o devido reconhecimento ao proprietário Geraldo Cícero da Silva, pela disponibilização e apoio necessários para a condução das atividades experimentais desta pesquisa.

Ao Laboratório de Nutrição Animal – LABNUTRI, pelos recursos e aprendizados proporcionados, que foram essenciais para a execução deste trabalho.

À banca examinadora, pela disponibilidade, atenção e contribuições relevantes para o aprimoramento deste trabalho.

E, por fim, a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para minha trajetória pessoal e profissional.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a qualidade químico-bromatológica da silagem do farelo integral de coco babaçu submetido à adição de diferentes aditivos após 90 dias ensilado. O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI) do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições: T1 – sem aditivos (0%); T2 – 1% de ureia; T3 – 1% de ureia + 0,05% de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*); e T4 – 0,05% de levedura. Para padronização da umidade, adicionaram-se 200 ml de água destilada por silo. Após 90 dias, os mini silos foram abertos e coletaram-se 100g de amostras por unidade para realização das análises. Os dados foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (2010). Conclui-se que, a adição de ureia e levedura *Saccharomyces cerevisiae* influencia positivamente os teores de PB e EE, mas não influencia nas frações fibrosas (FDN, FDA e lignina).

PALAVRAS-CHAVE: Composição bromatológica, coprodutos agroindustriais, nutrição de ruminantes, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical and bromatological quality of whole babassu coconut meal silage subjected to the addition of different additives after 90 days of ensiling. The experiment was conducted at the Animal Nutrition Laboratory (LABNUTRI) of the Center for Engineering and Agricultural Sciences (CECA) at the Federal University of Alagoas (UFAL), using a completely randomized design (CRD) with four treatments and five replications: T1 – without additives (0%); T2 – 1% urea; T3 – 1% urea + 0.05% yeast (*Saccharomyces cerevisiae*); and T4 – 0.05% yeast. To standardize moisture, 200 mL of distilled water were added per silo. After 90 days, the mini silos were opened, and 100 g of samples were collected from each unit for analysis. Data were subjected to ANOVA and Tukey's test at a 5% significance level, using the SISVAR software (2010). It was concluded that the addition of urea and *Saccharomyces cerevisiae* yeast positively influences the crude protein (CP) and ether extract (EE) contents but does not affect the fibrous fractions (NDF, ADF, and lignin).

KEYWORDS: Bromatological composition, agro-industrial by-products, ruminant nutrition, *Saccharomyces cerevisiae*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica (%) do farelo integral do coco babaçu	25
Tabela 2 - Valore médios de pH e temperatura (°C) das silagens no momento da abertura dos silos	27
Tabela 3 - Composição químico-bromatológica (%) e Coeficiente de Variação (%) da silagem do farelo integral do coco babaçu com diferentes aditivos	29
Tabela 4 - Cor e Odor predominante na abertura dos silos	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Confecção dos mini silos	27
Figura 2 - Amostra da silagem sem aditivos analisada no aplicativo Color Picker	31
Figura 3 - Abertura dos mini silos após 90 dias ensilado	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Silagem	13
2.2 Babaçu (<i>Attalea speciosa</i>)	15
2.3 Aditivos na silagem	18
2.3.1 Ureia	19
2.3.2 Levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5 CONCLUSÃO	34
6 REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos fatores que mais influenciam os custos na produção animal, exercendo impacto direto sobre a eficiência econômica dos sistemas pecuários. O aumento nos preços dos insumos convencionais, aliado à sazonalidade da oferta de forragens, tem intensificado a busca por alternativas nutricionais que sejam viáveis do ponto de vista econômico, apresentem valor nutritivo adequado e estejam acessíveis ao produtor rural.

Nesse cenário, os alimentos alternativos tornam-se relevantes por possibilitarem o aproveitamento de subprodutos agroindustriais, que, além de reduzir os custos de produção, promovem o reaproveitamento de resíduos e ampliam a diversificação da base alimentar dos rebanhos.

O babaçu (*Attalea speciosa*) é uma palmeira amplamente distribuída nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde possui importância socioeconômica para milhares de famílias que dependem do extrativismo de seu fruto. O coco do babaçu é constituído por diferentes frações, das quais se originam subprodutos utilizados pelas indústrias alimentícia, energética e de cosméticos. No entanto, seu uso *in natura* na alimentação de ruminantes é limitado, sobretudo em razão do elevado teor de fibras e da baixa digestibilidade.

A produção de silagem configura-se como uma estratégia essencial para garantir a manutenção e o desempenho dos rebanhos durante os períodos de escassez de forragem, sendo uma prática amplamente utilizada no Brasil e em diversas partes do mundo.

A qualidade da silagem é um fator determinante na eficiência produtiva dos sistemas pecuários, influenciando diretamente o desempenho zootécnico dos animais. Silagens de baixa qualidade comprometem a digestibilidade dos nutrientes e a estabilidade aeróbica, resultando em perdas nutricionais e econômicas. Para minimizar esses impactos, diversos aditivos têm sido empregados com o objetivo de otimizar a fermentação, reduzir perdas e melhorar o valor nutritivo da forragem conservada (Freitas et al., 2006).

A utilização de aditivos como a ureia e a levedura *Saccharomyces cerevisiae* tem se mostrado uma estratégia eficaz para melhorar o processo fermentativo e a estabilidade aeróbica da silagem. A ureia atua como fonte de Nitrogênio Não Proteico (NNP) e exerce efeito tamponante no meio, podendo influenciar a dinâmica de acidificação inicial. Por sua vez, a

levedura favorece o crescimento de bactérias ácido lácticas, que são fundamentais para a produção de ácido láctico e para o estabelecimento de um ambiente fermentativo eficiente.

Esse processo é essencial para promover uma rápida redução do pH da silagem, favorecendo sua conservação e inibindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, como enterobactérias, fungos e leveduras deteriorantes, os quais estão diretamente associados às perdas de valor nutricional durante o armazenamento e, especialmente, após a abertura do silo (Rooke e Hatfield, 2003; Danner et al., 2003; Kung Jr., 2018).

Nesse contexto, Rodrigues et al. (2014) reforçam que quanto mais rápida e eficaz for a produção de ácido láctico, menores serão as perdas fermentativas, contribuindo para a estabilidade da silagem e a preservação de seus constituintes nutricionais.

Embora esses aditivos sejam amplamente estudados em diversas forragens, há uma lacuna na literatura quanto ao uso de aditivos como ureia e levedura *Saccharomyces cerevisiae* na silagem do farelo integral do coco babaçu - coproduto oriundo da trituração do fruto inteiro do babaçu.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adição de ureia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, de forma isolada ou combinada, sobre a qualidade químico-bromatológica da silagem do farelo integral do coco babaçu após 90 dias ensilado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Silagem

A ensilagem é uma técnica de conservação de forragens que se baseia na fermentação anaeróbica de carboidratos solúveis. O principal objetivo desse processo é assegurar o desenvolvimento predominante de bactérias ácido lácticas homoláticas obrigatórias, responsáveis pela produção eficiente de ácido láctico a partir da fermentação de carboidratos solúveis e açúcares hidrossolúveis (Kung Jr., 2018). O ácido láctico formado desempenha papel essencial não apenas na acidificação do meio ensilado, mas também na redução do pH, fator determinante para a preservação da silagem.

A diminuição do pH exerce efeito direto no controle de microrganismos indesejáveis, como clostrídios, enterobactérias, fungos e leveduras, os quais são responsáveis por perdas significativas de valor nutritivo durante a fermentação e após a abertura do silo. (Kung Jr., 2018) complementou que quanto mais rápida e eficiente for a produção de ácido láctico, menores serão as perdas no processo fermentativo e melhor será a qualidade final da silagem.

De acordo com Zehra e Unal (2009), a qualidade da silagem é influenciada por fatores biológicos e tecnológicos, exigindo práticas adequadas de colheita, compactação e aditivação. Entretanto, fermentações indesejáveis ainda representam um desafio recorrente, afetando a estabilidade e o valor nutricional do material ensilado.

Silagens com baixo teor de matéria seca (<30%) tendem a produzir grandes volumes de efluentes, que carregam nutrientes solúveis importantes e possuem alta carga poluidora. Por esse motivo, é recomendado que o teor de matéria seca das forragens no momento da ensilagem seja de, no mínimo, 30 a 35%, a fim de minimizar a produção de efluentes e preservar a qualidade do material ensilado (Cruz et al., 1998).

O processo fermentativo da ensilagem pode ser dividido em quatro fases distintas: fase aeróbica, fase anaeróbica, fase de estabilidade e fase de descarga. Em cada uma dessas etapas, ocorre a atuação de diferentes grupos de microrganismos, alguns benéficos e outros prejudiciais, que influenciam de forma direta a eficiência do processo e a qualidade do produto (Fasolo e Carvalho, 2021).

A fase aeróbica tem duração média de dois dias após o fechamento do silo (Santos e Zanine, 2006) e caracteriza-se por valores de pH entre 5,0 e 6,0. Nessa etapa, todo o oxigênio residual é consumido pelas células vegetais e pelos microrganismos aeróbios, resultando na produção de dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O) e calor, decorrente da intensa atividade microbiana.

A fase anaeróbica ocorre em dois estágios. No primeiro, observa-se o crescimento de enterobactérias, bactérias heterofermentativas e bactérias lácticas, responsáveis pela produção de etanol, CO₂, ácido láctico e, principalmente, ácido acético. Esse estágio perdura aproximadamente 72 horas. No segundo estágio, ocorre o acúmulo de ácido acético, a consequente redução do pH, a inibição de bactérias heterofermentativas e o predomínio das bactérias homofermentativas, que intensificam a produção de ácido láctico e de outros ácidos orgânicos, reduzindo o pH para valores entre 3,8 e 5,0 (Pahlow et al., 2003).

Conforme Evangelista et al. (2004), o pH e a umidade são fatores determinantes na inibição do crescimento de microrganismos do gênero *Clostridium*, que comprometem a qualidade da silagem.

A terceira fase, denominada fase estável, é caracterizada pela diminuição da intensidade da fermentação. Nessa etapa, há atuação de enzimas resistentes à acidez, que promovem lentamente a hidrólise ácida dos carboidratos. Esse processo mantém um fornecimento contínuo de carboidratos solúveis em água, favorece a conversão de proteases em compostos nitrogenados simples (NH₃) e reduz tanto a população de bactérias ácido-lácticas quanto a quantidade de seus produtos fermentativos.

A fase final é caracterizada pela abertura dos silos e pela consequente exposição do material ensilado a elevadas concentrações de oxigênio (Santos e Zanine, 2006). Nessa etapa, o pH da silagem mantém-se geralmente abaixo de 4,5, o que permite que as bactérias ácido-lácticas permaneçam ativas, estabilizando o ambiente e interrompendo o processo fermentativo até o momento da abertura. A manutenção da qualidade do material ensilado, portanto, está diretamente relacionada à sua estabilidade aeróbia e à presença de ácidos orgânicos que inibem a deterioração microbiana.

Durante todas as fases que compõem o processo de fermentação anaeróbia, as principais alterações químicas são resultado da ação de enzimas microbianas presentes na própria planta. Essas enzimas são responsáveis por transformar carboidratos em compostos como ácidos orgânicos e gases, além de promover a degradação parcial de proteínas.

Um aspecto fundamental relacionado à qualidade da silagem é a estabilidade aeróbia, tanto na fase de pré-ensilagem quanto após a abertura do silo. Essa estabilidade é definida como o período durante o qual a silagem permanece estável e livre de deterioração após ser exposta ao ar. A perda dessa estabilidade é indesejável, pois provoca redução da matéria seca e do conteúdo energético, impactando negativamente a ingestão e o desempenho produtivo dos animais.

De acordo com Kung Junior et al. (2003), a estabilidade aeróbia pode ser compreendida como a resistência da massa ensilada à deterioração após a abertura do silo, sendo influenciada pela velocidade com que o material se degrada quando exposto ao oxigênio. O aumento da temperatura nesse período está associado ao metabolismo de microrganismos que utilizam o ácido láctico e os açúcares residuais como substratos, liberando dióxido de carbono (CO₂) e água.

A perda da estabilidade aeróbia envolve diversos fatores ecológicos relacionados à microbiota da silagem, iniciando-se pelo aumento populacional de leveduras, seguido pelo desenvolvimento de fungos filamentosos e bactérias aeróbias. Pahlow et al. (2003) relatam que o pico de desenvolvimento dos microrganismos deterioradores ocorre em duas faixas de temperatura distintas. O primeiro pico está associado à proliferação de leveduras, que consomem carboidratos solúveis e ácido láctico como fontes de carbono, elevando o pH do meio. Essa elevação favorece o crescimento de fungos filamentosos e bactérias esporogênicas, responsáveis pelo segundo pico de temperatura (Wilkinson e Davies, 2013). Assim, diversos estudos recomendam o uso de aditivos durante o processo de ensilagem como estratégia para minimizar as perdas de nutrientes e preservar a estabilidade do material, durante o processo de conservação da forragem e fase aeróbia.

2.2 Babaçu (*Attalea speciosa*)

A palmeira babaçu ocorre em baixa densidade nas florestas naturais, contudo, demonstra elevado potencial de dominância em áreas de sucessão secundária, especialmente após sucessivos ciclos de pousio e práticas de cultivo agrícola tradicional. Sua distribuição é mais expressiva nas zonas de transição entre os biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga.

Nessas áreas, o babaçu ocorre de forma natural, compondo extensos babaçuais que se distribuem principalmente pelos estados do Maranhão, Piauí, Tocantins e Pará, além de parte do Ceará e Goiás. A abundância da matéria-prima e a presença de comunidades extrativistas favorecem o aproveitamento do fruto na alimentação animal. Assim, o aproveitamento dos subprodutos e coprodutos do babaçu nessas regiões representa uma alternativa econômica e ambientalmente viável, contribuindo para o desenvolvimento regional e para a valorização das cadeias produtivas locais.

Conforme Gusmão e Porro (2022), o babaçu pode levar de oito a doze anos para atingir a fase adulta e produtiva, especialmente quando se desenvolve em condições favoráveis, sem competição por luz solar. Em contrapartida, quando cresce em ambientes de sub-bosque com alta densidade de plantas, o ciclo de maturação é significativamente prolongado, podendo ultrapassar vinte anos até o início da frutificação.

A espécie apresenta frutificação anual após o início da fase reprodutiva, com o pico de florescimento concentrado no período chuvoso, entre os meses de dezembro e abril, e o pico de maturação dos frutos ocorrendo predominantemente no período seco e no início das chuvas, entre setembro e janeiro. Ainda assim, é possível observar palmeiras com frutos ao longo de todo o ano. O número de amêndoas por fruto varia de uma a cinco, sendo mais comum a presença de três sementes, embora, em casos excepcionais, possa ser encontrada frutos contendo seis ou mais amêndoas. A coleta dos frutos ocorre quando os atingem o ponto de maturação e se desprendem naturalmente dos cachos, sendo recolhidos após caírem ao solo.

O extrativismo do babaçu constitui uma prática tradicional e de grande relevância socioeconômica, exercida predominantemente por mulheres em diversas comunidades rurais do Brasil. Essa atividade, que combina características de subsistência e de geração de renda, é transmitida entre gerações, preservando conhecimentos e técnicas relacionadas ao manejo e beneficiamento dos frutos. Apesar de sua importância histórica e cultural, observa-se uma redução progressiva das áreas de ocorrência natural do babaçu, em virtude do desmatamento e da substituição das florestas nativas por sistemas agrícolas e pastagens (Matos, 2013).

Mesmo sendo uma fonte sustentável de recursos e renda, o babaçu ainda recebe poucos incentivos e investimentos, visto que as políticas agrícolas nacionais priorizam culturas de maior escala, como soja, milho e eucalipto, vinculadas ao agronegócio. No contexto do extrativismo vegetal, destaca-se como uma das principais espécies do país, com abrangência

superior a 18 milhões de hectares distribuídos em cerca de 279 municípios de 11 estados brasileiros (Carrazza et al., 2012).

Seu fruto é composto por quatro partes principais: o epicarpo, camada mais externa constituída por fibras, que representa cerca de 11% do fruto; o mesocarpo, que corresponde a aproximadamente 23% do fruto, é formado por até 60% de amido, 20% de fibras, 8 a 15% de umidade, sendo aproveitado na alimentação humana, como fármaco e na alimentação animal; o endocarpo, que constitui cerca de 59% do fruto; e, por fim, as amêndoas, que representam cerca de 7% do fruto (Souza et al., 1996; Pinheiro, 1998). Dentre essas frações, o mesocarpo é a parte mais utilizada na alimentação animal, principalmente sob a forma de farelo.

Além do papel social, o fruto do babaçu apresenta elevado potencial econômico por fornecer mais de 60 subprodutos. Esse material, rico em fibras, lipídios e proteínas, pode ser aproveitado na alimentação de ruminantes, representando uma alternativa viável e de baixo custo para suplementação em sistemas produtivos (Costa, 2017).

Apesar do uso tradicional do babaçu e de seus subprodutos na alimentação animal, observa-se uma escassez de pesquisas direcionadas especificamente ao farelo integral do coco babaçu. Esse coproduto apresenta natureza fibrosa proveniente de diferentes partes do fruto, o que pode comprometer sua digestibilidade e valor nutritivo.

Conforme Costa (2017), o coco babaçu integral apresenta características nutricionais limitadas, sendo necessários estudos complementares de sua composição química e ensaios de digestibilidade para estimar com maior precisão o seu potencial na alimentação animal. Em sua pesquisa, o autor identificou que o coco babaçu integral apresentou valores de 90,20% de matéria seca, 1,55% de proteína bruta, 2,58% de extrato etéreo, 71,56% de fibra em detergente neutro, 49,66% de fibra em detergente ácido e 1,64% de matéria mineral.

Até o ano de 2011, o babaçu, figurava como o segundo principal produto florestal não madeireiro do Brasil, ficando atrás apenas do açaí, com valor de produção estimado em aproximadamente R\$ 142 milhões (IBGE, 2016). A partir de 2012, entretanto, o produto perdeu posição no ranking nacional, sendo superado economicamente por outros itens de origem vegetal, como a castanha-do-pará, a erva-mate e a cera de carnaúba.

No que se refere ao volume de produção, dados históricos IBGE evidenciam uma tendência de declínio contínuo desde o final da década de 1980. Enquanto naquele período a produção nacional de amêndoas alcançava cerca de 200 mil toneladas anuais, em 2016 esse

número foi reduzido para aproximadamente 60 mil toneladas. Por outro lado, observa-se comportamento distinto na microrregião do Médio Mearim (MA), onde houve crescimento expressivo na produção durante o mesmo intervalo temporal. No final dos anos 1980, a produção anual era próxima de 20 mil toneladas, elevando-se para mais de 30 mil toneladas entre 2004 e 2014, apresentando declínio apenas nos anos de 2015 e 2016 (Porro, 2019).

2.3 Aditivos na silagem

Diversos aditivos têm sido empregados na produção de silagens a partir de diferentes forrageiras, com resultados que podem variar conforme a espécie vegetal e as condições de ensilagem.

Para Lima e Evangelista (2001), os aditivos têm como principal finalidade aprimorar a fermentação da massa ensilada, contribuindo para a melhoria do valor nutritivo do produto.

Essas substâncias desempenham papel fundamental tanto na promoção de uma fermentação desejável quanto na inibição de processos fermentativos indesejáveis, o que garante maior estabilidade e qualidade da silagem (Neumann et al, 2010).

Segundo com McDonald et al. (1991), os aditivos utilizados na silagem podem ser agrupados em cinco categorias principais, de acordo com sua função. Entre eles estão os estimulantes da fermentação, que atuam por meio da adição de culturas bacterianas ou fontes energéticas como os carboidratos solúveis; os inibidores da fermentação, que limitam ou impedem esse processo; os inibidores da deterioração aeróbica, com ação voltada à preservação da silagem quando exposta ao oxigênio; os aditivos com valor nutricional, destinados ao enriquecimento da silagem; e os absorventes, que auxiliam na redução da umidade excessiva e das perdas por efluentes.

Ainda segundo os autores, alguns aditivos podem exercer múltiplas funções como a ureia, por exemplo, que é classificada como inibidor de microrganismos indesejáveis, principalmente leveduras e como aditivo nutricional.

2.3.1 Ureia

A ureia é um composto orgânico de natureza quaternária, constituído por carbono, oxigênio, nitrogênio e hidrogênio. Esse aditivo é amplamente utilizado como suplemento alimentar em dietas que utilizam forrageiras com baixo teor de proteína bruta (Guimarães, 2016). Quando adicionada ao material ensilado, a ureia sofre hidrólise, liberando amônia e originando hidróxido de amônio (NH_4OH). Esse processo eleva o pH da massa ensilada, dificultando o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que se proliferam em ambientes ácidos, como as leveduras (Kung Jr. et al. 2003).

Neumann et al. (2010) ressaltam que a ureia contribui para um controle mais eficiente do pH durante a fermentação, evitando a queda brusca dessa variável e inibindo o crescimento de fungos filamentosos e leveduras. Além disso, o composto apresenta entre 29 e 30% de amônia em sua constituição, o que explica os maiores teores de nitrogênio amoniacal observados em silagens tratadas com ureia em comparação às silagens não aditivadas.

O hidróxido de amônia formado atua promovendo a solubilização dos constituintes da parede celular, especialmente da hemicelulose, o que resulta na redução do teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN). Zambom et al. (2014) complementam afirmando que a ureia é amplamente empregada no processo de ensilagem com o objetivo de elevar o valor nutricional de materiais com baixo teor proteico.

O mecanismo de ação da ureia está relacionado tanto à modificação da estrutura da parede celular quanto ao incremento do nitrogênio total da silagem, o que favorece a digestibilidade e o consumo pelos animais (Rosa e Fadel, 2001). As recomendações técnicas indicam a utilização de 5 a 10 kg de ureia por tonelada de forragem (equivalente a 0,5 a 1,0%), sendo fundamental sua distribuição homogênea para evitar riscos de intoxicação animal.

O uso da ureia na ensilagem se justifica pelo seu baixo custo por unidade de proteína uma vez que contém entre 42 e 45% de nitrogênio, facilidade de obtenção e aplicação, e pela capacidade de liberação de amônia (NH_3) na presença da enzima urease. Essa enzima catalisa a hidrólise da ureia em dióxido de carbono (CO_2) e amônia, promovendo uma transformação parcial do composto durante o processo fermentativo da silagem (Matos, 2008 e Freitas et al. 2002).

Em pesquisa conduzida por Santos et al. (2006) ao estudarem a composição química da cana-de-açúcar e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte, observou-se que a adição de 1% de ureia à silagem de cana-de-açúcar colhida aos 11 meses resultou em um

teor de proteína bruta superior na matéria seca, quando comparada à silagem obtida aos 24 meses sem aditivos (14,4 versus 10,5% para 24 meses).

Em estudo conduzido por Vieira et al. (2004) sobre a qualidade da silagem de sorgo com diferentes aditivos, observou-se que a inclusão de ureia na proporção de 0,5% resultou em um aumento médio de aproximadamente 40% no teor de proteína bruta da silagem, quando comparada ao tratamento controle (10,5% contra 7,4%). Em relação à fração de fibra em detergente neutro (FDN), os valores obtidos também foram superiores nos tratamentos com ureia (55,9%) e com ureia associada ao carbonato de cálcio na proporção de 0,5% + 0,5% CaCO₃ (55,7%), em comparação à silagem controle, que apresentou teor de 52,1%. Esse incremento foi atribuído ao efeito inibitório da ureia sobre o desenvolvimento e a atividade das bactérias fibrolíticas, responsáveis pela degradação da fração fibrosa da forragem.

Santos et al. (2018) constataram que a adição de ureia nas proporções de 0,5% e 1,0% melhora a estabilidade aeróbica da silagem de sorgo, enquanto a inclusão de 2,0% favorece o processo fermentativo, diminuindo as perdas durante o armazenamento, sem interferir negativamente na produção de ácido láctico. Os autores também relataram que o tratamento com ureia promove elevação linear dos teores de nitrogênio amoniacal e proteína bruta, acompanhada de redução proporcional na concentração de etanol, evidenciando o potencial do aditivo para aprimorar a qualidade nutricional e fermentativa da silagem de sorgo.

Dias et al. (2014), ao avaliarem a inclusão de diferentes níveis de ureia (0, 10, 20 e 30 g) na ensilagem de cana-de-açúcar, analisando sua influência sobre a composição química, o pH, o teor de nitrogênio amoniacal e a digestibilidade, verificaram que a adição de ureia apresentou efeito positivo nas variáveis bromatológicas. Observou-se elevação nos teores de matéria seca e de proteína bruta em comparação ao tratamento controle, além de redução nos valores de fibra em detergente neutro indicando melhoria no valor nutritivo da silagem.

2.3.2 Levedura *Saccharomyces cerevisiae*

As leveduras, classificadas como fungos unicelulares e eucariontes pertencentes ao Reino Fungi, apresentam a capacidade de fermentar carboidratos e se multiplicam por processos como bipartição ou gemulação.

São organismos que não realizam fotossíntese (aclorofilados) e possuem metabolismo facultativo, podendo se desenvolver em ambientes aeróbios e anaeróbios, com reprodução intensificada em condições com disponibilidade de oxigênio (Tortora et al, 2012; Bonato et al., 2015).

Os probióticos, também denominados *direct-fed microbials* (DFM), são definidos como suplementos alimentares compostos por microrganismos vivos que, quando adicionados em pequenas quantidades à dieta animal, promovem benefícios ao hospedeiro, principalmente pela estabilização da microbiota intestinal (Fuller, 1989; Uyeno et al., 2015). Em ruminantes, esses microrganismos podem melhorar a função ruminal ao permanecerem metabolicamente ativos no rúmen, interagindo com espécies microbianas responsáveis pela digestão dos alimentos (Callaway e Martin, 1997; Vyas et al., 2014).

Dentre os diversos gêneros de leveduras conhecidos, destaca-se *Saccharomyces*, especialmente a espécie *Saccharomyces cerevisiae*, amplamente empregada nas indústrias alimentícia, farmacêutica e na produção de bebidas fermentadas e biocombustíveis (Ferreira, 2011). Segundo Goes et al. (2005), os fungos participam da colonização inicial das partículas alimentares, o que facilita o acesso das bactérias celulolíticas e hemicelulolíticas às frações fibrosas, enquanto as leveduras estimulam essa degradação. No entanto, é importante ressaltar que as leveduras vivas não se desenvolvem naturalmente no ecossistema ruminal, pois as condições de temperatura e pH do rúmen não favorecem seu crescimento sendo ideal o intervalo de 27 °C e pH entre 3,5 e 5,0. Por essa razão, é necessária a suplementação contínua na dieta (Chaucheyras-Durand et al., 2012).

Diversos estudos indicam que o principal efeito bioquímico associado ao uso de *Saccharomyces cerevisiae* na alimentação de ruminantes está relacionado ao aumento da população de bactérias viáveis, especialmente as celulolíticas. Embora os mecanismos exatos ainda não estejam completamente elucidados, acredita-se que esse efeito esteja ligado à capacidade das leveduras de remover o oxigênio do ambiente ruminal o qual é prejudicial às bactérias anaeróbias, bem como à possibilidade de fornecer nutrientes e cofatores que estimulam a atividade microbiana (Newbold, 1996; Reis et al., 2006; França e Rigo, 2011).

No que se refere à composição nutricional, a levedura seca proveniente da cana-de-açúcar apresenta elevados teores de proteína bruta, frequentemente superiores a 30%, enquanto a levedura oriunda da indústria cervejeira pode alcançar até 42,6% de proteína bruta. Além disso, possui perfil favorável de aminoácidos essenciais, como lisina, treonina e metionina,

sendo recomendada como fonte proteica suplementar em dietas com base em grãos (Barbalho, 2005; Martins, 2009).

Essa levedura tem demonstrado potencial como aditivo na conservação de forragens. Krempser et al. (2011) observaram que a inclusão dessa levedura em diferentes níveis (0%, 0,75%, 1,5% e 3,0%) na silagem de cana-de-açúcar promoveu melhora na estabilidade aeróbia do material ensilado. Os autores constataram que as concentrações de 1,5% e 3,0% foram particularmente eficazes na redução do crescimento de fungos e leveduras indesejáveis nos primeiros dias após a abertura dos silos, ao mesmo tempo em que mantiveram a estabilidade das populações de bactérias ácido láctica.

Estudos *in vitro* demonstraram que a ação da *Saccharomyces cerevisiae* está associada à sua capacidade de consumir oxigênio, favorecendo a anaerobiose no rúmen. Apesar de esse ambiente ser predominantemente anaeróbio, a entrada de oxigênio ocorre durante a ruminação e a ingestão de alimentos e água, prejudicando bactérias sensíveis a esse gás, como as celulolíticas (Newbold et al., 1995; Chaucheyras-Durand et al., 2012).

Bach et al. (2007) observaram que a suplementação com leveduras vivas contribui para a estabilização do pH ruminal, variando entre 0,3 e 0,5 unidades em vacas leiteiras. Esse efeito é importante na prevenção de distúrbios digestivos, como a acidose ruminal. Resultados semelhantes foram relatados por Ding et al. (2008), Chung et al. (2011) e Silberberg et al. (2013), que verificaram menor variação do pH e maior estabilidade do ambiente ruminal em dietas à base de grãos.

Em estudo conduzido com ovinos, Brossard et al. (2006) observaram que a adição dessa levedura aumentou a população de protozoários ciliados do gênero *Entodiniomorphid sp.* e estabilizou o pH ruminal. Resultados semelhantes foram obtidos por Kowalik et al. (2011) em cabras adultas, com aumento no número total de protozoários, especialmente do gênero *Diplodinium sp.*

O aumento do consumo de matéria seca associado à suplementação com leveduras vivas pode estar relacionado à maior digestibilidade da fibra e à taxa de passagem do alimento, conforme observado por Wallace e Newbold (1993). Esse aumento no consumo também pode ser explicado pelo controle do pH ruminal, uma vez que valores baixos de pH reduzem o apetite (Chaucheyras-Durand et al., 2012).

Em bezerros, a inclusão de leveduras vivas na dieta promoveu aumento no consumo de matéria seca, ganho de peso e desenvolvimento ruminal, refletido em maior comprimento e largura das papilas e espessura da parede do rúmen (Lesmeister et al., 2004).

Além dos efeitos sobre a digestão e desempenho animal, as leveduras vivas exercem influência positiva sobre o sistema imunológico, pois os componentes da parede celular, como os mananoligossacarídeos (MOS), estimulam respostas imunes locais e sistêmicas (Vyas et al., 2014; Broadway et al., 2015).

Apesar dos resultados promissores, a resposta à suplementação com *Saccharomyces cerevisiae* ainda é variável e depende de diversos fatores, como o estado fisiológico do animal, tipo de dieta, composição da ração, dose e cepa utilizada, além do modo de administração (Brossard, 2006).

Considerando este contexto, a inclusão de ureia e levedura *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo na silagem do farelo integral de coco babaçu neste estudo teve como objetivo avaliar sua eficiência na composição bromatológica do material ensilado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI), vinculado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizado no município de Rio Largo, AL.

O farelo integral de coco babaçu empregado neste estudo tem procedência da Fazenda Santa Maria, localizada no município de Taquarana, Alagoas, situada aproximadamente nas coordenadas geográficas 09°15'39" S e 37°56'10" O, a uma altitude de 570 metros. O referido coproduto já é utilizado pelo proprietário na alimentação do rebanho bovino, com o objetivo de complementar a dieta dos animais por meio de uma fonte alternativa de nutrientes. Com o intuito de obter uma caracterização da composição bromatológica do alimento, o proprietário encaminhou amostras do material ao Laboratório de Nutrição Animal para a realização das análises. Ressalta-se que o farelo em questão é oriundo do estado do Maranhão e pertence ao mesmo proprietário, o qual realiza a aquisição e o transporte do produto até sua propriedade em Alagoas.

Foram elaborados mini silos experimentais contendo 1 kg do farelo integral do coco babaçu por unidade, dispostos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por quatro tratamentos, com cinco repetições cada.

Os tratamentos experimentais foram definidos da seguinte forma:

- 0% (sem aditivos);
- 1% de ureia;
- 1% ureia + 0,05% levedura *Saccharomyces cerevisiae*;
- 0,05% levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Para aumento da umidade, foram adicionados 200 ml de água destilada por unidade. A homogeneização dos ingredientes foi realizada manualmente em baldes plásticos, garantindo a distribuição uniforme dos aditivos no farelo. A mistura foi então transferida para os béqueres com capacidade de 1 litro (12 cm x 15 cm), sendo compactada manualmente com o objetivo de eliminar o máximo de ar e estabelecer condições anaeróbicas ideais para o processo de fermentação.

Os mini silos foram hermeticamente vedados com fita adesiva transparente e armazenados em local fresco e protegido da luz direta. Decorrido os 90 dias, os mini silos

foram abertos, descartando-se a porção superficial e coletando-se 100 g da amostra central de cada unidade para posterior análises.

As determinações das concentrações de matéria seca (MS), dos teores de matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), bem como das frações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram realizadas conforme metodologia proposta por Detmann et al. (2012). As análises de FDN e FDA foram conduzidas com o uso de autoclave, conforme procedimento descrito pelos autores.

O farelo integral do coco babaçu, apresenta teores elevados de matéria seca, extrato etéreo e frações fibrosas. Essas diferenças são decorrentes do seu processamento, resultante a partir da trituração do coco inteiro que concentra certos nutrientes ao remover componentes solúveis e a umidade. A composição químico-bromatológica do farelo e da levedura estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica (%) do farelo integral do coco babaçu e levedura *Saccharomyces cerevisiae*

Variáveis	Farelo integral do coco babaçu
MS%	85,38
MM%	1,84
MO%	98,16
U%	14,62
PB%	4,75
EE%	17,07
FDN%	53,82
FDA%	50,76

MS= Seca; MM= Matéria Mineral; MO= Matéria Orgânica; U=Umidade; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; FDN= Fibra em Detergente Neutro; FDA= Fibra em Detergente ácido.
Fonte: a autora (2025).

A análise sensorial da silagem foi realizada com base em dois parâmetros principais: cor e odor. Para a avaliação da cor, foram capturadas imagens das amostras de silagem, que posteriormente foram processadas no aplicativo Color Picker, o qual permite identificar qual a tonalidade presente nas imagens.

O Color Picker é um aplicativo desenvolvido para reconhecer cores a partir de imagens ou diretamente pela câmera, oferecendo diversos recursos adicionais que permitem maior padronização e objetividade na análise. O banco de dados do aplicativo contém mais de 1.000 entradas de cores de diferentes paletas, incluindo Cores comuns, RAL Classic, HTML (W3C),

Material Design e outras. O aplicativo permite a padronização da identificação das tonalidades e reduz a subjetividade da avaliação visual.

As cores das amostras foram classificadas segundo os seguintes padrões:

- **Bistre** – Castanho-Amarelado
- **Russet** – Castanho-Avermelhado
- **Pale Brown** – Marrom Claro

A avaliação do odor foi realizada por meio da percepção sensorial de três testemunhas treinadas, de forma a reduzir a subjetividade individual. Cada avaliador inspecionou a silagem e classificou o odor de acordo com a intensidade e a característica perceptível, categorizando-o nas seguintes classes:

- **Apodrecido:** odor intenso de decomposição, característico de fermentações indesejáveis e presença de microrganismos putrefativos.
- **Acre e mofo:** cheiro forte e pungente, geralmente associado à ação de fungos e bactérias deterioradoras.
- **Fermentado suave:** aroma semelhante ao de pão fresco ou bebidas fermentadas, indicativo de fermentação láctica predominante e da ação de microrganismos benéficos, como *Saccharomyces cerevisiae*.
- **Suave:** odor leve e não desagradável, característico de silagens estáveis e sem sinais de deterioração.

Figura 1- Confeção dos mini silos



- A) Pesagem do farelo integral do coco babaçu. B) confecção dos mini silos em béquer de 1 litro revestidos internamente com sacos transparentes. C) pesagem. D) identificação e armazenados durante o período de 90 dias. Fonte: a autora (2025).

A tabela 2 a seguir apresenta os valores médios de pH e temperatura (°C) das silagens avaliadas no momento da abertura dos silos.

Tabela 2. Valores médios de pH e temperatura (°C) das silagens no momento da abertura dos silos

Parâmetros	0 %	1% Ureia	1% Ureia + 0,05% Levedura	0,05% Levedura
pH	5.5	6.4*	6.2	4.7*
Temperatura (°C)	27.1*	27.5	27.6*	27.3

Médias seguidas com “*” na linha diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os valores ideais de pH para assegurar uma conservação eficiente da massa ensilada devem situar-se entre 3,6 e 4,2 (McDonald et al., 1991). Observou-se diferença significativa nos parâmetros de pH e temperatura ($P < 0,05$), registrados no momento da abertura variando entre 4,7 e 6,4. O tratamento com a levedura isoladamente apresentou o menor pH (4,7), valor considerado adequado para garantir a estabilidade e a conservação da silagem.

Segundo Rooke e Hatfield (2003), esse valor sugere uma fermentação predominantemente láctica, com baixa atividade de microrganismos deterioradores. Em contrapartida, os tratamentos com adição de ureia, tanto isolada quanto associada à levedura, apresentaram valores elevados de pH, indicando fermentação menos eficiente.

Isso se deve, possivelmente, à ação tamponante da ureia, que ao se converter em amônia, forma hidróxido de amônio (NH_4OH), elevando o pH da massa ensilada (Kung Jr., 2003). O valor de pH de 5,5 no tratamento sem aditivos, embora intermediário, pode comprometer a estabilidade da silagem a longo prazo.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio da análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$), com o auxílio do software SISVAR (Sistema de Análise de Variância, 2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 3 abaixo apresenta os resultados referentes às análises químico-bromatológicas contendo diferentes aditivos, comparadas à silagem controle.

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos quanto ao teor de matéria seca. A adição de ureia, isoladamente ou em combinação com levedura, resultou em menores teores de matéria seca.

Tabela 3 - Composição químico-bromatológica (%) e Coeficiente de Variação (%) da silagem do farelo integral do coco babaçu com diferentes aditivos

Variáveis	0%	1% Ureia	1% Ureia + 0,05% Levedura	0,05% Levedura	CV (%)
MS (%)	76,55*	64,54*	66,88	67,26*	2,04
MM (%)	1,45	1,44*	1,57*	1,49	4,45
MO (%)	98,55	98,56*	98,53*	98,51	0,07
U (%)	23,45*	35,46*	33,12	32,74*	4,49
PB (%)	2,87*	4,82*	5,17*	3,73	24,02
EE (%)	10,43*	20,30*	20,09	18,05*	15,94
FDN (%)	75,94	76,60*	75,12	72,72*	2,71
FDA (%)	45,18	45,85	45,07	43,51	2,95
LIG (%)	18,56	18,35	18,34	17,58	7,89

Médias seguidas com “*” na linha diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; U = umidade; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina; CV = coeficiente de variação.

Fonte: a autora (2025)

A redução significativa do teor de matéria seca nos tratamentos contendo ureia pode ser atribuída à sua característica higroscópica, que favorece a absorção de umidade da massa ensilada. Além disso, a rápida hidrólise da ureia em amônia pode alterar o equilíbrio osmótico e intensificar a solubilização de nutrientes, contribuindo para o aumento do teor de umidade observado. Dessa forma, a diminuição da matéria seca não está diretamente relacionada à adição de água, mas sim a efeitos físico-químicos decorrentes da presença da ureia na massa ensilada.

Contudo, ao comparar os resultados com a adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, nota-se um comportamento distinto, uma vez que espécies desse gênero possuem alta afinidade por açúcares, podendo ocasionar perdas significativas de matéria seca quando a silagem é exposta ao ar (Guim, 2002).

A adição dos aditivos na silagem do farelo integral do coco babaçu promoveu um aumento significativo ($p < 0,05$) nos teores de proteína bruta das silagens com a inclusão dos aditivos, seja de forma isolada ou combinada, quando comparadas à silagem controle, a qual apresentou teor de 2,87% de proteína bruta. Essa elevação pode estar relacionada à contribuição da ureia como fonte de nitrogênio não proteico, bem como ao potencial da levedura em estimular a atividade microbiana, favorecendo a síntese proteica durante o processo fermentativo e, conseqüentemente, a composição bromatológica do material ensilado.

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) nos teores de extrato etéreo das silagens aditivadas com ureia, tanto quando utilizada de forma isolada quanto em combinação com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Esse aumento pode estar associado principalmente a um efeito de concentração, decorrente da solubilização e perda de carboidratos e proteínas solúveis, elevando proporcionalmente a fração lipídica. Além disso, a presença da levedura pode ter contribuído com lipídeos celulares, e a hidrólise de componentes da parede vegetal pode ter liberado compostos lipossolúveis captados na análise de extrato etéreo.

Em relação aos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido e lignina, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). Esses resultados indicam que a inclusão de ureia e de *Saccharomyces cerevisiae*, isoladamente ou em combinação, não promoveu alterações nesses parâmetros fibrosos em comparação ao tratamento controle. A ausência de diferença nas frações fibrosas pode estar relacionada à natureza estrutural do farelo integral do coco babaçu, cujo conteúdo de fibra insolúvel é elevado e pouco sensível a modificações microbiológicas nos níveis testados,

A avaliação sensorial da silagem após 90 dias evidenciou diferenças entre os tratamentos quanto à coloração e ao odor, conforme apresentado na Tabela 4. A silagem sem aditivos (0%) apresentou coloração Pale Brown (Figura 2) e odor suave, sugerindo características de fermentação láctica predominante.

No tratamento com ureia isolada, observou-se tonalidade Russet e odor fermentado suave. A presença da ureia promoveu uma leve intensificação da coloração, tornando-a mais escura. Esse escurecimento é comum quando ocorre liberação de amônia proveniente da hidrólise da ureia, que reage com compostos orgânicos do material ensilado.

Figura 2 - Amostra da silagem sem aditivos analisada no aplicativo Color Picker.



Fonte: a autora (2025).

A associação de ureia com a levedura resultou em coloração intermediária entre Russet e Bistre, acompanhada de odor fermentado suave. A tonalidade mais escura pode estar relacionada à maior atividade microbiana conjunta, uma vez que as leveduras atuam consumindo o oxigênio residual e favorecendo o ambiente anaeróbico, enquanto a ureia fornece nitrogênio adicional.

A silagem tratada com levedura isolada apresentou cor Pale Brown e odor suave, semelhante ao tratamento sem aditivos. Esse resultado sugere que a adição isolada de levedura contribuiu para manter a estabilidade aeróbica, reduzindo a oxidação e favorecendo o desenvolvimento de bactérias lácticas desejáveis.

A ausência de odores desagradáveis está diretamente relacionada à predominância do ácido lático, um composto praticamente inodoro, que não contribui para alterações perceptíveis no aroma da silagem, evidenciando, assim, a preservação da qualidade fermentativa do material ensilado.

Em contrapartida, a presença de odor semelhante ao vinagre é frequentemente atribuída à elevada concentração de ácido acético, cuja predominância pode sinalizar fermentações prolongadas ou deficiência de carboidratos solúveis (CS) na fase inicial do processo.

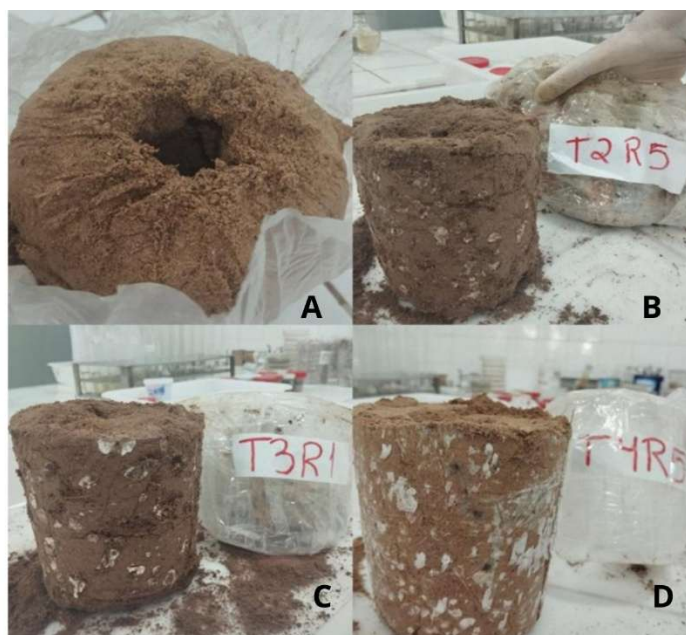
Tabela 4- Cor e Odor predominante na abertura dos silos

Tratamentos	Código de cor	Cor	Odor
0%	#998168	Pale Brown	Suave
1% Ureia	#655243	Russet	Fermentado suave
1% Ureia + 0,05% Levedura	#68523F/#553F32	Russet/Bistre	Fermentado suave
0,05% Levedura	#806448	Pale Brown	Suave

Fonte: a autora (2025).

A presença de bolores superficiais (Figura 3) observada na camada externa das silagens é indicativa da entrada ou permanência de oxigênio durante as fases de fermentação ou armazenamento. Este fenômeno pode estar associado à compactação insuficiente do material ou ao fechamento inadequado dos silos. No presente experimento, os mini silos foram confeccionados em sacos plásticos transparentes, vedados com fitas adesivas, um método funcional para estudos em pequena escala, porém que pode ter favorecido micro passagens de ar entre as camadas ou nas regiões de vedação.

Figura 3- Abertura dos mini silos após 90 dias ensilado.



As imagens ilustram a aparência visual das silagens nos tratamentos: A) sem aditivos; B) 1% de ureia; C) 1% de ureia + 0,05% de levedura; e D) 0,05% de levedura. As amostras foram posteriormente destinadas às análises químico-bromatológicas para determinação da qualidade do material ensilado. Fonte: a autora (2025).

A ausência de compactação eficiente aumenta a porosidade do material, permitindo a formação de bolsões de ar que favorecem o crescimento de fungos e leveduras na parte mais externa da silagem, conforme evidenciado na imagem. Contudo, é importante ressaltar que a

porção interna da silagem não apresentou contaminação por bolores, indicando que o ambiente anaeróbio necessário para a fermentação foi preservado nessa região.

Uma boa compactação e vedação são fundamentais para garantir uma fermentação eficiente, pois minimizam a presença de oxigênio, aceleram a atividade das bactérias lácticas e reduzem perdas por oxidação e decomposição. A presença de fungos na superfície, além de promover a elevação local do pH, acarreta perdas de matéria seca e redução no valor nutritivo da silagem, uma vez que parte dos açúcares e ácidos orgânicos essenciais são consumidos durante o crescimento microbiano indesejável.

Embora o presente estudo tenha proporcionado resultados relevantes por meio das análises químico-bromatológicas, a ausência de análises microbiológicas específicas representa uma limitação significativa para a compreensão integral dos processos fermentativos e da estabilidade aeróbica da silagem. Dessa forma, os dados apresentados constituem, a princípio, indicações preliminares acerca do comportamento microbiológico do material ensilado, reforçando a necessidade de investigações complementares com enfoque microbiológico para elucidar a dinâmica dos fungos e demais microrganismos presentes, assim como para aferir a estabilidade aeróbica e a qualidade final da silagem.

No que tange à utilização do farelo integral do coco babaçu na alimentação de ruminantes, recomenda-se prudência na sua aplicação, sendo imprescindível que sua inclusão dietética seja orientada por profissional técnico capacitado. A elevada fração fibrosa desse coproduto exige uma avaliação criteriosa quanto à quantidade adequada a ser fornecida, a fim de garantir a otimização nutricional, preservar a saúde animal e o desempenho produtivo.

Embora o uso do farelo integral do babaçu esteja se ampliando nas regiões onde a cultura é tradicionalmente cultivada, sua adoção em localidades como Alagoas, nas quais o babaçu não é uma cultura predominante, deve ser realizada com respaldo técnico e científico, assegurando a segurança alimentar e a sustentabilidade do manejo nutricional.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a adição de 1% de ureia e 0,05% de levedura *Saccharomyces cerevisiae* na silagem do farelo integral do coco babaçu influencia positivamente os teores de PB e EE, mas não influencia nas frações fibrosas (FDN, FDA e lignina).

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M.L.G. **Impacto da ureia no processo fermentativo da silagem de sorgo e o seu uso em dietas para cordeiros**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFBA. BA: Salvador.2017.
- BACHA, A. et al. **Dairy rumen pH patterns of loose-housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation**. *Animal Feed Science and Technology*.2007.
- BARBALHO, R. **Levedura inativa como micro ingrediente de ação profilática na alimentação de aves e suínos**. *Guia Avicultura Industrial*, n.6, p.40–46. São Paulo.2005.
- BONATO, D. V. et al. **Uso de leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) na dieta de bovinos**. *Revista Investigação Medicina Veterinária, Franca*, v.14, n.1, p.1–7.2015.
- BROADAWAY, P.R. et al. **Live yeast and yeast cell wall supplements enhance immune function and performance in food-producing livestock: a review**.2015.
- BROSSARD, L. et al. **Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: new type interaction**.*Animal Science*.2006.
- CALLAWAY, E.; MARTINS, S. **Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose**. *Journal of Dairy Science*, 1997.
- CARRAZZA, L.R. et al. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto babaçu**. ISPN. Brasília, DF.2012.
- CHAUCHEYRAS-DURAND, F. et al. **Use of yeast probiotics in ruminants: effects and mechanisms of action on rumen pH, fiber degradation, and microbiota according to the diet**. *Probiotic in Animals*.2012.
- CHUNG, Y.H. et al. **Differing effects of two active dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) strains on ruminal acidosis and methane production in non-lactating dairy cows**. *Journal of Dairy Science*.2011.
- COSTA, V. **Babaçu integral (*Attalea speciosa*) e subprodutos como fonte alternativa na alimentação animal**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia). Universidade Estadual do Maranhão, São Luís.2017.

- CRUZ, M. G. et al. **Curso: produção e manejo de silagens**. Embrapa, São Carlos, p.15–21.1998.
- DANNER, H. et al. **Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions**. *Applied and Environmental Microbiology*, v.69, n.1, p.562–567.2003.
- DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. INCT. Eds. Ciência Animal, 1.ed. Visconde do Rio Branco.2012.
- DIAS, A.M. et al. **Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar**. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.6.2014.
- DING, J. et al. **Effect of monensin and live yeast supplementation on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and ruminal fermentation parameters in lambs fed steam-flaked corn-based diets**. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 2008.
- EVANGELISTA, A.R. et al. **Produção de silagem de capim mandacaru (*Brachiaria brizantha* cv. Mandacaru) com e sem emurchecimento**. *Ciência e Agrotecnologia*, v.28, n.2. 2004.
- FALOSO, D.J.; CARVALHO, A.F.G. **Uso de diferentes inoculantes bacterianos isolados e em associação para silagem de milho**. *Revista Técnico-Científica do CREA-PR*, n.7.2021.
- FERREIRA, A.C. **Níveis de torta de dendê oriunda da produção de biodiesel na alimentação de bovinos holandês x zebu**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos). UFBA, Salvador.2011.
- FRANÇA, R.A.; RIGO, E.J. **Utilização de leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) na nutrição de ruminantes – uma revisão**. *Cadernos de Pós-graduação da FAZU*, v.2, Uberaba.2011.
- FREITAS, A.W.P. et al. **Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.38–47, Viçosa.2006.
- FREITAS, D. et al. **Avaliação de fontes de amônia para conservação de feno de alfafa (*Medicago sativa* L.) armazenado com alta umidade**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.866–874.2002.

- FULLER, R. **Probiotics in man and animals**. Journal of Applied Bacteriology, 1989.
- GOES, R.H.T.B. et al. **Utilização de aditivos alimentares microbianos na alimentação de bovinos de corte e leite: revisão**. Arquivo de Ciência Veterinária e Zootecnia, UNIPAR, v.8, n.1, Umuarama.2005.
- GUIMARÃES, J.R. **Informações gerais**. In: Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. FEP MVZ Editora.2016.
- GUSMÃO, L.A.; PORRO, A.R. **Boas práticas de manejo nos babaçuais**. Embrapa, 1.ed. DF: Brasília.2022.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro, 2016.
- KREMPSE, P.M. et al. **Estabilidade aeróbia da silagem de cana-de-açúcar confeccionada com *Saccharomyces cerevisiae***. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Belém.2011.
- KUNG JR., L. **Silage fermentation and additives**. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, v.26, n.3–4, p.61–66.2018.
- KUNG JR., L. et al. **Silage additives**. In: Silage Science and Technology, v.2, 2003.
- KUNG JR., L. et al. **The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows**. Journal of Dairy Science, v.86, n.1, p.336–343.2003.
- LESMEISTER, K.E. et al. **Effect of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves**. Journal of Dairy Science.2004.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R. **Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*)**. Lavras: UFLA, Boletim técnico científico, 85.2001.
- MARTINS, M.S. **Leveduras de cerveja e cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), autolisada e íntegra, na dieta de cães**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UNESP, Jaboticabal.2009.

- MATOS, B.C. **Aditivos químicos e microbianos em silagens de cana-de-açúcar: ação sobre o padrão fermentativo e degradabilidade ruminal da massa ensilada e possíveis incrementos no desempenho animal.** PUBVET, v.2, n.11.2008.
- MATOS, E.M.G. **Uma análise sobre o Programa Nacional de Educação em Áreas de Reforma Agrária (PRONERA) no contexto da alfabetização de mulheres extrativistas.** MA: Pedreiras.2013.
- MCDONALD, P. et al. **The biochemistry of silage.** 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
- NEUMANN, M. et al. **Aditivos químicos utilizados em silagens.** Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia, v.3, n.2, p.187–208.2010.
- NEUMANN, M. et al. **Chemical additives used in silages.** Applied Research e Agrotechnology, v.2.2010.
- NEWBOLD, C.J. **Probiotics for ruminants.** Annales de Zootechnie.1996.
- NEWBOLD, C.J. et al. **Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep.** Journal of Animal Science.1995.
- NOWALIK, B. et al. **The effect of live yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, and their metabolites on ciliate fauna, fibrolytic and amylolytic activity, carbohydrate digestion and fermentation in the rumen of goats.** Journal of Animal and Feed Sciences.2011.
- PAHLOW, G. et al. **Microbiology of ensiling.** In: Silage Science and Technology, 1.ed. Madison: American Society of Agronomy.2003.
- PINHEIRO, C.U.B. **Palmeiras do Maranhão.** São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 1998.
- PORRO, R.A. **Economia invisível do babaçu e sua importância para meios de vida em comunidades agroextrativistas.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2019.
- REIS, R.A. et al. **Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes.** In: II Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal. São Paulo.2006.
- RODRIGUES, A.J. et al. **Efeito de aditivos no valor nutritivo de silagens feitas com subproduto da extração do palmito de pupunha (*Bactris gasipaes* HBK).** Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.4, p.1367–1375.2014.

ROOKE, J.A.; HATFIELD, R.D. **Biochemistry of ensiling**. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (org.). *Silage Science and Technology*. Madison: ASA, CSSA, SSSA.2003.

ROSA, B.; FADEL, R. **Uso de amônia anidra e de ureia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas**. In: *Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas*, v.1, p.41–63.2001.

SANTOS, A.P.M.D. et al. **Effects of urea addition on the fermentation of sorghum (*Sorghum bicolor*) silage**. *African Journal of Range and Forage Science*, v.35, n.1.2018.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. **Silagem de gramíneas tropicais**. *Colloquium Agrarie*, v.2, n.1.2006.

SANTOS, R.V. et al. **Composição química da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) e das silagens com diferentes aditivos em duas idades de corte**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n.6, p.1184–1189.2006.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com ração contendo silagem de cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). USP. Piracicaba.2006.

SILBERBERG, M. et al. **Repeated acidosis challenges and live yeast supplementation shape rumen microbiota and fermentations and modulate inflammatory status in sheep**. *Animal Science*.2013.

SOUZA, A.G.C. et al. **Fruteiras da Amazônia**. embrapa.p.27–28.DF: Brasília.1996.

TORTORA, G.J. et al. **Microbiologia**. 10.ed. Artmed. Porto Alegre.2012.

UYENO, Y. et al. **Effect of probiotics/prebiotics on cattle health and productivity**. *Microbes and Environment*.2015.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994.

VIEIRA, F.A.P. et al. **Qualidade de silagens de sorgo com aditivos**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.6, p.764–772, Belo Horizonte.2004.

VYAS, D. et al. **The effects of active dried and killed yeast on sub-acute ruminal acidosis, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in beef heifers.** Journal of Animal Science. 2014.

WALLACE, R.J.; NEWBOLD, C.J. **Rumen fermentation and its manipulation: the development of yeast cultures as feed additives.** In: Biotechnology in the Feed Industry, 1993.

WILKINSON, J.M.; DAVIES, D.R. **The aerobic stability of silage: key findings and recent developments.** Grass and Forage Science. 2013.

ZAMBOM, M.T. et al. **Características da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca adicionada de níveis de ureia.** Archives Zootecnia, v.63. 2014.

ZEHRA, B.; UNAL, K. **The effects of different additives on silage gas production, fermentation kinetics and silage quality.** Ozean Journal of Applied Sciences, v.2, ISSN 1943-2429. 2009.