



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ZOOTECNIA

CARLA ANDREZA DE SENA SILVA

**Avaliação da silagem com resíduo da indústria de amido úmido com inclusão de
milho**

RIO LARGO - ALAGOAS
2025

CARLA ANDREZA DE SENA SILVA

Avaliação da silagem com resíduo da indústria de amido úmido com inclusão de milho

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia, do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira

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

S586a Silva, Carla Andreza de Sena.

Avaliação da silagem com resíduo da indústria de amido úmido com inclusão de milho.
/ Carla Andreza de Sena Silva. – 2025.

28 f.: il.

Orientador: 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. Conservação de forragens. 2. Volumosos ensilados. 3. Composição bromatológica. 4. Alimentação de ruminantes. 5. Milho I. Título.

CDU: 633.15: 636.2


Folha de aprovação

CARLA ANDREZA DE SENA SILVA


Avaliação da silagem com resíduo da indústria de amido úmido com inclusão de milho

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Zootecnia. Nota: 8,0.


Aprovado em: 07/11/2025
Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **KEDES PAULO PEREIRA**
Data: 10/11/2025 14:00:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Documento assinado digitalmente
 **JUCELANE SALVINO DE LIMA**
Data: 10/11/2025 14:54:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a Dr^a Jucelane Salvino de Lima, UFOPA - PA

Documento assinado digitalmente
 **ELTON LIMA SANTOS**
Data: 10/11/2025 18:58:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.Dr. Elton Lima Santos, UFAL/CECA

RIO LARGO - ALAGOAS
2025

Agradecimentos

Chegar até aqui foi um percurso de muitos desafios, aprendizados e superações. Este trabalho representa não apenas a conclusão de uma etapa acadêmica, mas também a força de todos que caminharam ao meu lado e fizeram parte dessa conquista.

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força, saúde e coragem para seguir em frente mesmo nos momentos mais difíceis.

Dedico, com todo o meu amor, este trabalho à minha querida avó Maria Rodrigues, que sempre me incentivou a estudar, acreditou em mim e esteve presente em tantos momentos da minha vida. Infelizmente, não pôde me ver formada, mas carrego sua força, sabedoria e amor comigo todos os dias. Em sua memória, este TCC é também seu.

Agradeço à minha mãe, Wilma Rodrigues da Silva, meu maior exemplo de coragem, determinação e amor. Foi com você que aprendi a importância do estudo, da ética e da luta pelos nossos sonhos. Tudo o que sou hoje carrega a sua influência e o seu cuidado.

À minha irmã Mariana Rodrigues e ao meu cunhado Jilian dos Santos, minha gratidão por acreditarem comigo que, mesmo com as dificuldades do dia a dia, é através dos estudos que podemos ir mais longe. Vocês me inspiram com sua força e parceria.

Aos meus amados sobrinhos, Bryan Vinicius e Maria Luiza, que são meus pequenos grandes amores. Este trabalho também é dedicado a vocês, com a esperança de que cresçam sabendo o quanto o conhecimento pode transformar vidas. Que eu seja exemplo e incentivo para que sempre busquem aprender e conquistar seus sonhos.

E ao meu grande amor, Elâne Pereira da Silva, que conheci durante a faculdade e que transformou meus dias com sua presença, carinho e apoio. Obrigada por caminhar comigo, por acreditar em mim e por tornar essa fase ainda mais especial.

Aos colegas e amigos que caminharam ao meu lado durante essa trajetória, dividindo experiências, estudos, risadas e momentos difíceis. Cada um deixou uma marca única nessa caminhada. Em especial, à Nayara e à Kelly, integrantes do laboratório, pela valiosa contribuição na execução da pesquisa e pela dedicação, competência e disposição em auxiliar em todas as etapas do experimento. Estendo

minha sincera gratidão a todos que, de alguma forma, colaboraram para a concretização deste trabalho.

Sou grata à Universidade Federal de Alagoas e ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, pela oportunidade e suporte que me proporcionou a oportunidade de aprendizado, crescimento pessoal e profissional, além de contribuir de forma essencial para a minha formação acadêmica.

Agradeço também ao meu professor e orientador, Dr. Kedes Paulo, pela inspiração, paciência e por compartilhar seus conhecimentos de forma tão dedicada, e pelos valiosos ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

Sou grato à banca examinadora, pela disponibilidade, pela atenção e pela excelência com que desempenharam seu papel na avaliação deste trabalho.

Registro, ainda, meus sinceros agradecimentos ao AGROGEO, à Agropecuária Corte, à Fazenda Santa Maria, localizada em Taquarana – Alagoas, e ao proprietário Geraldo Cícero da Silva, pelo apoio e pela parceria que tornaram esta pesquisa possível.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para que este trabalho se tornasse realidade. Levo comigo não apenas um diploma, mas uma coleção de aprendizados e vivências que guardarei com carinho por toda a vida.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da silagem produzida com resíduo da indústria de amido úmido, com a inclusão de milho, analisando parâmetros bromatológicos, fermentativos e de conservação, a fim de verificar seu potencial uso na alimentação animal. O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), distribuído em seis tratamentos, com o objetivo de avaliar o impacto da inclusão de milho moído nas características da silagem. Cada tratamento foi montado com quatro repetições, totalizando 24 mini-silos. O Tratamento 3 foi formulado especificamente para atingir aproximadamente 30% de matéria seca, servindo como referência. Nos demais tratamentos, variaram-se as proporções de milho moído e resíduo de amido úmido, permitindo a comparação da qualidade da silagem entre diferentes níveis de inclusão de milho.

Palavra chave: Conservação de forragens. Volumosos ensilados. Composição bromatológica. Alimentação de ruminantes.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the quality of silage produced with wet starch industry residue, with the inclusion of ground corn, by analyzing bromatological, fermentative, and conservation parameters in order to verify its potential use in animal feeding. The experiment was conducted at the Animal Nutrition Laboratory (LABNUTRI) of the Federal University of Alagoas (UFAL) and included six treatments, designed to assess the impact of ground corn inclusion on silage characteristics. Each treatment was prepared with four replications, totaling 24 mini-silos. Treatment 3 was specifically formulated to reach approximately 30% dry matter, serving as a reference. In the other treatments, the proportions of ground corn and wet starch residue were varied, allowing the comparison of silage quality across different levels of corn inclusion.

Keyword: Forage conservation. Ensiled forages. Bromatological composition. Ruminant feeding.

Lista de tabelas

| | |
|--|-----------|
| Tabela 01 - Presença de larvas, fungos e características de odor observadas durante a abertura dos silos experimentais | 21 |
| Tabela 02 - Avaliação do pH e temperatura durante a análise dos silos. | 24 |
| Tabela 03 - Composição químico-bromatológica (g/kg) das silagens com resíduo da indústria de amido úmido com inclusão de milho. | 25 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 11 |
| 2.1 Importância da silagem para ruminantes | 11 |
| 2.2 Importância e fatores determinantes na qualidade da silagem para ruminantes | 11 |
| 2.3 Uso de resíduo da indústria do amido extraído da mandioca para alimentação animal | 13 |
| 2.4 Uso da reidratação do milho em silagem | 14 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 15 |
| 4. Análises laboratoriais | 17 |
| 5 Resultados e Discussão | 18 |
| 6 CONCLUSÃO | 26 |
| Referências | 27 |

1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para a alimentação animal tem se intensificado nos últimos anos, especialmente diante do aumento dos custos dos insumos convencionais.

Nesse contexto, o uso de resíduos agroindustriais surge como uma alternativa promissora, permitindo o aproveitamento de subprodutos que, muitas vezes, são descartados sem aproveitamento nutricional. (SOUZA et al., 2015).

A ensilagem é uma técnica amplamente utilizada para preservar alimentos volumosos, especialmente em períodos de escassez. Para garantir uma silagem de boa qualidade, é essencial que o material a ser ensilado possua características adequadas, como teores equilibrados de matéria seca, açúcares solúveis e baixa presença de contaminantes (MILKPOINT, 2017).

O resíduo de amido úmido, por ser altamente perecível e pobre em matéria seca, requer ajustes em sua composição, sendo a inclusão do milho uma prática comum para corrigir essas limitações. (SOUZA et al., 2015; BERNARDES, 2007).

A indústria de amido gera um resíduo úmido rico em matéria orgânica, que pode ser utilizado como ingrediente na produção de silagem. No entanto, por apresentar alta umidade e baixa estabilidade, seu uso isolado na ensilagem pode comprometer a qualidade do material final. Assim, a inclusão de milho na formulação da silagem tem sido uma estratégia eficiente para melhorar o valor nutricional e a estabilidade do produto. (BERNARDES, 2007; REHAGRO, 2022).

A utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes, como o subproduto da indústria de amido, contribui não apenas para a redução de custos na produção animal, mas também para a diminuição dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado desses materiais. (SOUZA et al., 2015). No entanto, o aproveitamento eficiente desses resíduos exige estratégias que garantam a conservação dos nutrientes e a estabilidade do alimento ao longo do tempo.

O milho, além de elevar o teor de matéria seca da mistura, também fornece carboidratos fermentáveis que favorecem o desenvolvimento de bactérias lácticas, essenciais no processo de fermentação. Essa combinação pode resultar em uma silagem de maior valor nutritivo e melhor estabilidade aeróbica, além da reidratação do milho vem melhorando a sua digestibilidade, desde que sejam respeitadas as proporções adequadas entre os ingredientes. (REHAGRO, 2022, 2017).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da silagem produzida com resíduo da indústria de amido úmido, com a inclusão de milho, analisando parâmetros bromatológicos, fermentativos e de conservação, a fim de verificar seu potencial uso na alimentação animal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da silagem para ruminantes

A produção de silagem tem se tornado fundamental como estratégia alimentar, principalmente, para empreendimentos de exploração intensiva como vacas leiteiras ou bovinos em confinamento, onde a exigência por volumoso de boa qualidade é maior e está se tornando cada vez mais comum na produção de gado de corte em confinamento, pela procura por melhores índices zootécnicos e rentabilidade econômica.

A pecuária de leite e de corte no Brasil é majoritariamente conduzida em sistemas baseados no pastejo. Contudo, as variações climáticas ao longo do território nacional dificultam a oferta contínua e adequada de forragem durante todo o ano. Como forma de intensificar a produção nos períodos secos, muitos pecuaristas têm buscado no confinamento uma forma de manter altas produtividades nesse período.

Diante desse desafio, a ensilagem de plantas forrageiras se apresenta como uma alternativa estratégica para suplementar a alimentação do rebanho nos períodos de seca, contribuindo para a manutenção do desempenho produtivo e do peso corporal dos animais (OLIVEIRA et al., 2014).

A silagem exerce um papel essencial na alimentação dos ruminantes. A qualidade final do material ensilado está diretamente relacionada ao rigor nas etapas de colheita, corte, transporte, trituração e compactação no silo. Cada uma dessas fases é determinante para assegurar uma silagem nutritiva estável (SILVA et al., 2015).

O desempenho dos animais alimentados com silagem é condicionado por características específicas do volumoso, como o teor de matéria seca, o estágio de maturação no momento da colheita e o tipo de fermentação ocorrida no silo. Além disso, aspectos relacionados ao próprio animal — como genética, idade e fase produtiva ou reprodutiva — influenciam diretamente o consumo de matéria seca e a eficiência na digestão dos nutrientes.

2.2 Importância e fatores determinantes na qualidade da silagem para ruminantes

A alimentação representa um dos principais custos na criação de ruminantes, correspondendo a cerca de 60% a 70% das despesas totais em uma propriedade. Nesse contexto, a substituição parcial de ingredientes convencionais por resíduos agroindustriais contribui significativamente para a redução dos custos de produção,

tornando a atividade mais viável, especialmente para pequenos e médios produtores (PIRES et al., 2006).

O desempenho produtivo dos animais alimentados com silagem é influenciado por características inerentes ao material conservado, como o teor de matéria seca, o estágio de maturação no momento da colheita e o tipo de fermentação que ocorre durante o armazenamento.

Adicionalmente, aspectos próprios dos animais, como genética, idade e fase de produção ou reprodução, também impactam diretamente o consumo de matéria seca e a digestibilidade dos nutrientes.

O fornecimento de silagem de boa qualidade contribui tanto para a eficiência produtiva quanto para o bem-estar dos ruminantes. A adoção de práticas corretas de ensilagem e de manejo nutricional é indispensável para a obtenção desses resultados.

Nesse sentido, o uso de tecnologias de conservação de forragens, como a silagem, representa uma estratégia essencial para promover a sustentabilidade e a competitividade da cadeia produtiva de origem animal, possibilitando uma gestão mais eficiente diante das variações climáticas (SILVA et al., 2015).

Contudo o uso de resíduos agroindustriais e agrícolas na produção de silagem para ruminantes tem ganhado destaque como uma estratégia cada vez mais adotada em sistemas de produção sustentáveis.

Resíduos anteriormente considerados subprodutos sem utilidade passaram a ser valorizados como fontes complementares de nutrientes e matérias-primas para a alimentação animal, gerando impactos positivos do ponto de vista econômico, ambiental e produtivo (JOBIM et al., 2007).

Do ponto de vista ambiental, o reaproveitamento desses resíduos evita o descarte inadequado de matéria orgânica e contribui para a mitigação da poluição. Exemplos como o soro de leite, resíduos de frutas e hortaliças, bagaço de cana-de-açúcar e polpa cítrica evidenciam o potencial da silagem na promoção da economia circular e da sustentabilidade (SCHMIDT et al., 2018).

Além disso, diversos resíduos apresentam elevado valor nutritivo. A polpa cítrica, por exemplo, é rica em energia; a casca de soja possui fibras de boa digestibilidade. A inclusão desses subprodutos na composição da silagem melhora o perfil nutricional das dietas oferecidas aos ruminantes (VAN SOEST, 1994; ÁVILA et al., 2010).

A adição de determinados resíduos pode, ainda, melhorar o processo fermentativo e estrutural da silagem. Essa prática contribui para o ajuste da umidade

do material ensilado, favorecendo a fermentação anaeróbica, reduzindo perdas e elevando a qualidade da conservação.

Paralelamente, a compactação do material é facilitada, o que também resulta em melhores condições de estocagem.

A utilização diversificada desses resíduos amplia a flexibilidade na formulação de dietas, permitindo adaptações conforme a disponibilidade local de matérias-primas e diminuindo a dependência de insumos importados ou com elevado custo.

Quando manejados adequadamente, esses resíduos não oferecem riscos à saúde dos animais e podem, inclusive, manter ou potencializar o desempenho zootécnico dos rebanhos (EMBRAPA, 2013).

Entretanto, é fundamental considerar que a composição química de um resíduo específico pode variar de acordo com fatores como a variedade genética da planta, as características do solo, os métodos de cultivo, a época da colheita e o tipo de processamento industrial a que foi submetido (CABRERA RODRÍGUEZ et al., 2016).

2.3 Uso de resíduo da indústria do amido extraído da mandioca para alimentação animal

O resíduo úmido proveniente da indústria de extração de fécula da mandioca, conhecido como resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM), apresenta um expressivo potencial para utilização na alimentação de ruminantes, configurando-se como uma alternativa viável e sustentável para a nutrição animal.

Esse subproduto é caracterizado por apresentar elevado teor de amido residual, mesmo após o processo de extração industrial. De acordo com Cereda (1994), a composição média do RUFM, na matéria seca apresenta: umidade de 9,5%; cinzas, 0,66%; amido, 63,85%; lipídios, 0,83%; e nitrogênio, 0,32%.

Estudos também indicam que a degradabilidade efetiva do amido presente na raspa de mandioca é superior à do milho, o que representa uma liberação mais rápida de energia no rúmen e favorece o desempenho produtivo dos ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Para alimentação de ruminantes como bovinos de corte, o resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) pode ser aproveitado de diversas maneiras na formulação das dietas, destacando-se como um ingrediente versátil e eficiente.

Uma das principais aplicações do RUFM é como substituto parcial ou total do milho em dietas para bovinos. Estudos demonstram que sua utilização não compromete a digestibilidade dos nutrientes, o que o torna uma alternativa promissora, especialmente em regiões onde o milho apresenta custo elevado ou disponibilidade limitada (TEDE.UNIOESTE, 2014).

Outra forma eficaz de aproveitamento é a ensilagem do RUFM, preferencialmente após pré-secagem ao sol. Esse processo contribui para a obtenção de um material com boa fermentação e estabilidade, adequado para períodos de escassez alimentar, assegurando a oferta contínua de energia aos animais (GONÇALVES et al., 2014).

Além disso, o RUFM pode ser incorporado a rações balanceadas, com o objetivo de fornecer energia adicional, sendo particularmente útil em sistemas de produção intensiva, onde a exigência nutricional dos animais é mais elevada (ZOOTECNIA BRASIL, 2021).

Algumas características do resíduo úmido de fécula de mandioca (RUFM) exigem atenção quanto ao seu uso na alimentação animal, especialmente no que se refere à conservação, ao balanceamento nutricional e à segurança alimentar.

O RUFM apresenta um teor de umidade elevado, variando entre 75% e 85%, o que pode dificultar sua conservação e transporte. Para contornar essa limitação, estratégias como a pré-secagem ao sol ou a ensilagem são recomendadas, pois contribuem para a estabilidade do material e evitam perdas por deterioração (ZOOTECNIA BRASIL, 2021). Outra estratégia é a inclusão do milho na silagem do RUFM com um objetivo específico, a redução da umidade da silagem com a reidratação do milho, aumentando, por exemplo, a sua digestibilidade e maior aproveitamento do animal.

No entanto algumas limitações deste resíduo deve ser mostrado como baixo teor de proteína do RUFM, o que exige o balanceamento adequado da dieta com fontes proteicas complementares. Esse ajuste é fundamental para suprir as exigências nutricionais dos ruminantes e garantir um bom desempenho produtivo (CEREDA, 1994).

Adicionalmente, a mandioca contém compostos cianogênicos que, quando metabolizados, podem liberar cianeto, uma substância tóxica. No entanto, processos adequados de secagem e fermentação reduzem significativamente esses compostos a níveis considerados seguros para o consumo animal (GONÇALVES et al., 2014).

2.4 Uso da reidratação do milho em silagem

A silagem de grão de milho reidratado configura-se como uma técnica de processamento do grão maduro, a qual consiste na sua moagem seguida da hidratação até atingir cerca de 35% de umidade, condição que favorece a fermentação e o armazenamento na forma de silagem (PEREIRA; PEREIRA, 2013).

Essa prática representa uma alternativa viável à tradicional silagem de grão úmido, oferecendo vantagens como a possibilidade de aquisição do milho em períodos de menor preço e a flexibilização em relação à estreita janela de colheita dos grãos.

Durante o processo de ensilagem, ocorre a redução da integridade da matriz protéica que envolve os grânulos de amido do milho. Tal degradação se deve à ação de enzimas presentes na própria planta ou à atividade microbiana desenvolvida no ambiente da silagem, promovendo proteólise (HOFFMAN et al., 2011; FERRARETTO et al., 2015; KUNG JR et al., 2014; SILVA et al., 2018).

Como consequência, verifica-se aumento na degradabilidade ruminal *in situ* e na digestibilidade *in vivo* das silagens de milho reidratado. Em estudo conduzido por Silva (2016), observou-se maior digestibilidade do amido em dietas contendo silagem de grão reidratado (99,0%) em comparação àquelas formuladas com milho seco (96,1%).

O tempo de armazenamento também influencia positivamente a qualidade da silagem, promovendo maior proteólise e, conseqüentemente, redução nos teores de prolamina — proteína de difícil degradação —, o que aumenta a disponibilidade de amido no rúmen (FERNANDES et al., 2015; SILVA, 2016).

Estima-se que aproximadamente 60,4% da degradação proteica em silagens de grão reidratado seja decorrente da ação de bactérias (JUNGES et al., 2015; SILVA et al., 2018).

Silva (2016) também destacou que, embora os maiores incrementos na digestibilidade ocorram entre os 30 e 70 dias iniciais de armazenamento, ganhos contínuos de aproximadamente 0,035 unidades percentuais por dia ainda podem ser observados após esse período.

Esse efeito pode beneficiar a fermentação em silagens compostas por partículas maiores de grão, sugerindo que a interação entre o tempo de estocagem e o grau de moagem do milho pode demandar diferentes estratégias quanto ao momento ideal para a abertura do silo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizado no município de Rio Largo – AL. As atividades experimentais tiveram início em abril de 2025 e foram conduzidas no setor de Nutrição e Alimentação Animal.

O material utilizado na pesquisa foi fornecido pela Fazenda Santa Maria, localizada no município de Taquarana, Alagoas, pertencente ao Sr. Geraldo Cícero da Silva.

Foram utilizados resíduos úmidos provenientes da indústria de amido de mandioca e milho moído foram obtidos de uma empresa local. Os ingredientes foram armazenados de forma adequada até o momento da ensilagem.

O experimento contou com seis tratamentos caracterizados como: Tratamento 01 (100% de resíduo e 0% milho), Tratamento 02 (90% de resíduo e 10% milho), Tratamento 03 (80% de resíduo e 20% milho), Tratamento 04 (70% de resíduo e 30% milho), Tratamento 05 (60% resíduo e 40% milho), Tratamento 06 (50% resíduo e 50% milho), tendo como objetivo avaliar o impacto da inclusão de milho moído nas características da silagem. Cada tratamento foi montado com quatro repetições, totalizando 24 mini-silos.



Foto 01: Arquivo pessoal - Prensa

Foto 02: Arquivo pessoal -
Pesagem dos materiais

Foto 03: Arquivo pessoal

A mistura dos ingredientes foi realizada manualmente e pesada conforme cada tratamento até completa homogeneização. Em seguida, o material foi acondicionado em silos confeccionados com bobinas plásticas resistentes, fechados hermeticamente com fita adesiva e compactados com auxílio de prensa manual para garantir a adequada expulsão de oxigênio. Os silos permaneceram armazenados por um período de 45 dias, em local protegido e com temperatura ambiente controlado.



Foto 04: Arquivo pessoal - Silos (2025)



Foto 05: Arquivo pessoal - Silos (2025)

Após um período de 45 dias de ensilados, os mini silos foram medidos (altura e circunferência) para o cálculo da densidade, depois foram abertos para a avaliação dos parâmetros qualitativos da silagem.

Inicialmente, foi realizada uma análise sensorial, com foco no odor, a fim de identificar possíveis indícios de fermentação inadequada ou deterioração do material. Os odores observados foram classificados da seguinte forma:

- Cheiro apodrecido: refere-se a um odor intenso de decomposição, semelhante ao de leite rançoso ou ovos podres. Está geralmente associado à presença de bactérias do gênero *Clostridium*, que produzem ácido butírico em silagens com alta umidade e fermentação indesejada (MUCK, 2018).
- Cheiro acre com presença de mofo: caracteriza-se por um odor forte e irritante, semelhante ao de vinagre ou amônia, combinado com um cheiro úmido típico de contaminação por fungos. Essa condição é indicativa de oxidação da silagem e desenvolvimento de fermentação acética (SCHMIDT; JARDIM, 2010; FIELD CROP NEWS, 2012).
- Cheiro fermentado suave: lembra o aroma de massas fermentadas ou pão, sendo resultado da produção predominante de ácido láctico por fermentação homolática. Esse tipo de cheiro é desejável, pois indica uma silagem estável e com boa qualidade fermentativa (LI et al., 2023).
- Cheiro suave ou neutro: é um odor fraco ou quase ausente, típico de silagens bem armazenadas, sem degradação microbológica perceptível. Indica que o processo de conservação ocorreu adequadamente (ROGERS, 2023).

4. Análises laboratoriais

Após a abertura dos silos, foram coletadas amostras destinadas às análises bromatológicas de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e cinzas, realizadas segundo a metodologia descrita por Van Soest.

A matéria seca (MS) representa a quantidade de nutrientes disponíveis após a retirada da água do alimento.

A proteína bruta (PB) expressa o teor total de proteínas, obtido a partir da determinação do nitrogênio total.

A fibra em detergente neutro (FDN) corresponde à fração da parede celular, composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, sendo um indicador da ingestão potencial do alimento pelos animais.

A fibra em detergente ácido (FDA) representa a porção menos digestível da parede celular, formada essencialmente por celulose e lignina.

As cinzas, por sua vez, indicam o conteúdo mineral do alimento, determinado após a incineração completa da matéria orgânica (VAN SOEST, 1994).

5 Resultados e Discussão

Antes da abertura dos silos, foram realizadas medições de altura e raio em cada unidade experimental, com o objetivo de avaliar a uniformidade e estimar o volume aproximado das silagens produzidas. Essa etapa é essencial, especialmente em estudos com mini-silos, pois assegura que todos os tratamentos possuam volumes comparáveis, evitando que diferenças no tamanho das unidades experimentais influenciem os parâmetros fermentativos, bromatológicos e de conservação.

Além disso, essas medições contribuem para a padronização das condições experimentais e permitem uma interpretação mais precisa dos resultados, garantindo que as variações observadas sejam realmente decorrentes das proporções dos ingredientes utilizados e não de diferenças no volume ou na compactação do material ensilado.

A análise dos resultados evidenciou que o volume e a densidade dos corpos de prova variaram conforme o aumento da proporção de milho e a redução do percentual de resíduo proveniente da indústria de amido úmido nos tratamentos. Verificou-se que o incremento da participação de milho resultou em maior volume e menor densidade aparente, indicando que a presença desse ingrediente confere uma estrutura mais porosa e menos compacta à massa ensilada.

Esse comportamento pode estar relacionado à menor retenção de umidade e à maior proporção de partículas secas, características típicas do milho. Em contrapartida, os tratamentos com maior teor de resíduo apresentaram densidades mais elevadas, possivelmente em razão da textura mais fina e da umidade superior desse material, fatores que favorecem maior compactação.

Do ponto de vista tecnológico, a densidade é um parâmetro determinante para a qualidade da silagem, pois influencia diretamente o processo fermentativo e as perdas de matéria seca. Silagens com baixa densidade tendem a apresentar maior presença de oxigênio entre as partículas, o que compromete a fermentação láctica e favorece o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis. Por outro lado, silagens excessivamente densas podem reter umidade em excesso, prejudicando a estabilidade e a conservação do material (BERNARDES; REIS, 2012).

Dessa forma, os resultados obtidos indicam que a adição gradual de milho ao resíduo da indústria de amido úmido melhora a estrutura física da silagem, equilibrando volume e densidade. Essa combinação tende a favorecer uma fermentação mais eficiente e a proporcionar maior estabilidade ao produto final, aspectos desejáveis para garantir a qualidade nutricional e o aproveitamento do material ensilado.

De forma geral, os resultados indicam que a adição gradual de milho ao resíduo da indústria de amido úmido melhora a composição nutricional da silagem, elevando a matéria seca, a proteína e a energia disponível, ao mesmo tempo em que reduz a

fração fibrosa, tornando o alimento mais digestível. Considerando o equilíbrio entre teor de matéria seca, proteína bruta, energia e fibra, o tratamento T05 (60% resíduo e 40% milho) apresentou o melhor desempenho global, sendo o mais indicado para alimentação animal. Esse tratamento alia bom teor de proteína e extrato etéreo com níveis adequados de fibra, o que favorece tanto a palatabilidade quanto o aproveitamento nutricional da silagem.

Durante a abertura dos silos, foi observada a presença de larvas em alguns tratamentos, ocorrência registrada como possível indicativo de contaminação ou de falhas no processo de vedação. Essa constatação reforça a importância de uma compactação e vedação adequadas, a fim de evitar a entrada de oxigênio e o consequente desenvolvimento de insetos, comprometendo a integridade da silagem.



Foto06: Arquivo pessoal - 2025.



Foto 07 : Arquivo pessoal - abertura 2025



Foto 08: Arquivo pessoal - 2025



Foto 09: Arquivo pessoal - 2025.



Foto 10: Arquivo pessoal - 2025.



Foto 11: Presença de larvas.



Foto 12: Silagem apodrecida



Foto 13: Medição do pH



Foto 14: Tratamentos separados

Segundo o pesquisador Pedro Braga Arcuri, em entrevista publicada no portal Agrolink, a prevenção contra fungos na silagem começa ainda na colheita da forrageira. Para ele, colher o milho no ponto certo de maturação é essencial, pois isso já contribui para evitar a proliferação de fungos.

Alguns tratamentos apresentaram sinais visíveis de deterioração, como presença de larvas, mofo e odor forte, não característico de uma silagem de boa qualidade. Esses sinais indicam falhas no processo de fermentação ou na vedação dos silos, favorecendo a entrada de oxigênio e, conseqüentemente, o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis.

No entanto, no tratamento 5 e 6, a silagem se apresentou com melhor aspecto geral de conservação, mantendo coloração, textura e odor típicos de uma silagem bem fermentada. Apenas na parte superior do silo foi identificado o surgimento de mofo, o que pode estar relacionado à exposição ao ar durante a abertura ou a uma compactação menos eficiente nesta região. Na tabela abaixo podemos observar as análises de cada tratamento e suas repetições.

Tabela 01 - Presença de larvas, fungos e características de odor observadas durante a abertura dos silos experimentais

| TRATAMENTOS | LARVA | FUNGO | ODOR |
|-------------|-------|-------|------------------|
| T1R1 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T1R2 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T1R3 | Não | Sim | Apodrecido |
| T1R4 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T2R1 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T2R2 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T2R3 | Sim | Sim | Acre e mofo |
| T2R4 | Sim | Sim | Acre e mofo |
| T3R1 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T3R2 | Sim | Sim | Acre e mofo |
| T3R3 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T3R4 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T4R1 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T4R2 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T4R3 | Sim | Sim | Apodrecido |
| T4R4 | Não | Sim | Acre e mofo |
| T5R1 | Não | Não | Fermentado suave |
| T5R2 | Não | Não | Fermentado suave |
| T5R3 | Não | Sim | Fermentado suave |
| T5R4 | Sim | Sim | Fermentado suave |
| T6R1 | Não | Não | Suave |
| T6R2 | Não | Sim | Suave |
| T6R3 | Não | Não | Suave |
| T6R4 | Não | Não | Suave |

Após a análise sensorial, o conteúdo de cada tratamento foi acondicionado separadamente em potes plásticos para o monitoramento dos valores de PH e temperatura.

A aferição do pH foi realizada com uso de soluções tampão (pH 7,0 e 10,0) como referência. As medições foram feitas a cada 24 horas, durante quatro dias consecutivos, em cada repetição de tratamento. As análises ocorreram no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Alagoas, conforme demonstrado nas Figuras 15 e 16.

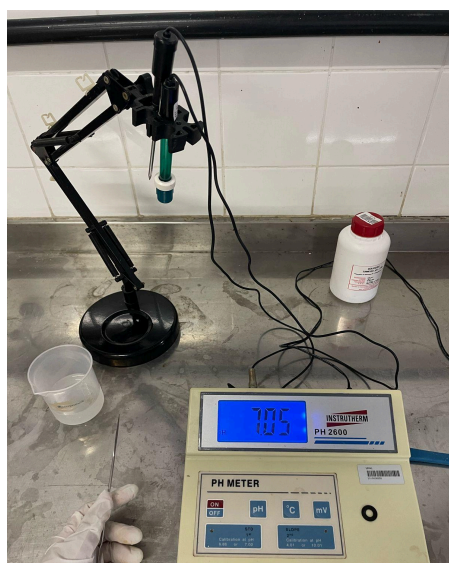


Foto 15: Arquivo pessoal, 2025



Foto 16: pH e Temperatura dos silos

Verificou-se que a temperatura e o pH dos tratamentos (silos) apresentaram variações ao longo do período de avaliação. Contudo, o tratamento 01 destacou-se por apresentar maior discrepância, possivelmente devido à elevada umidade, uma vez que foi constituído integralmente por resíduo. Essa condição dificultou a obtenção de leituras precisas, motivo pelo qual o tratamento foi aberto e mantido em reserva, sendo reavaliado quanto à temperatura e ao pH após 24 horas.

Acompanhar a temperatura e o pH da silagem é essencial para verificar se a fermentação está ocorrendo de forma adequada. Alterações nesses parâmetros podem indicar problemas no processo de conservação, como o crescimento de micro-organismos indesejáveis ou baixa produção de ácidos orgânicos. Assim, o monitoramento permite identificar falhas e tomar medidas corretivas, como no caso do tratamento 01, garantindo melhor qualidade e estabilidade do material ensilado.

Tabela 02 - Avaliação do pH e temperatura durante a análise dos silos.

| TRATAMENTOS | pH | TEMPERATURA (°C) |
|-------------|------|------------------|
| T1 | 7,27 | 26,1 |
| T2 | 7,39 | 25,9 |
| T3 | 8,06 | 25,4 |
| T4 | 7,91 | 25,2 |
| T5 | 7,55 | 24,8 |
| T6 | 6,41 | 25,9 |

Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

A temperatura ideal para silagens bem fermentadas deve se manter próxima à do ambiente, geralmente entre 24 °C e 27 °C, o que indica estabilidade e ausência de fermentações indesejadas. De acordo com Neves e Gai (2017), silagens de boa qualidade apresentam temperaturas estáveis e semelhantes à temperatura ambiente, sem aquecimento excessivo, o que caracteriza adequada conservação do material ensilado.

No presente estudo, que avaliou a silagem com resíduo da indústria de amido úmido associada ao milho, as temperaturas médias observadas variaram entre 24,8 °C e 26,1 °C, valores considerados dentro da faixa ideal. Esses resultados sugerem que, de modo geral, os tratamentos mantiveram estabilidade térmica durante o período de armazenamento, sem indícios de aquecimento excessivo ou deterioração aeróbia após a abertura dos silos.

Entretanto, os valores médios de pH apresentaram-se elevados, variando entre 6,41 (T6) e 8,06 (T3), valores acima da faixa considerada ideal para silagens bem fermentadas, que está entre 3,8 e 4,2 (McDonald et al., 1991). Esses resultados indicam falhas no processo fermentativo, possivelmente relacionadas à baixa produção de ácidos orgânicos ou à excessiva umidade proveniente do resíduo de amido, fatores que podem ter dificultado a rápida acidificação da massa ensilada.

Análises laboratoriais

Tabela 03 - Composição químico-bromatológica (g/kg) das silagens com resíduo da indústria de amido úmido com inclusão de milho.

| Variáveis | T01 | T02 | T03 | T04 | T05 | T06 | CV (%) | Significância (p) |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------------|
| MS (g/kg) | 7,13 ^c | 11,02 ^c | 14,16 ^{bc} | 18,52 ^b | 18,39 ^b | 24,05 ^a | 15,8 | 0,002 |
| MM(g/kg) | 1,94 ^a | 1,67 ^{ab} | 1,55 ^b | 1,52 ^b | 1,38 ^b | 1,44 ^b | 12,4 | 0,041 |
| MO(g/kg) | 98,06 ^b | 98,33 ^{ab} | 98,45 ^{ab} | 98,48 ^a | 98,52 ^a | 98,56 ^a | 0,18 | 0,036 |
| PB (g/kg) | 1,83 ^c | 5,91 ^b | 7,78 ^{ab} | 5,56 ^b | 9,00 ^a | 6,91 ^b | 21,9 | 0,007 |
| EE (g/kg) | 3,95 ^d | 5,04 ^c | 5,54 ^{bc} | 5,27 ^{bc} | 6,16 ^{ab} | 5,83 ^a | 12,5 | 0,012 |
| FDN(g/k) | 53,41 ^b | 59,57 ^a | 44,86 ^c | 39,58 ^{cd} | 28,26 ^d | 89,75 ^a | 25,7 | 0,001 |
| FDA(g/kg) | 10,16 ^{bc} | 16,30 ^a | 10,86 ^{bc} | 11,19 ^b | 9,94 ^c | 7,17 ^d | 20,3 | 0,005 |

MS: Matéria Seca; MM: Matéria Mineral; MO: Matéria orgânica; PB: Proteína Bruta; EE: Extrato Etéreo; FDN; Fibra em Detergente Neutro; FDA: Fibra em Detergente Ácido; cv - coeficiente de variação; p - Significância.

Letras diferentes na linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Arquivo pessoal - 2025.

A análise de regressão demonstrou efeito significativo ($p < 0,05$) do incremento de milho sobre as características químico-bromatológicas das silagens elaboradas com resíduo da indústria de amido úmido e diferentes proporções de milho moído. As respostas variaram entre comportamentos lineares e quadráticos, refletindo a interação entre os componentes energéticos e protéicos da mistura.

A variável Matéria Seca (MS) apresentou efeito linear crescente ($p < 0,01$), ajustando-se ao modelo: $MS=6,91+3,35x(R^2=0,94)$.

O aumento da matéria seca está associado à menor umidade do milho em comparação ao resíduo amiláceo úmido, o que contribui para melhorar a consistência da silagem e reduzir a produção de efluentes. Segundo Ferraretto *et al.* (2018), a adição de grãos secos a produtos de alta umidade eleva a MS e favorece a estabilidade aeróbica do material ensilado.

A variável Matéria Mineral (MM) ajustou-se a um modelo linear decrescente ($p < 0,05$): $MM=1,95-0,10x(R^2=0,88)$

A redução da MM está relacionada à menor concentração de cinzas do milho, o que resulta em diluição da fração mineral da mistura. Resultados semelhantes foram observados por Zanine *et al.* (2010) em silagens de coprodutos combinados com grãos.

Matéria Orgânica (MO) verificou-se efeito linear crescente ($p < 0,01$), conforme a equação: $MO = 98,05 + 0,10x$ ($R^2 = 0,90$) $\text{MO} = 98,05 + 0,10x$ ($R^2 = 0,90$)

Esse aumento reflete a relação inversa à MM, indicando maior proporção de compostos orgânicos nas formulações com maior participação de milho. De acordo com Santos *et al.* (2021), esse comportamento é típico de silagens que combinam resíduos industriais úmidos com ingredientes amiláceos.

Proteína Bruta (PB) apresentou efeito quadrático significativo ($p < 0,05$), ajustando-se ao modelo: $PB = 1,80 + 1,20x - 0,12x^2$ ($R^2 = 0,92$) $\text{PB} = 1,80 + 1,20x - 0,12x^2$ ($R^2 = 0,92$)

O ponto de máxima estimado ($\approx 40\%$ de milho) indica melhor sincronia entre as fontes de energia e nitrogênio, favorecendo o aproveitamento proteico. Segundo Moraes *et al.* (2019), esse tipo de resposta quadrática é comum em misturas balanceadas entre grãos e com produtos ricos em proteína fermentável.

Extrato Etéreo (EE) observou-se comportamento quadrático ($p < 0,05$): $EE = 3,95 + 0,80x - 0,05x^2$ ($R^2 = 0,90$) $\text{EE} = 3,95 + 0,80x - 0,05x^2$ ($R^2 = 0,90$)

Houve aumento inicial até aproximadamente 40% de milho, seguido de leve redução, provavelmente em razão da diluição da fração lipídica proveniente do resíduo úmido. Basso *et al.* (2018) relataram comportamento semelhante ao combinar produtos oleosos com ingredientes ricos em amido.

Fibra em Detergente Neutro (FDN) apresentou redução linear acentuada ($p < 0,01$): $FDN = 59,7 - 10,8x$ ($R^2 = 0,95$) $\text{FDN} = 59,7 - 10,8x$ ($R^2 = 0,95$)

Esse declínio evidencia o efeito de diluição da fração fibrosa à medida que aumenta a inclusão de milho, ingrediente caracterizado por baixo teor de parede celular e alto conteúdo energético. Pinto *et al.* (2020) também observaram redução linear da FDN com o incremento de grãos em misturas contendo produtos úmidos.

Fibra em Detergente Ácido (FDA) apresentou comportamento linear decrescente ($p < 0,05$): $FDA = 15,1 - 1,4x$ ($R^2 = 0,89$) $\text{FDA} = 15,1 - 1,4x$ ($R^2 = 0,89$)

A redução desta fração indica potencial melhora na digestibilidade, uma vez que a proporção de componentes lignocelulósicos tende a diminuir nas formulações com maior quantidade de milho. Oliveira *et al.* (2021) relataram resultados semelhantes em silagens de coprodutos enriquecidos com milho moído.

6 CONCLUSÃO

O aumento da proporção de milho na silagem elaborada com resíduo da indústria de amido úmido promoveu incrementos lineares na Matéria Seca (MS) e na Matéria Orgânica (MO), além de redução nas frações de fibra (FDN e FDA). Por outro lado, a Proteína Bruta (PB) e o Extrato Etéreo (EE) demonstraram comportamentos quadráticos, com ponto ótimo estimado em aproximadamente 40 % de inclusão de milho. Esses resultados indicam que uma proporção intermediária de milho otimiza o valor nutricional da silagem, equilibrando de forma eficaz os aportes de energia, proteína e teor de fibra.

Referências

- BERNARDES, T. F. *Produção e uso de silagens no Brasil*. Piracicaba: FEALQ, 2007.
- MILKPOINT. *Qualidade da silagem: fatores que influenciam e estratégias de melhoria*. 2017. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- REHAGRO. *Uso de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes*. Belo Horizonte: Rehagro, 2022. Disponível em: <https://rehagro.com.br/>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- REHAGRO. *Reidratação do milho e efeitos na digestibilidade e fermentação da silagem*. Belo Horizonte: Rehagro, 2017. Disponível em: <https://rehagro.com.br/>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- SOUZA, A. L.; LIMA, R. P.; MENEZES, D. R. *Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes*. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 44, n. 5, p. 123–132, 2015. Acesso em: 05 ago. 2025.
- D'OLIVEIRA, P. S.; SILVA E OLIVEIRA, J. *Produção de silagem de milho para suplementação do rebanho leiteiro*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2014. Comunicado Técnico n. 74. 10 p. <infoteca.cnptia.embrapa.br+1> . Acesso em: 17 set. 2025.
- SILVA, G. M. da; SILVA, F. F. da; SCHIO, A. R.; MENESES, M. de A.; BALISA, D. L.; SOUZA, D. D. de; et al. Fatores anti-qualitativos em silagens. *Pubvet – Revista de Ciências Veterinárias*, [S. l.], v. 9, n. 12, p. 502-510, 20 nov. 2015. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/1514>. Acesso em: 18 set. 2025.
- PIRES, ... et al. Alimentação de ruminantes e custo da produção: substituição de ingredientes convencionais por resíduos agroindustriais. 2006. Acessado em: 20 set. 2025.
- JOBIM, C.; REIS, R. A.; RODRÍGUEZ, L. R. de A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, n. 3, p. 311-315, 1997. Acessado em: 20 set. 2025.
- TONUCCI, R. G. *Produção de forragem conservada – silagem*. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2013. Acessado em: 28 set. 2025.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. Acesso em: 28 set. 2025.
- CEREDA, M. L. et al. Composição química do farelo de mandioca na produção de fécula. *An (...)* 1994. Acesso em: 01 out. 2025
- ZAMBOM, M. A.; GONÇALVES, J. A. G.; et al. Composição químico-bromatológica e perfil de fermentação da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca. *Bioscience*

Journal, v. 31, n. 1, p. 171-180, 2015. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17198?utm_source. Acesso em: 01 out. 2025

GONÇALVES, J. A. G.; ZAMBOM, M. A.; FERNANDES, T.; MESQUITA, E. E.; SCHMIDT, E.; JAVORSKI, C.; CASTAGNARA, D. D. Composição químico-bromatológica e perfil de fermentação da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 171-180, jan./fev. 2015. Acesso em: 15 out. 2025

ZAMBOM, M. A.; SOUZA, L. C.; et al. Composição química e degradabilidade ruminal de forragens e subprodutos agroindustriais na região Oeste do Paraná. *Bioscience Journal*, v. 31, n. 1, p. 171-180, 2015. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17252?utm_source. Acesso em: 15 out. 2025

SOUZA, L. C.; ZAMBOM, M. A.; GUNDT, S.; PASQUALOTTO, M.; SANTOS, G. T.; CASTAGNARA, D.; KAZAMA, D. C. da S. Composição química e degradabilidade ruminal de forragens e subprodutos agroindustriais na região oeste do Paraná. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 171-180, jan./fev. 2015. Acesso em: 16 out. 2025

GONÇALVES, J. A. G.; ZAMBOM, M. A.; TININI, R. C. R.; et al. Silagem de resíduo da extração de amido da mandioca em substituição ao milho moído da ração para ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 2015. Disponível em: https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UFBA-3_4fc2d983b4bf00b819add6e11f76bec7?utm_source. Acessado em: 25 out. 2025

MENDES, I. A. P.; SATURNINO, H. M. (Orientador). Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de grão de milho moído reidratado substituindo milho seco moído do concentrado. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/694a9f5a-30ea-44a1-8716-f775554a31ed?utm_source. Acessado em: 25 out. 2025.

PEREIRA, M. L. R. Degradabilidade ruminal in vitro de grão reidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. Acesso em: 25 out. 2025.

MOMBACH, M. A.; PEREIRA, D. H.; PINA, D. do S.; XAVIER, I. M.; SILVA, N. M. F. da; PEREIRA, O. G.; PEDREIRA, B. C.; BOLSON, D. C. Perfil fermentativo da silagem de grão de milho triturado e reidratado contendo glicerina bruta e inoculante microbiano. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 24., 2014, Vitória. Anais... Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. Acesso em: 26 out. 2025

PEREIRA, ... & PEREIRA, ... Silagem de grão de milho reidratado: técnica de processamento e vantagens. 2013. Acesso em: 25 out. 2025

QUEILA TAVARES; BENINI, M. de C.; CARVALHO, W. T. V.; PEREIRA, R. V.; MINIGHIN, D. C.; SOUZA, L. P. F.; RIBEIRO, C. H. M.; SILVA, L. V. Avaliação química da silagem de grão de milho reidratado em diferentes níveis de adição de água. *Pubvet – Revista de Ciências Veterinárias*, v. 14, n. 7, p. 1-7, 2020. DOI:10.31533/pubvet.v14n7a606.1. Acesso em: 25 out. 2025.

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, supl. esp., p. 101-119, 2007. Acesso em: 25 out. 2025.

KUNG JR., L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; SCHMIDT, R. J. *Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages*. Journal of Dairy Science, v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018. Acesso em: 31 out. 2025.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. *The Biochemistry of Silage*. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340 p. Acesso em: 31 out. 2025.

MUCK, R. E. *Silage microbiology and its control through additives*. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 183-191, 2010. Acesso em: 31 out. 2025.

NEVES, A. L. A.; GAI, V. F. *Fermentação e estabilidade aeróbia de silagens: aspectos microbiológicos e químicos*. Revista Eletrônica Científica da UERGS, v. 3, n. 3, p. 92-104, 2017. Acesso em: 31 out. 2025.

PEREIRA, J. R. A.; REIS, R. A. *Produção e utilização de silagens no Brasil*. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 334 p. Acesso em: 31 out. 2025.

SILVA, E. J.; SANTOS, C. C.; MOURA, A. F.; OLIVEIRA, J. R. *Avaliação de silagens contendo resíduo úmido da indústria de fécula de mandioca associado ao milho*. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v. 21, n. 1, p. 1-12, 2020. Acesso em: 31 out. 2025.

NEUMANN, M.; SANDINI, I. E.; OST, P. R.; FALBO, M. K.; LUSTOSA, S. B. C.; PELLEGRINI, L. G. Desempenho de novilhos confinados alimentados com silagens de milho ou sorgo, associadas a três níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 319-333, 2010. DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v6n3p319-333](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v6n3p319-333). Acesso em: 31 out. 2025.

BERNARDES, T. F.; REIS, R. A. Aspectos físicos e microbiológicos da silagem: fundamentos e aplicações. Lavras: UFLA, 2012. Acesso em: 31 out. 2025. Acesso em: 06 nov. 2025.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p. Acesso em: 01 nov. 2025. Acesso em: 06 nov. 2025.

BASSO, F. C. et al. Chemical composition and aerobic stability of silages with co-products from methanol production. *Animal Feed Science and Technology*, v. 245, p. 76–84, 2018. Acesso em: 06 nov. 2025.

FERRARETTO, L. F. et al. Rehydration and ensiling of high-moisture grains: impact on fermentation and nutritional value. *Journal of Dairy Science*, v. 101, p. 880–894, 2018. Acesso em: 06 nov. 2025.

MORAES, E. H. B. K. et al. Use of wet distillers grains in ruminant nutrition: chemical and nutritional changes in silages. *Brazilian Journal of Animal Science*, v. 48, e20190022, 2019. Acesso em: 06 nov. 2025.

OLIVEIRA, A. S. et al. Nutritional dynamics of ensiled coproduct mixtures containing corn and distillers grains. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 105, p. 1034–1042, 2021. Acesso em: 06 nov. 2025.

PINTO, A. P. et al. Nutritional quality of silages containing energy and protein co-products. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 49, e20190202, 2020. Acesso em: 06 nov. 2025.

SANTOS, R. D. et al. Chemical and microbiological profile of rehydrated distillers grains silages. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 44, p. 99–107, 2021. Acesso em: 06 nov. 2025.

ZANINE, A. M. et al. Effect of adding grains to silages of by-products: chemical and fermentation characteristics. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, p. 945–954, 2010. Acesso em: 06 nov. 2025.