

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

**LARISSA DE SOUZA BARROS DA SILVA**

**Características da silagem de Grãos Úmidos de Destilaria – WDG  
com diferentes tempos de pré-secagem**

Rio Largo (AL)

2025

LARISSA DE SOUZA BARROS DA SILVA

**Características da silagem de Grãos Úmidos de Destilaria – WDG  
com diferentes tempos de pré-secagem**

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

Orientador: Prof. 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

S586c Silva, Larissa de Souza Barros da.

Características da silagem de grãos úmidos de destilaria – WDG com diferentes tempos de pré-secagem. / Larissa de Souza Barros da Silva. – 2025.

33 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. Tempo de pré-secagem. 2. WDG. 3. Nutrição animal. 4. Silagem. I. Título.

CDU: 636.084.4

## Folha de Aprovação

LARISSA DE SOUZA BARROS DA SILVA

### Características da silagem de Grãos Úmidos de Destilaria – WDG com diferentes tempos de pré-secagem

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharela em Zootecnia.

Nota: 9,0

Aprovado em: 15/05/2025

Banca Examinadora:

---

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

---

Dra. Patricia Mendes Guimarães Beelen, UFAL/CECA

---

Dra. Jucelane Salvino de Lima UFOPA - PA

À minha mãe, Luciana. Minha Guerreira. Indestrutível.

À minha “vó”, Ivone (*in memoriam*).

*Ao concluir esta etapa importante da minha jornada acadêmica, expresso minha gratidão à memória da minha amada avó. Seu apoio foi fundamental, e sei que ela estaria orgulhosa de mim. Este trabalho é dedicado a você, vovó, em amor eterno.*

*Trabalho dedicado a Maria Ivone da Silva.*

*Minha Avó.*

*Minha fortaleza.*

*(in memoriam)*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que sempre me concedeu coragem para enfrentar os desafios da vida.

Aos meus pais, Luciana Souza e José Ferreira, que me criaram e educaram com amor, sacrificando-se e demonstrando paciência e carinho em todos os momentos. Vocês foram fundamentais em minha jornada, sendo peças-chave nesta conquista.

À minha avó, Maria Ivone (in memoriam), por ser minha fonte de luz e força, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha irmã, Ana Luiza, que sempre se orgulhou de mim e serviu como inspiração para eu querer conquistar o mundo.

À minha tia Luciene Souza, por estar sempre presente e por ser uma fonte constante de inspiração em minha vida, com seu apoio e seu exemplo de determinação.

Ao meu tio Luciano Souza, que sempre foi uma figura paterna ao meu lado, agradeço por todo apoio, sua presença e incentivo foram fundamentais para o meu crescimento pessoal.

À minha família materna, especialmente às mulheres guerreiras que são exemplos de força e coragem em minha vida.

Ao Breno Mateus, meu amor e companheiro de vida, que sempre acreditou em mim, me apoiou em todas as circunstâncias e incentivou meu crescimento pessoal.

Aos amigos que a Zootecnia me presenteou, Analy de Lima, Allan James, Luiz Gustavo, Ezir Colaço, que caminharam ao meu lado durante esses cinco anos e tornaram tudo mais leve. Sem vocês, teria sido quase impossível.

À quem me ajudou nas análises de laboratório, em especial à Nayara Rian, sem você eu não teria aprendido tanto e meu trabalho seria mais difícil. E todos os que passaram ali pelo laboratório ajudando para que eu conseguisse concluir minha pesquisa.

A todos os colegas que tive o privilégio de conhecer e estudar ao longo desses anos.

Ao terceirizado Cícero Francisco Soares, “Pica-Pau”, pelo acompanhamento, orientações, ajudas, e pela amizade sincera.

À Universidade Federal de Alagoas, pelo ensino de qualidade proporcionado pelos profissionais altamente competentes presentes em seu corpo docente.

Ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, pelo acolhimento e profissionalismo, que se tornaram minha segunda casa durante toda essa jornada acadêmica.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI), onde pude desenvolver e realizar o presente trabalho.

Ao meu professor e orientador, Dr. Kedes Paulo, que desde o início do curso tem sido uma fonte de inspiração, compartilhando conhecimento em cada aula e oferecendo orientações valiosas.

A todos os professores que contribuíram para o meu aprendizado, expresso minha profunda gratidão e reconhecimento por todo o esforço dedicado.

À minha banca examinadora, que se disponibilizou e desempenhou seu papel com excelência, contribuindo significativamente para o aprimoramento do meu trabalho de conclusão.

A AGROGEO Agropecuária de corte, Fazenda Santa Maria Taquarana – Alagoas, e em especial ao Proprietário Geraldo Cícero da Silva, pelo fornecimento dos insumos e financiamento deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional. Vocês foram peças-chave durante toda esta conquista.

Minha eterna gratidão!

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características da silagem de Grão Úmido de Destilaria (WDG) submetido a diferentes tempos de pré-secagem ao sol. O estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), utilizando quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6 dias de secagem ao sol) com cinco repetições cada. As amostras foram ensiladas por 125 dias e, posteriormente, analisadas quanto às características bromatológicas, microbiológicas e sensoriais. As análises estatísticas indicaram que o aumento do tempo de pré-secagem promoveu melhorias significativas na composição nutricional, especialmente no teor de matéria seca e na redução de contaminantes como fungos e larvas, a partir do tratamento com quatro dias de pré-secagem. As análises microbiológicas e sensoriais da silagem de WDG evidenciaram que o aumento do tempo de secagem ao sol melhora significativamente sua qualidade. O tratamento controle, sem pré-secagem, apresentou elevada contaminação por leveduras, presença de larvas, odor apodrecido e coloração escura, indicando deterioração. Já os tratamentos com quatro e seis dias de pré-secagem mostraram melhor conservação, ausência de microrganismos indesejáveis, coloração uniforme e odor suave, além de pH e temperatura adequados. Assim, a pré-secagem do WDG, resultou em uma silagem com melhor estabilidade, qualidade fermentativa e ausência de microrganismos indesejáveis, o tratamento com quatro dias de secagem ao sol, antes de ensilar, proporcionou a melhor silagem para utilização na alimentação de ruminantes.

**Palavras-chave:** WDG, nutrição animal, silagem, tempo de pré-secagem.

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the characteristics of Distillers' Wet Grain (WDG) silage subjected to different pre-drying times in the sun. The study was conducted at the Animal Nutrition Laboratory (LABNUTRI) of the Federal University of Alagoas (UFAL), using four treatments (0, 2, 4 and 6 days of sun drying) with five replicates each. The samples were ensiled for 125 days and subsequently analyzed for bromatological, microbiological and sensory characteristics. Statistical analyses indicated that increasing the pre-drying time promoted significant improvements in the nutritional composition, especially in the dry matter content and in the reduction of contaminants such as fungi and larvae, from the treatment with four days of pre-drying. Microbiological and sensory analyses of WDG silage showed that increasing the

sun drying time significantly improves its quality. The control treatment, without pre-drying, showed high yeast contamination, presence of larvae, rotten odor and dark color, indicating deterioration. The treatments with four and six days of pre-drying showed better conservation, absence of undesirable microorganisms, uniform color and mild odor, in addition to adequate pH and temperature. Thus, pre-drying of WDG resulted in silage with better stability, fermentation quality and absence of undesirable microorganisms. The treatment with four days of sun drying, before ensiling, provided the best silage for use in feeding ruminants.

**Keywords:** WDG, animal nutrition, silage, pre-drying time.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Dados diários das variáveis meteorológicas, Estação Agrometeorológica, CECA/UFAL, Rio Largo – AL, ano de 2024

**Tabela 2** – Dados esperados de composição química bromatológica de WDG, de acordo com o CQBAL 4.0

**Tabela 3** – Dados de composição química bromatológica das silagens de WDG submetido a diferentes tempos de secagem ao sol

**Tabela 4** – Média de pH e Temperatura dos tratamentos, na abertura dos silos

**Tabela 5** – Presença e Ausência de Larvas e Fungos na abertura dos silos

**Tabela 6** – Cor e Odor predominante na abertura dos silos

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Utilização de Subprodutos na alimentação de ruminantes .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Silagem como forma de conservação .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Produção do WDG .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Importância da pré-secagem na qualidade do WDG.....</b>	<b>16</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A busca da indústria pecuária por alternativas nutricionais eficientes e de baixo custo intensificou-se nos últimos anos, especialmente à medida que cresce a demanda por carne bovina de alta qualidade.

Neste contexto, uma solução promissora surge da destilação úmida de grãos, Wet Distillers Grains (WDG) traduzido como Grãos úmidos de Destilaria, um subproduto do etanol da fermentação e destilação de grãos como milho e sorgo, rico em proteínas, fibras e uma variedade de nutrientes essenciais. Alternativa sustentável e econômica para reaproveitamento dos subprodutos.

O WDG possui excelente valor nutricional e contém altas concentrações de proteína bruta e energia, o que ajuda a melhorar o desempenho animal. Além disso, seu uso pode reduzir os custos com alimentação, substituindo algumas matérias-primas tradicionais (como milho e farelo de soja) sem afetar a produtividade. Outro benefício é a capacidade de melhorar a eficiência alimentar do gado, porque a fibra do grão é mais digerível, permitindo que eles aproveitem melhor a energia dos alimentos (NUTRIMOSAIC, 2023).

Entre os principais benefícios do uso da silagem WDG na alimentação animal estão o aumento do valor nutricional das dietas, a redução dos custos com alimentação e a melhoria da eficiência alimentar. Além disso, o aproveitamento de subprodutos como o WDG contribui para a sustentabilidade da produção agroindustrial, ao reduzir o desperdício e promover a economia circular.

Dessa forma, sua incorporação nas dietas de ruminantes tem ganhado espaço, principalmente em países com grande produção de etanol, como os Estados Unidos e o Brasil.

O WDG possui um elevado teor de umidade e requer cuidados especiais para garantir sua preservação e prolongar sua vida útil. Quando armazenado de forma inadequada, sua qualidade é rapidamente afetada, favorecendo o crescimento de mofo e aumento significativamente o risco de deterioração. Portanto, medidas rigorosas de gestão devem ser tomadas, desde o armazenamento na indústria do etanol até o transporte e utilização nas propriedades rurais.

Para garantir a sustentabilidade do agronegócio, o processo de secagem deve ser eficiente, mantendo as propriedades nutricionais do WDG e minimizando o consumo de energia. Assim, o WDG pode ser estrategicamente utilizado para atender às necessidades nutricionais do gado durante as fases de crescimento e produção.

Este subproduto é particularmente vantajoso quando ensilado, pois aumenta sua vida útil e fornece fonte de energia, bom teor principalmente de proteínas, e demais nutrientes. Ao incorporar o WDG em programas de nutrição animal os produtores podem minimizar custos por ser um subproduto de menor valor que os ingredientes habitualmente utilizados e, ao mesmo tempo, fornecer aos seus animais os nutrientes necessários para um crescimento e produção ideais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as Características da silagem de Grãos Úmidos de Destilaria – WDG com diferentes tempos de pré-secagem, considerando que o tempo de secagem dos grãos pode influenciar diretamente sua composição, afetando o desempenho dos animais que o consomem. A avaliação dos diferentes tempos de pré-secagem do WDG é, portanto, fundamental para garantir a qualidade e segurança do produto final.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Utilização de Subprodutos na alimentação de ruminantes**

Encontrar alternativas alimentares mais econômicas e sustentáveis para ruminantes, visando reduzir custos de produção e melhorar o desempenho animal, é uma prioridade para a pecuária. No Brasil, a produção agrícola é afetada por mudanças sazonais e climática, assim, os preços dos principais alimentos para animais, como soja e milho, oscilam muito ao longo do ano, o que afeta diretamente o custo da produção de carne bovina.

Segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), os preços da soja caíram pelo segundo ano consecutivo, o preço do grão mostrou volatilidade em 2024, o preço da soja encerrou o ano em um patamar não muito distante do valor final de 2023, R\$2.319,00 por tonelada, e chegou a cair quase 20,0% no final de fevereiro. Enquanto os preços do milho caíram 12,3%, com o preço médio no final do ano chegando a R\$1.167,00 por tonelada, até o final de 2024

Esta instabilidade torna o planejamento e a tomada de decisões em confinamento um desafio, onde fatores como o clima, o armazenamento, o transporte e o processamento têm um grande impacto na disponibilidade e no custo destes alimentos.

A utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes para substituir parcialmente ou totalmente alimentos convencionais, pode ser uma estratégia viável para reduzir os custos de produção, desde que seja feita de forma planejada e equilibrada. Outra vantagem é uma maior flexibilidade de formulação das dietas pela disponibilidade de maior diversidade possível de alimentos; além disso, alguns subprodutos podem conter ingredientes especiais ou

complementares aos já existentes, que proporcionam um ajuste fino da dieta, possibilitando melhor desempenho dos animais (MENEHETT & DOMINGUES, 2008).

O sucesso na utilização de subprodutos depende do bom planejamento, armazenamento e manuseio. Alguns produtos não permitem estocagem prolongada, sendo importante que se avalie sua disponibilidade e sazonalidade. Alguns subprodutos só estão disponíveis regionalmente e em pequena escala, o que pode gerar inconstância de fornecimento, caracterizando uma falta grave para a nutrição animal (MENEHETT & DOMINGUES, 2008).

## **2.2 Silagem como forma de conservação**

A ensilagem é reconhecida como a principal técnica de conservação de forragens na pecuária, sendo amplamente empregada para suprir a demanda de alimentos volumosos na nutrição de ruminantes durante períodos de escassez, como a estação seca ou o inverno.

Também é utilizada como suplemento em sistemas de pastejo e como base alimentar em regimes de confinamento. Esse processo baseia-se na fermentação anaeróbica de carboidratos solúveis presentes na planta, os quais são convertidos principalmente em ácido láctico por bactérias lácticas, promovendo uma acidificação do meio até alcançar um pH ideal entre 3,8 e 4,2. Essa acidificação inibe o crescimento de microrganismos indesejáveis, evitando a deterioração da forragem (WEINBERG et al., 2007).

No Brasil, o milho é a principal planta utilizada para ensilagem, correspondendo a aproximadamente 50% das áreas destinadas a essa finalidade, seguido por sorgo, capins tropicais, cana-de-açúcar e aveia (BERNARDES, 2012). A escolha da cultura ensilada depende de diversos fatores, como valor nutricional, disponibilidade hídrica, custo de produção e adaptação à região.

O milho destaca-se pelo elevado teor de amido e valor energético, enquanto o sorgo é uma alternativa viável em áreas com menor disponibilidade hídrica. Já os capins tropicais apresentam alta produtividade de massa verde, porém com menor valor energético, e a cana-de-açúcar, embora rica em sacarose, exige manejo adequado para evitar fermentações indesejáveis.

Assim, a ensilagem representa uma estratégia essencial para garantir a estabilidade alimentar dos rebanhos e otimizar a produtividade dos sistemas de produção animal.

### 2.3 Produção do WDG

Os biocombustíveis têm se tornado uma alternativa cada vez mais viável aos combustíveis fósseis. Dentre essas alternativas, o etanol se destaca como uma das opções mais promissoras, especialmente em curto prazo. Atualmente, a usina de etanol de cereais da Pindorama fabrica cerca de 120 mil litros por dia, com a produção de aproximadamente 120 toneladas de WDG (PINDORAMA, 2024).

No Brasil, a produção de etanol tem sido historicamente realizada com a cana-de-açúcar. No entanto, o milho (*Zea mays* L.) se apresenta como uma matéria-prima atrativa, pois é o terceiro cereal mais cultivado no país e ocupa a segunda maior área de plantio entre os grãos.

Esse crescimento contínuo das áreas semeadas demonstra o potencial do milho para também ser utilizado na produção de etanol (CONAB, 2019). Adicionalmente, o uso de milho pode manter as destilarias operantes durante os intervalos entre as colheitas de cana, o que ajuda a evitar flutuações acentuadas no preço do etanol ao longo do ano (SOBRINHO, 2012). A preferência pelo milho como matéria-prima está relacionada à sua maior eficiência e viabilidade econômica, além do seu alto rendimento na produção de etanol, que é superior ao de outras culturas. Isso ocorre porque o milho é uma biomassa rica em amido, tornando-se a principal fonte utilizada no país para a produção de etanol.

A produção de etanol a partir do milho pode ocorrer por duas vias principais: a via úmida e a via seca. Na via úmida, os grãos passam por um pré-tratamento com água e ácido sulfúrico antes da moagem, o que permite a separação dos principais componentes do milho, como: amido, germen e fibra (STRAZZI, 2015). Já na via seca, os grãos são moídos até se tornarem um pó fino, que é então misturado com água e enzimas para promover a degradação do amido. Esse amido, por sua vez, é a principal matéria-prima para a fermentação alcoólica que gera o etanol (DALL'AGNOL, 2019).

A via seca é a mais utilizada nas indústrias brasileiras, representando cerca de 70% da produção de etanol de milho. O processo é composto por seis etapas principais: moagem, cozimento, liquefação, sacarificação, fermentação e separação. Inicialmente, o milho é moído e combinado com enzimas e água. A mistura é então submetida ao cozimento em temperaturas entre 82°C e 86°C, otimizando a atuação das enzimas sobre o amido.

Em seguida, ocorre a etapa de propagação, na qual é preparado o fermento que receberá o mosto de milho. Nessa fase, são adicionados insumos como ureia, bactericidas e a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que atua na conversão da glicose liberada em etanol e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (SANTOS, 2019).

Após a fermentação, o etanol é separado por destilação e os resíduos passam por centrifugação e evaporação. O resíduo líquido resultante da evaporação origina o xarope, com aproximadamente 50% de umidade. Já o resíduo sólido, proveniente da centrifugação, é o Wet Distillers Grains (WDG), que atualmente tem ganhado atenção como uma alternativa econômica e nutricionalmente benéfica, sobretudo para bovinos de corte (PINDORAMA, 2023).

#### **2.4 Importância da pré-secagem na qualidade do WDG**

A pré-secagem é uma prática que visa reduzir o teor de umidade da forragem antes da ensilagem, sendo especialmente recomendada para espécies vegetais que apresentam elevado teor de água no momento da colheita.

O processo consiste no emurchecimento da planta recém-colhida, por meio da exposição ao sol por um curto período, até que se atinja um teor de matéria seca adequado, geralmente entre 30% e 45%.

De acordo com McDonald et al. (1991), essa redução na umidade contribui para a diminuição da atividade de água ou aumento da pressão osmótica, fatores que atuam diretamente no controle de fermentações indesejáveis, como as provocadas por microrganismos.

No entanto, é fundamental que o processo seja bem conduzido, pois a exposição prolongada ao sol pode causar super secagem do material e perdas nutricionais. Portanto, a présecagem é uma técnica acessível e eficiente que contribui significativamente para a produção de silagens de alta qualidade, especialmente em regiões onde o clima favorece o emurchecimento rápido da forragem.

Com a secagem do WDG o produto se mantém como fontes ricas em proteína e também podem ser usados como fonte de energia para ruminantes. Segundo o NRC (2000), seu valor energético é comparável ao do milho e, em alguns casos, até superior, devido ao maior teor de fibra digestível e gordura.

Com a redução da umidade do WDG evita-se diversos problemas, como o risco de fermentação indesejada, reduziria o custo do transporte e aumentaria o prazo de armazenamento, que em condições normais, dura em torno de 4 dias

Uma alternativa bastante utilizada pelos produtores é a ensilagem, sendo assim possível armazenar o produto por períodos prolongados. Nesse sentido, a pré-secagem seguida da ensilagem do WDG pode melhorar o processo, ajudando a preservar a qualidade nutricional do

WDG, permitindo que ele seja utilizado de maneira mais eficiente e em maior escala nos confinamentos.

O objetivo do trabalho foi avaliar as Características da silagem de Grãos Úmidos de Destilaria – WDG com diferentes tempos de pré-secagem ao sol por zero, dois, quatro e seis dias.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi elaborado e executado pelo Laboratório de Nutrição Animal – LABNUTRI, localizado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

O registro e o acompanhamento dos dados meteorológicos utilizados neste estudo foram obtidos da Estação Agrometeorológica Automática, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo-AL Latitude 9°28'29,1" S; Longitude: 35°49'43,6" W; Altitude 127,0 m. Como mostra a tabela abaixo.

**Tabela 1** – Dados diários das variáveis meteorológicas, Estação Agrometeorológica, CECA/UFAL, Rio Largo – AL, ano de 2024

VARIÁVEIS		20/03/24	22/03/24	24/03/24	26/03/24
Temperatura do ar (°C)	Média	27.2	27.0	27,1	27.5
	Mínima	23.1	23.4	23.3	23.2
	Máxima	32.5	32.7	31.9	33.4
Umidade do ar (%)	Média	78.7	80.9	80.1	80.1
	Mínima	53.6	53.3	58.5	55.5
	Máxima	95.3	96.1	92.9	94.7
Velocidade do Vento 2 m (m s- <sup>-1</sup> )	Média	1.3	1.4	1.8	1.4
Irradiação Solar Global (MJ m- <sup>-2</sup> dia- <sup>-1</sup> )	Média	26.6	21.4	23.0	24.9
Precipitação Pluvial (mm)	Total	0.0	0.0	2.5	0.0
Evapotranspiração referênciã (mm)	de Total	5.3	4.5	4.8	5.1

O WDG utilizado foi proveniente da usina de Açúcar e Álcool - Cooperativa Pindorama, localizada na vila Colônia Pindorama, S/N - Pindorama, Coruripe - AL, 57230-000

Uma vez chegando ao CECA, o WDG foi distribuído de forma uniforme sobre uma lona plástica estendida em local exposto à luz solar direta, com o objetivo de reduzir parte de sua umidade por meio da evaporação natural. Ao longo do dia, o material foi revolvido periodicamente para garantir uma secagem mais homogênea e eficiente. No final da tarde, o produto parcialmente seco foi recolhido e armazenado sobre lona aberta, em um galpão coberto e ventilado, visando à proteção contra intempéries e à continuidade da perda de umidade de forma controlada durante o período noturno. Esse procedimento visou preservar a qualidade do alimento e facilitar seu manuseio e conservação para posterior utilização.

**Tabela 2** – Dados esperados de composição química bromatológica de WDG, de acordo com o CQBAL 4.0

VARIÁVEIS	Controle
MS (g/kg)	318
MM (g/kg)	57.7
MO (g/kg)	948.1
PB (g/kg)	293.9
EE (g/kg)	89.1
FDN (g/kg)	403.5
FDA (g/kg)	110.6
LIG (g/kg)	25.06

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; LIG: Lignina.

Observa-se que o WDG apresenta teor elevado de matéria orgânica (948,1 g/kg) e proteína bruta (293,9 g/kg), o que confirma seu potencial como fonte proteica na alimentação de ruminantes. O teor de extrato etéreo (89,1 g/kg) também contribui para o valor energético do alimento. Já os valores de FDN (403,5 g/kg) e FDA (110,6 g/kg) indicam uma quantidade significativa de fibra, importante para o bom funcionamento do rúmen. O teor de lignina (25,06 g/kg), relativamente baixo, sugere uma boa digestibilidade da fração fibrosa. Esses dados reforçam a viabilidade do uso do WDG como ingrediente alternativo em dietas para ruminantes especialmente em sistemas de confinamento.

As ensilagens foram realizadas nos dias, 20/03/2024 (T1 – Sem secagem); 22/03/2024 (T2 com dois dias de secagem ao sol); 24/03/2024 (T3 com quatro dias de secagem ao sol); e 26/03/2023 (T4 com seis dias de secagem ao sol). Sendo utilizado lonas para espalhar o material e balança digital. Posteriormente o WDG foi colocado em sacos plásticos e prensado, em uma

prensa manual, amarrado, inserido em outro saco e vedado com fita adesiva, sendo devidamente identificados e pesados.

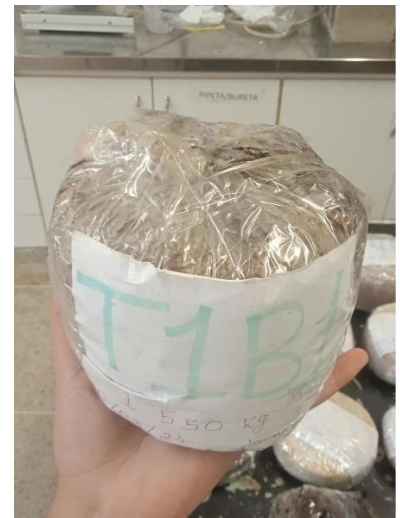
**Foto 1:** Material exposto ao sol



**Foto 2:** Prensa Manual



**Foto 3:** Mini silo pronto



Fonte: Elaboração própria (2024)

A abertura dos silos foi realizada após 125 dias, imediatamente foram avaliados: pH, temperatura, aspecto e aroma. Amostras foram coletadas para posteriormente, serem avaliadas as alterações microbiológicas, e a composição química da silagem.

As concentrações de matéria seca (MS), Os conteúdos de matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB). As análises da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas em autoclave. Segundo metodologia descrita por Detmann (2012).

Para análise sensorial foi utilizado como referência:

#### CORES

Dark Brown – Marrom Escuro

Bistre – Castanho-Amarelada

Russet – Castanho-Avermelhado

#### ODOR

Cheiro apodrecido: Refere-se a um odor intenso de decomposição, caracterizado por um aroma de matéria orgânica em estado de apodrecimento. Esse cheiro é geralmente desagradável,

pode ocorrer quando o produto é mal armazenado e começa a se decompor devido à umidade excessiva ou ao tempo.

**Cheiro Acre e Mofo:** Quando os cheiros se combinam, o resultado é um odor forte, pungente e desconfortável, caracterizado por uma sensação de umidade excessiva e degradação. O aroma mistura o cheiro forte e irritante de substâncias químicas (como vinagre ou amoníaco) com o fétido e úmido do mofo, resultando em um odor desagradável.

**Cheiro Fermentado Suave:** O cheiro do WDG fermentado, quando descrito como suave e semelhante ao de pão, apresenta uma fragrância mais agradável e não tão intensa. Ele remete a um processo de fermentação em estágio inicial, onde a acidez é leve e o odor é mais próximo do que se encontra em massas de pão ou bebidas fermentadas. Esse cheiro suave de fermentação pode até ser atrativo e desejável, pois indica que o produto ainda está dentro de condições de qualidade para a alimentação animal.

**Cheiro Suave:** O cheiro suave do WDG é geralmente mais neutro e não apresenta odores fortes ou desagradáveis. Quando o produto é armazenado adequadamente e está em boas condições para uso, sem sinais de deterioração ou fermentação excessiva.

Para análises microbiológicas foi utilizado a diluição seriada, uma técnica essencial na microbiologia de alimentos para quantificar microrganismos presentes em amostras, incluindo aquelas de origem vegetal.

**Metodologia de Diluição Seriada para Amostras de Origem Vegetal (25g):**

Foi coletado 25 gramas de amostra, de cada tratamento (0, 2, 4 e 6 dias de pré-secagem) aferido em balança de precisão, em condições assépticas, após isto foi adicionado a amostra a 225 mL de água peptonada à 0,1%, resultando em uma diluição inicial de 10<sup>-1</sup>. Em seguida, a mistura foi agitada manualmente por aproximadamente 1 a 2 minutos, garantindo a liberação e distribuição uniforme dos micro-organismos presentes.

Após decantação natural do sólido, foi coletado 1 mL da suspensão inicial (10<sup>-1</sup>) para um tubo contendo 9 mL de água peptonada a 1%, obtendo uma diluição de 10<sup>-2</sup>.

O processo de transferência de 1 mL para tubos subsequentes com 9 mL foi repetido até a diluição de 10<sup>-6</sup> para que seja presumida a carga microbiana da amostra.

Foi preparado meio de Martin com Rosa Bengala, e autoclavado a 120 ATM durante 20 min. Seguido do resfriamento do meio (45-50°C), aferido com termômetro a laser. Em placas de petri previamente estéreis e resfriadas nas mesmas condições, e com os tubos de 9ml de solução homogeneizados, foi transferido 1 mL de cada diluição selecionada para placas de Petri

estéreis contendo de 10 a 15ml de meio de Martin com rosa bengala, previamente endurecido por resfriamento natural.

As inoculações em placa de petri, foram realizadas em triplicata, para cada tratamento da amostra (0, 2, 4 e 6). E armazenadas previamente embaladas em plástico filme, para garantir um menor contato com o meio externo, em temperatura ambiente por 24h.

Para calcular o número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) por grama da amostra original utilizando a fórmula:

$$\text{UFC g}^{-1} = (X \cdot \text{FD}) / V$$

X= Média de cada diluição

FD= Fator de diluição

V= Volume da diluição

O efeito do tempo de pré-secagem do WDG sobre as características da silagem foi avaliado por um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos testados foram: Silagem confeccionada sem pré-secagem do WDG (controle); Silagem confeccionada com dois, quatro e seis dias de pré-secagem ao sol do WDG.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os dados de composição química bromatológica das silagens de WDG submetido a diferentes tempos de secagem ao sol.

Na matéria seca observou-se uma diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Com a menor média no Tratamento sem pré-secagem ao sol, com 280,6g/kg, enquanto a maior foi no Tratamento com seis dias de pré-secagem ao sol, com 71716g/kg. Tal resultado já era esperado, pois a exposição ao sol promove a evaporação da água contida no WDG, aumentando a concentração de matéria seca.

**Tabela 3** – Dados de composição química bromatológica das silagens de WDG submetido a diferentes tempos de secagem ao sol

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>Controle</b>	<b>2 dias présecagem</b>	<b>4 dias présecagem</b>	<b>6 dias présecagem</b>
Peso (Kg)	1.430	0.600	0.800	0.800
MS (g/kg)	280.6a	443.8b	581.5c	716.4d
MM (g/kg)	38.8b	43.2c	69.4	35.1a

MO (g/kg)	961.2c	956.8b	930.6a	964.9d
PB (g/kg)	441.1c	456.4d	429.2b	407.6a
EE (g/kg)	581.3d	261.4c	153.3b	143.4a
FDN (g/kg)	554.9a	603.3c	646,4d	585.2b
FDA (g/kg)	327.1d	213.1c	170.5b	164.3a
LIG (g/kg)	1.1c	1b	1b	0.9a
UR (g/kg)	719.4d	556.2c	418,5b	283.6a

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; LIG: Lignina; UR: Umidade Relativa

Esse aumento de MS está diretamente relacionado à perda de umidade do material, também refletida na redução do teor de umidade relativa (UR), que passou de 719,4g/kg no controle para 283,6g/kg com 6 dias de pré-secagem.

A matéria mineral também apresentou diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. As médias mais próximas foram observadas no controle (38,8g/kg) e com 6 dias (35,1g/kg), embora ainda com diferenças estatísticas.

Possivelmente, com o tempo de secagem, a concentração relativa dos minerais (em base de matéria seca) aumentou, pois, a água foi removida, mas os sais minerais permaneceram. Esse comportamento demonstra que a secagem impacta principalmente a fração aquosa do alimento, enquanto a fração mineral se concentra. O conteúdo de matéria mineral em silagens geralmente se mantém estável, mas tende a se concentrar proporcionalmente com a perda de umidade.

A matéria orgânica apresentou o mesmo comportamento observado para a matéria mineral, pois é inversamente proporcional a ela: quando a matéria mineral aumenta em termos relativos, a matéria orgânica diminui, e vice-versa. A MO manteve-se elevada em todos os tratamentos, com variações sutis, indicando que a maioria dos componentes fermentáveis foi preservada.

Esse comportamento é esperado, pois como descrito por Detmann et al. (2012), a MO reflete o conjunto de compostos orgânicos (proteínas, lipídios e carboidratos) e sua estabilidade indica que o processo fermentativo não comprometeu significativamente a composição do WDG ensilado.

Os valores de proteína bruta se mantiveram elevados entre os tratamentos, variando de 407,6g/kg a 456,4g/kg. Embora o WDG naturalmente possua teores elevados de proteína em função do processo de destilação, no presente estudo, parte da elevação da PB — especialmente no Tratamento de controle — pode estar relacionada à contaminação microbiológica observada na análise microbiológica da silagem, e a diminuição no tratamento com 6 dias de pré-secagem

pode estar relacionada a super secagem que esse tratamento recebeu, fazendo ter perdas nutricionais.

O crescimento de leveduras e possível início de deterioração favorecem a concentração relativa de nitrogênio microbiano e compostos nitrogenados não proteicos, impactando na determinação da proteína bruta (PB), como descrito por Kung Jr. Et al. (2018). Ou seja, além da concentração de nutrientes por perda de água, a contaminação contribuiu para a elevação dos teores de PB, mascarando parcialmente a real qualidade do material.

Segundo Vieira et al. (2021), WDGs normalmente apresentam PB elevada (35–38%), mas valores acima de 40% devem ser interpretados com cautela, principalmente em condições de fermentação indesejada.

O extrato etéreo apresentou resultado extremamente elevado no controle (581,3g/kg) e reduziu drasticamente nos demais tratamentos, chegando a 143,4g/kg com 6 dias. Uma das possíveis explicações é o surgimento de pequenas larvas no controle, não visíveis a olho nu, que podem ter promovido degradação superficial de proteínas e carboidratos, favorecendo a elevação relativa do teor de lipídeos.

Segundo Silva; Oliveira (1998), a presença de larvas ou deterioração microbiológica pode alterar as proporções químicas da silagem, assim promovendo perda de componentes mais solúveis e aumentando proporcionalmente o conteúdo de extrato etéreo. Além disso, a secagem diminui a atividade de microrganismos, preservando melhor a composição original.

A FDN aumentou proporcionalmente com a redução da umidade, pois, conforme a silagem perde água, há uma concentração dos constituintes fibrosos. Esse padrão já foi reportado por McDonald et al. (1991), que explicam que o teor de fibra neutro detergente tende a se elevar em silagens com maior teor de matéria seca.

Quanto à FDA, observou-se que ela diminuiu nos tratamentos com maior tempo de présecagem (4 dias e 6 dias), refletindo melhor qualidade fermentativa. Essa redução da FDA pode ser atribuída à fermentação microbiana mais eficiente, que degrada parcialmente as frações menos digestíveis das fibras.

A lignina permaneceu baixa (~1g/kg) e estável, o que é altamente desejável, pois indica que a digestibilidade da fibra não foi comprometida. Segundo Detmann et al. (2012), a baixa lignina está associada a melhor valor nutricional das forragens, pois a lignina é a fração mais indigestível da planta.

Portanto, a combinação de menor FDA e baixa LIG nos tratamentos com maior tempo de secagem aponta para um produto final de melhor qualidade fermentativa e maior potencial nutritivo para ruminantes.

Como podemos observar na tabela acima, esses resultados demonstram o efeito direto do tempo de secagem sobre a concentração dos nutrientes e características físicas da silagem, sendo comparáveis aos obtidos por outros autores.

Os resultados obtidos na tabela a cima demonstra a importância das análises do WDG, indicando que pode ser uma alternativa viável com bom custo e benefício, uma estratégia promissora na alimentação, mas deve-se observar nos resultados as condições ambientais.

As fotos de 4 a 13 apresentam as diferentes condições dos tratamentos (Controle, 2 dias, 4 dias e 6 dias) aplicados ao Grão Úmido de Destilaria (WDG), desde o silo fechado até sua abertura. As imagens ilustram visualmente as mudanças ocorridas em cada tratamento conforme o tempo de secagem ao sol, evidenciando aspectos como a coloração, textura e presença ou ausência de contaminações.

**Foto 4: Silos Fechados**



Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 5: Abertura dos silos**



Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 6:** Controle, Silo Fechado



Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 7:** Controle, Silo Aberto



Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 8:** 2 dias, Silo Fechado



Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 9:** 2 dias, Silo Aberto



Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 10:** 4 dias, Silo Fechado.

Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 11:** 4 dias, Silo Aberto

Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 12:** 6 dias, Silo Fechado.

Fonte: Elaboração própria (2024)

**Foto 13:** 6 dias, Silo Aberto

Fonte: Elaboração própria (2024)

Na Tabela 3 encontram-se os resultados de pH e Temperatura das silagens de WDG com diferentes tempos de secagem.

Observou-se que o tratamento de controle apresentou o menor pH (2,86), valor abaixo do ideal para silagens de boa qualidade, que geralmente varia entre 3,8 e 4,2, podendo indicar fermentação excessiva ou presença de ácidos indesejáveis.

Quatro dias de pré-secagem apresentou pH de 3,90, dentro da faixa ideal, sugerindo uma fermentação adequada. Já os tratamentos 2 dias e 6 dias de pré-secagem apresentaram pH de 4,80 e 4,73, respectivamente, acima do recomendado, o que pode indicar fermentação incompleta ou crescimento de microrganismos indesejáveis.

**Tabela 4** – Média de pH e Temperatura dos tratamentos, na abertura dos silos

TRATAMENTOS	pH	TEMPERATURA
Controle	2,86	24,58
2 dias de pré-secagem ao sol	4,80	24.42
4 dias de pré-secagem ao sol	3,90	24.34
6 dias de pré-secagem ao sol	4,73	24.16

Quanto à temperatura, os valores permaneceram relativamente estáveis entre os tratamentos, variando de 24,16 °C a 24,58 °C, não indicando influência significativa da secagem ao sol nesse parâmetro.

Temperaturas estáveis indicam um bom processo de fermentação, conforme observado por Neves e Gai (2017), que relataram temperaturas adequadas em silagens de milho com e sem inoculante, ressaltando que silagem de boa qualidade, quando abertas, devem apresentar temperatura próxima à do ambiente, em torno de 25°, pois temperaturas superiores indicam aumento dos riscos de perda de matéria seca.

Esses resultados de pH e Temperatura reforçam a importância do tempo adequado de pré-secagem para garantir uma silagem com boa qualidade fermentativa.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados quanto à presença ou ausência de larvas e fungos na abertura dos silos, conforme os diferentes tempos de secagem ao sol do WDG.

Observou-se que o Tratamento Controle apresentou 100% de incidência de larvas em todas as repetições, embora sem ocorrência de fungos.

No Tratamento 2 dias de secagem ocorreu redução na presença de larvas, mas com aumento na incidência de fungos. O Tratamento 4 dias apresentou ausência total de larvas, porém ainda com presença de fungos. Já o Tratamento 6 dias demonstrou resultados superiores, com ausência completa tanto de larvas quanto de fungos.

**Tabela 5** – Presença e Ausência de Larvas e Fungos na abertura dos silos

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>LARVA</b>	<b>FUNGO</b>
<b>Controle</b>		
T1R1	Sim	Não
T1R2	Sim	Não
T1R3	Sim	Não
T1R4	Sim	Não
T1R5	Sim	Não
<b>2 dias de pré-secagem ao sol</b>		
T2R1	Sim	Não
T2R2	Não	Sim
T2R3	Não	Sim
T2R4	Não	Sim
T2R5	Não	Sim
<b>4 dias de pré-secagem ao sol</b>		
T3R1	Não	Sim
T3R2	Não	Não
T3R3	Não	Sim
T3R4	Não	Sim
T3R5	Não	Não
<b>6 dias de pré-secagem ao sol</b>		
T4R1	Não	Não
T4R2	Não	Não
T4R3	Não	Não
T4R4	Não	Não
T4R5	Não	Não

Um dos maiores problemas na produção de ensilagem está na parte de enchimento, Compactação e vedação do silo (JOBIM et al., 2007). A ensilagem de forrageiras que apresentam teores acima de 55% de umidade, estão sujeitas ao apodrecimento devido ao ambiente favorável à produção de grande quantidade de ácidos indesejáveis, principalmente o

butílico, e há perda de nutrientes pelos efluentes que escoam da massa ensilada (VILELA, 2003).

RIOS (2012) Afirma que tratamentos onde apresentam maior quantidade de larvas e fungos, pode ser explicado pela quantidade de água presente nessas silagens, associado ao tempo de exposição ao ar, no transporte e no momento de chegada da fazenda até a confecção dos silos.

Assim, esses dados indicam que o aumento no tempo de secagem ao sol está diretamente relacionado à redução da presença de larvas e fungos nas silagens, sendo o tratamento com seis dias o mais eficiente nesse aspecto.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados quanto à coloração predominante e o odor percebido na abertura dos silos de WDG submetida a diferentes tempos de secagem ao sol.

No Tratamento Controle a cor variou entre tons de Dark Brown (Marrom Escuro) e Bistre (Castanho-Amarelada) com odor marcadamente apodrecido em todas as repetições, indicando deterioração do material.

Com 2 dias de pré-secagem também apresentou predominância da coloração Bistre, com uma amostra em Dark Brown, e odor caracterizado como “Acre e Mofo” em todas as repetições, sugerindo início de processos de deterioração fúngica.

Com 4 dias de pré-secagem, observou-se uma maior presença da cor Dark Brown e redução na intensidade dos odores indesejáveis, sendo todas as repetições descritas com odor de “Fermentado suave”, o que indica melhoria nas condições de fermentação. Por fim, com 6 dias de pré-secagem apresentou coloração uniforme em Dark Brown em todas as repetições, acompanhada de odor “Suave”, característica desejável em silagens de boa qualidade.

Esses resultados reforçam a influência positiva que o aumento do tempo de pré-secagem ao sol melhora sobre a qualidade da silagem, especialmente no que se refere à conservação, aspecto visual e odor.

Pois, embora não indiquem o valor nutritivo, a aparência e o odor da silagem sinalizam os tipos de fermentação que ocorreram, possibilitando concluir se o material foi bem ou mal conservado. (SILVA; OLIVEIRA, 1998).

**Tabela 6 – Cor e Odor predominante na abertura dos silos**

<b>TRATAMENTOS HEXADECIMAL</b>		<b>COR</b>	<b>ODOR</b>
<b>Controle</b>			
T1R1	#674331	Dark Brown	Apodrecido
T1R2	#674230	Dark Brown	Apodrecido
T1R3	#4C3120	Bistre	Apodrecido
T1R4	#403228	Bistre	Apodrecido
T1R5	#432E1F	Bistre	Apodrecido
<b>2 dias de pré-secagem ao sol</b>			
T2R1	#2F241F	Bistre	Apodrecido
T2R2	#3B2F26	Bistre	Acre e Mofo
T2R3	#4C311E	Bistre	Acre e Mofo
T2R4	#5D3F38	Russet	Acre e Mofo
T2R5	#664233	Dark Brown	Acre e Mofo
<b>4 dias de pré-secagem ao sol</b>			
T3R1	#5B382B	Bistre	Fermentado suave
T3R2	#714734	Dark Brown	Fermentado suave
T3R3	#603A2B	Dark Brown	Fermentado suave
T3R4	#553427	Bistre	Fermentado suave
T3R5	#734D3B	Dark Brown	Fermentado suave
<b>6 dias de pré-secagem ao sol</b>			
T4R1	#7A4F3C	Dark Brown	Suave
T4R2	#693F2E	Dark Brown	Suave
T4R3	#633D2D	Dark Brown	Suave
T4R4	#6B4434	Dark Brown	Suave
T4R5	#683E2E	Dark Brown	Suave

A silagem ideal deve ser verde-clara, amarelada, amarelo-pálido ou levemente amarronzada. Aquelas muito escuras são produto de alta umidade e/ou altas temperaturas (decorrentes de respiração celular intensa, devido à disponibilidade de oxigênio), e as pretas são definitivamente estragadas. (SILVA; OLIVEIRA, 1998).

Para os resultados da análise microbiológica, após a incubação, as placas com as alíquotas do tratamento controle, foram as únicas que apresentaram colônias de leveduras para contagem.

De forma que:

Controle – Crescimento de levedura – utilizando diluição 10-6

>6,5 10<sup>9</sup> UFC g-1 (Estimativa)

2, 4, e 6 dias de pré-secagem – Não teve crescimento

<10 UFC g-1 (Estimativa)

UFC = Unidade Formadora de Colônia

## 5 CONCLUSÃO

O tempo de secagem ao sol influencia significativamente a qualidade microbiológica, sensorial e bromatológica da silagem de WDG.

Quatro dias de secagem ao sol, antes de ensilar, proporcionou a melhor silagem para utilização na alimentação de ruminantes.

A pré-secagem do WDG se mostrou uma estratégia eficaz para aumentar a viabilidade do seu uso em sistemas de nutrição animal, especialmente em regiões tropicais.

## 6 REFERÊNCIAS

AGROCERES MULTIMIX. Por dentro do cocho: perfil nutricional dos diferentes tipos de DDGs. Agrocerees Multimix. Disponível em: <https://agrocereesmultimix.com.br/blog/pordentro-do-cocho-perfil-nutricional-dos-diferentes-tipos-de-ddgs/>. Acesso em: 11 nov. 2024.

ALBERTINI, Tiago Zanett et al. Exigências nutricionais, ingestão e crescimento de bovinos de corte. 2015. Embrapa. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120216/1/Nutricao-AnimalCAPITULO-08.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2024.

ALMEIDA, Henrique. Abia: preços da soja, milho e trigo caem mais de 20% em 2023 com boas safras. Canal Rural. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/agricultura/abiaprecos-da-soja-milho-e-trigo-caem-mais-de-20-em-2023-com-boas-safras/>. Acesso em: 11 nov. 2024.

BERNARDES, T.F. Levantamento das práticas de produção e uso de silagens em fazendas leiteiras no Brasil. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012. (Ebook). Acesso em: 17 mai. 2025.

BRANDÃO, Luiz Gustavo Neves et al. Características fermentativas e qualidade das silagens de sete genótipos de milho de ciclo precoce ou super-precoce. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/161472/1/OPB2160.pdf> > Acesso em: 17 Abr. 2025

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). RETRO 2024-MILHO/CEPEA: Oferta brasileira cai em 2024, mas a mundial cresce. Cepea, 30 dez. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/diarias-de-mercado/retro-2024-milhocepea-oferta-brasileira-cai-em-2024-mas-a-mundial-cresce.aspx>. Acesso em: 16 Abr. 2025.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). RETRO 2024-SOJA/CEPEA: Oferta e preço do grão caem em 2024; demanda eleva cotação do óleo. Cepea, 30 dez. 2024. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/diarias-de-mercado/retro2024-soja-cepea-oferta-e-preco-do-grao-caem-em-2024-demanda-eleva-cotacao-dooleo.aspx>. Acesso em: 16 Abr. 2025.

CONAB, Perspec. agropec., Brasília, v.7, p. 1-100, out. 2019. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/43258\\_740c07378b7c174a4f702d3a396546a1](https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/43258_740c07378b7c174a4f702d3a396546a1). Acesso em: 07 Abr. 2025.

DALL'AGNOL, AMÉLIO. Etanol do milho. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/etanol-do-milho\\_418884.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/etanol-do-milho_418884.html). Acesso em: 07 Abr. 2025.

DANTAS, Carlos Clayton Oliveira; NEGRÃO, Fagton de Mattos. Produção de silagem présecada. Pubvet, [S. l.], v. 4, n. 33, 2015. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/2469> Acesso em: 17 maio. 2025.

DA SILVA, Neusely. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. Varela, 2007.

DE CARVALHO, Thiago Bernardino; DE ZEN, Sérgio. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. Revista iPecege, v. 3, n. 1, p. 85-99, 2017. Disponível em: <https://ipecege.emnuvens.com.br/Revista/article/view/109/77>. Acesso em: 11 nov. 2024.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLE, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M. E AZEVEDO, J.A.G. (Eds.). Métodos para análise de alimentos. INCT. Ciência Animal. 1 ed. Visconde do Rio Branco. Suprema. 2012. 214 p. Acesso em: 25 Abr. 2025

DOWNES, F. P.; ITO, K. Compendium of Methods for the Microbiology examination of foods. 2001.

ESTADÃO. Conheça 8 alternativas ao milho e à soja na ração animal. Agro Estadão. Disponível em: <https://agro.estadao.com.br/summit-agro/conheca-8-alternativas-ao-milho-e-asoja-na-acao-animal>. Acesso em: 11 nov. 2024.

FORMIGONI, Ivan. Perspectiva de preço da soja para 2025. Farmnews, 26 dez. 2024. Disponível em: <https://farmnews.com.br/mercado/perspectiva-de-preco-da-soja-para-2025/>. Acesso em: 16 Abr. 2025.

GOMES, Vinicius C. Alimentação de Bovinos Com DDGS E WDGS. Nutrimosaic. Disponível em: <https://nutrimosaic.com.br/ddg-e-wdg-na-alimentacao-de-bovinos/>. Acesso em: 11 nov. 2024.

HEDGEAGRO. WDG milho. Disponível em: <https://hedgeagro.com.br/wdgmilho/#importancia-do-wdg-na-producao-de-etanol>. Acesso em: 11 nov. 2024.

IBGE. Produção agropecuária: bovinos. IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>. Acesso em: 11 nov. 2024.

JESUS, Évelly Vitória Oliveira de. Qualidade microbiológica de queijo coalho adquiridos em feira livre no município de Maceió-AL. 2023. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2023.

JOBIM, Clóves Cabreira et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, p. 101-119, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/cGcwzhYPxNb5mwmw9SJgZgm/?format=html&lang=pt>  
Acesso em: 23 Abr. 2025

KUNG JR., L.; SHAVER, R.; GRANT, R.; SCHWAB, D. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. Journal of Dairy Science, v. 101, p. 4020–4033, 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218303242>  
Acesso em: 25 Abr. 2025

MCDONALD, Peter; HENDERSON, AR; HERON, S. Jo E. A bioquímica da silagem . 1991. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19930759161> Acesso em: 25 Abr. 2025

MENEGHETTI, C. de C. et al. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. Revista Eletrônica Nutritime, v. 5, n. 2, p. 512-536, 2008. Disponível em: <https://www.nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/01/Artigo052.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2024.

NEVES, Gabriel Victor Silva et al. de corte no Brasil: uma revisão sistemática de literatura. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 13, n. 6, p. 277-293, 2022. Disponível em: <https://www.sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/7465/4068>. Acesso em: 11 nov. 2024.

NEVES, Maria Isabel Rauber; GAI, Vívian Fernanda. Temperatura, pH e qualidade bromatológica de silagem de milho com e sem inoculante. Revista Cultivando o Saber, v. 10, n. 4, p. 59-68, 2017. Disponível em:

<https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/download/816/741> Acesso em: 23 abr. 2025

NUTRIMOSAIC. DDG e WDG na alimentação de bovinos. Nutrimosaic. Disponível em: <https://nutrimosaic.com.br/ddg-e-wdg-na-alimentacao-de-bovinos/>. Acesso em: 11 nov. 2024.

OLIVEIRA, Jackson Silva et al. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. 1998. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-infoteca-e-doc-957981/Description> Acesso em: 25 Abr. 2025

PINDORAMA. Pindorama apresenta WDG a pequenos produtores de leite. Pindorama. 2023. Disponível em: <https://www.cooperativapindorama.com.br/2023/03/02/pindorama-apresentawdg-a-pequenos-produtores-de-leite/>. Acesso em: 11 nov. 2024.

PINDORAMA. Usina Pindorama realiza adaptações na indústria para ampliar capacidade de produção de etanol de cereais. Pindorama, 17 abr. 2024. Disponível em: <https://www.cooperativapindorama.com.br/2024/04/17/usina-pindorama-realiza-adaptacoesna-industria-para-ampliar-capacidade-de-producao-de-etanol-de-cereais/>. Acesso em: 16 mai. 2025.

REHAGRO. DDG e WDG: grãos de destilaria do milho. Rehagro, Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/ddg-e-wdg-graos-de-destilaria-do-milho/>. Acesso em: 11 nov. 2024.

RIOS, Maisa Paschoal et al. Aspectos físicos das silagens de capim elefante com diferentes níveis de inclusão de farelo úmido de glúten de milho. Veterinária Notícias, v. 18, n. 2, p. 110113. <https://seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/22861/12391> Acesso em: 25 Abr. 2025

SANTOS, Oslei Aparecido dos. Bioquímica Brasil: produção de etanol a partir de milho, conceitos e operação. Produção de Etanol a partir de Milho, conceitos e operação. 2019. Disponível em: <https://bioquimicabrasil.com/2019/07/20/producao-de-etanol-a-partir-demilho-conceitos-e-operacao/>. Acesso em: 07 Abr. 2025.

SEABOLD, Skipper; PERKTOLD, Josef. Statsmodels: Econometric and Statistical Modeling with Python. In: Proceedings of the 9th Python in Science Conference. 2010.

STRAZZI, Sueli. Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais. *Visão Agrícola*, v. 13, n. 9, p. 146-150, 2015. Disponível em: [https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Industrializacaoartigo4.pdf](https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Industrializacaoartigo4.pdf).

Acesso em: 07 Abr. 2025.

VIEIRA, Lucas Cavalli et al. Utilização de DDG e WDG na nutrição de ruminantes. In: ZOOTECNIA DE PRECISÃO: DESAFIOS E APLICAÇÕES. Editora Científica Digital, 2021. P. 151-169. Disponível em:

<https://www.academia.edu/download/100511635/211106630.pdf> Acesso em: 15 Abr. 2025

VILELA, D.; VEIGA, VM de O. A silagem e seus riscos. 2003. Disponível em:

<https://core.ac.uk/download/pdf/15443503.pdf> Acesso em: 23 Abr. 2025

WEINBERG, Z. et al. Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn silages. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 4 754-4 762, 2007. Acesso em: 17 mai.

2025.

ZOPOLLATTO, Maity. Conservação de forragens. Curitiba: SENAR AR/PR, 2020. 108 p. ISBN 978-65-88733-10-3. Disponível em:

[https://www.sistemafaep.org.br/wpcontent/uploads/2021/11/PR.0349-Conservacao-de-forragens\\_web.pdf](https://www.sistemafaep.org.br/wpcontent/uploads/2021/11/PR.0349-Conservacao-de-forragens_web.pdf) Acesso em: 17 mai.

2025.