



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO E DA QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA  
SILAGEM DE MILHO**

**NAIR TERESA DE CARVALHO SILVA DA CONCEIÇÃO**

Cuité-PB

2024

NAIR TERESA DE CARVALHO SILVA DA CONCEIÇÃO

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO E DA QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA  
SILAGEM DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Campina Grande, como pré-requisito para a  
obtenção de título de Licenciada em  
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Kidelmar Dantas de Oliveira

Cuité-PB

2024

C744a Conceição, Nair Teresa de Carvalho Silva da.

Avaliação do processo e da qualidade bromatológica da silagem de milho. / Nair Teresa de Carvalho Silva da Conceição. - Cuité, 2024. 37 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2024.

"Orientação: Prof. Dr. Fernando Kidelmar Dantas de Oliveira".

Referências.

1. Milho. 2. Fermentação anaeróbica. 3. *Zea mays*. 4. Composição microbiológica. 5. Bactérias ácido-lático. 6. Forragens. 7. Fermentação. 8. Ensilagem. 9. Centro de Educação e Saúde. I. Oliveira, Fernando Kidelmar Dantas de. II. Título.

CDU 633.15(043)

NAIR TERESA DE CARVALHO SILVA DA CONCEIÇÃO

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO E DA QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA  
SILAGEM DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção de título de licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 02/10/2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Fernando Kidelmar Dantas de Oliveira

(Orientador - UFCG)

---

Prof. Dr. Marcus José Conceição Lopes

(Membro Titular - UFCG)

---

Prof. *M.Sc.* Walmir Souza Vasconcelos

(Membro Titular – Sebrae - PB)

## **DEDICO**

Esta monografia à minha mãe, Laura Augusta de Carvalho Silva, que nunca mediu esforços para me proporcionar o melhor com o que tinha disponível; a minha avó, Teresa Lúcia de Carvalho Silva (*in memoriam*) que sempre foi minha inspiração e, para minha pessoa por ter conseguido.

## AGRADECIMENTOS

A minha pessoa, pois mesmo em meio a tantos obstáculos não ter desistido e ter seguido firme em busca de mais essa realização pessoal.

A minha mãe, Laura Augusta de Carvalho Silva, por todo o incentivo e apoio nos momentos de adversidades, todo o amor, paciência, ensinamentos e compreensão. Manifesto aqui toda minha gratidão por tudo e por tanto. Amo-te infinitamente.

A minha querida avó, Teresa Lúcia de Carvalho Silva (*in memoriam*), que desde sempre foi a minha fonte de inspiração para buscar e alcançar todos os meus objetivos.

A minha prima e comadre, Sofia Teresa de Carvalho Soares, por todas as conversas, acolhimentos, amor, refúgio e apoio durante todas as nossas vidas e muito mais nessa jornada. Amo-te muito além.

A minha amada filha, Fernanda Malu de Carvalho Silva Rocha, que por tantas vezes precisou ficar longe da minha companhia e, que mesmo sendo tão pequenininha sempre entendeu e me apoiou, te amo mais que tudo, minha Baú.

A todos os colegas de sala por todas as trocas de conhecimentos e tantas outras experiências vividas durante nosso período juntos. Forte abraço.

A todos os professores que participaram da minha trajetória acadêmica, especialmente ao professor Fernando Kidelmar Dantas de Oliveira, responsável pela orientação e realização dessa pesquisa. Muito obrigada pela paciência e as trocas de conhecimentos.

À banca examinadora, composta pelos professores Marcus José Conceição Lopes e Walmir Souza Vasconcelos pela participação e por todas as contribuições para com esse trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande, CES, *Campus* de Cuité.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, enriquecendo meu processo de aprendizado e auxiliando na minha formação.

*“O ontem do homem talvez jamais seja como o seu  
amanhã: nada perdura, a não ser a instabilidade”.*

Percy Shelley

## RESUMO

A ensilagem é uma técnica essencial para a conservação de forragens, permitindo a preservação em condições anaeróbicas através da fermentação realizada por bactérias ácido-láticas, que reduzem o pH da massa ensilada. Diversos fatores, como o teor de matéria seca, o tamanho das partículas e a composição microbiológica da forragem, influenciam diretamente a qualidade da silagem. O milho (*Zea mays* L.) é a cultura mais utilizada para silagem devido à sua alta produtividade e adaptabilidade ao clima tropical. O desenvolvimento de variedades e híbridos geneticamente modificados trouxe benefícios adicionais, como resistência a pragas e maior valor nutricional. No entanto, a qualidade da silagem pode ser comprometida pelo armazenamento inadequado, que permite a entrada de oxigênio e afeta a fermentação anaeróbica. Este estudo objetivou acompanhar o processo da ensilagem do milho e pesquisar a qualidade da silagem com o uso de ureia, aferir a produção de fitomassa por hectare e descrever de forma sucinta o processo anaeróbico da atuação dos microrganismos na silagem. A pesquisa foi realizada no município de Nova Floresta, Paraíba, localizado na mesorregião do Agreste Paraibano e microrregião do Curimataú Ocidental. O semeio do milho foi realizado na data de 16 de abril de 2024, no sítio Montevidéu, Nova Floresta - Paraíba, sendo utilizadas sementes transgênicas Brevant híbrida B2433PWU. O processo da ensilagem do milho foi realizado conforme recomendações técnicas adequadas, porém a qualidade da silagem não pode ser avaliada em virtude do atraso que ocorreu nos procedimentos laboratoriais. A área de cultivo de 0,54 ha produziu de fitomassa verde para ensilagem 13.800 kg, o que é equivalente a 25,5 toneladas por hectare.

**Palavras-chave:** Fermentação anaeróbica; *Zea mays* L.; Composição microbiológica; Bactérias ácido-láticas.

## ABSTRACT

Ensiling is an essential technique for the conservation of forage, allowing preservation in anaerobic conditions through fermentation carried out by lactic acid bacteria, which reduce the pH of the ensiled mass. Several factors, such as the dry matter content, particle size and microbiological composition of the forage, directly influence the quality of the silage. Corn (*Zea mays* L.) is the most used crop for silage due to its high productivity and adaptability to the tropical climate. The development of genetically modified varieties and hybrids has brought additional benefits, such as pest resistance and increased nutritional value. However, silage quality can be compromised by inadequate storage, which allows oxygen to enter and affects anaerobic fermentation. This study aimed to monitor the ensiling process of corn and research the quality of the silage using urea, measure the production of phytomass per hectare and succinctly describe the anaerobic process of microorganisms acting in the silage. The research was carried out in the municipality of Nova Floresta, Paraíba, located in the Agreste Paraibano mesoregion and Curimataú Oeste microregion. The corn was sown on April 16, 2024, at the Montevideo site, Nova Floresta - Paraíba, using Brevant hybrid B2433PWU transgenic seeds. The corn ensiling process was carried out in accordance with appropriate technical recommendations, but the quality of the silage could not be assessed due to the delay that occurred in the laboratory procedures. The 0.54 ha cultivation area produced 13,800 kg of green phytomass for silage, which is equivalent to 25.5 tons per hectare.

**Keywords:** Anaerobic fermentation; *Zea mays* L.; Microbiological composition; Lactic acid bacteria.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa do Estado da Paraíba destacando localização geográfica do município de Nova Floresta.....	20
<b>Figura 2.</b> Sementes utilizadas no cultivo de milho.....	21
<b>Figura 3.</b> Corte da fitomassa de milho e uso da máquina forrageira para realização do corte da partícula para silagem.....	21
<b>Figura 4.</b> Ureia utilizada como aditivo no processo da ensilagem da palhada de milho.....	22
<b>Figura 5.</b> Sacos plásticos utilizados na ensilagem.....	22
<b>Figura 6.</b> Espaçamento do milho e sistema de irrigação por gotejamento.....	23
<b>Figura 7.</b> Bomba centrífuga utilizada para a irrigação da área de plantio.....	24
<b>Figura 8.</b> Reservatório de água para que serve de aporte para o sistema de irrigação...24	
<b>Figura 9.</b> Armazenamento da silagem produzida no sítio Montevideú, Nova Floresta, PB.....	25
<b>Figura 10.</b> Amostra da silagem cedida para a realização do trabalho (A). Silagem aberta para coleta e pesagem para ser enviada para a análise bromatológica (B).....	26
<b>Figura 11.</b> Pesagem da amostra de silagem de milho, para ser enviada ao laboratório..	27
<b>Figura 12.</b> Amostra coletada e identificada para envio ao Laboratório de Nutrição Animal da UFPB.....	27

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
2.1. GERAL .....	13
2.2. ESPECÍFICOS .....	13
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	14
3.1. A CULTURA DO MILHO .....	14
3.2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DA SILAGEM .....	16
3.3. SILAGEM DE MILHO .....	16
3.4. BIOTECNOLOGIA NO CULTIVO DO MILHO .....	16
3.5. UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA SILAGEM.....	18
3.6. ASPECTOS BROMATOLÓGICOS .....	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
4.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA .....	20
4.2. DESCRIÇÃO DA VISITA .....	21
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	32
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A ensilagem é um método de conservação de forragens úmidas em meio anaeróbio, através da atuação da microbiota epífita, sobretudo bactérias ácido lácticas que produzem ácidos orgânicos (ácido láctico) resultando na redução do pH. Diferentes fatores como teor de matéria seca e carboidratos solúveis, conteúdo de substâncias tamponantes e principalmente, a composição microbiológica da forragem, podem alterar o produto desde processo de ensilagem (Macêdo *et al.*, 2017).

McDonald *et al.*, (1991) indicaram que o tamanho de partículas, quando inferior a 2 cm, pode atuar positivamente sobre a disponibilidade de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, gerar estímulo ao crescimento de bactérias lácticas. O tamanho da partícula também atua favoravelmente no consumo de matéria seca e no aumento da passagem da digesta pelo trato digestivo (Kononoff *et al.*, 2003).

De acordo com Neumann *et al.*, (2007) a altura de colheita da planta de milho é fato importante a se considerar durante a confecção de silagem. O aumento da altura de corte das plantas, via regulagem na ensiladeira, proporciona somente a colheita da porção superior da planta de milho, resultando em silagem com maior participação de grãos na matéria seca.

Todavia, a disponibilidade e a qualidade da forragem sofrem grandes variações ao longo do ano, em consequência de fatores climáticos, como estações secas prolongadas, que podem ser mais ou menos intensas dependendo da região e das condições climáticas no ano agrícola, tornando-se necessário o armazenamento de forragem na forma de feno ou de silagem para esse período (Silva *et al.*, 2015).

O milho (*Zea mays*, L.) é uma cultura consagrada na confecção de silagem, por apresentar elevada produtividade de massa verde com excelente qualidade de fermentação no ponto ótimo de corte (Alves Filho *et al.*, 2000). Segundo Nussio *et al.*, (2001) as características são desejáveis de uma planta para ensilagem pois tem a adaptabilidade ao clima tropical, alta produtividade, teor adequado de matéria seca, bom valor nutritivo com alto consumo pelos animais, baixo poder de tampão, níveis adequados de carboidratos solúveis para a fermentação e sua conseqüente conservação.

A silagem do milho é caracterizada como a mais popular cultura de ensilagem sendo cultivada em extensas áreas e indiferentes partes do mundo; além de ser considerado um alimento volumoso nutricionalmente completo com alta densidade

energética, teores moderados de proteína bruta sem necessidade de incorporação de aditivos (Factori, 2008).

Em relação ao melhoramento genético encontram-se hoje no mercado variedades, híbridos duplos, triplos e simples, sendo que os híbridos triplos e simples podem ser dos tipos modificados ou não, além de um *top cross* (método utilizado no melhoramento genético de plantas, especialmente milho, para avaliar a capacidade de combinação de diferentes linhagens), resultado do cruzamento de um híbrido simples, uma variedade e dois híbridos intervarietais (Cruz e Pereira Filho, 2005). Na escolha de um híbrido de milho para a produção de silagem almeja-se alta percentagem de grãos (Factori, 2008).

A produção de variedades geneticamente modificadas baseia-se na transformação genética através da inserção no genoma da planta de uma ou mais sequências de DNA, geralmente isoladas de espécies diferentes, de forma a garantir a expressão do(s) gene(s) de interesse. As características das variedades geneticamente modificadas fornecem vantagens, como resistência a pragas e doenças, tolerância a variações climáticas, aumento da qualidade e do valor nutricional das culturas, tolerância a alguns herbicidas, entre outros (Anklam *et al.*, 2002; Cellini *et al.*, 2004).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o processo de produção de silagem de milho e suas características bromatológicas produzidas no município de Nova Floresta - PB.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Acompanhar o processo de produção da ensilagem do *Zea mays* L. e avaliar a qualidade bromatológica da silagem com o uso de ureia a 3%.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Mensurar a produtividade da silagem de milho por hectare;

Descrever de forma sucinta o processo anaeróbico da atuação dos microrganismos na silagem (bactérias anaeróbicas).

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. A CULTURA DO MILHO

O *Zea mays* L. é uma planta de origem tropical pertencente à ordem Graminae, família Poaceae, subfamília Panicoideae, tribo Maydeae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays* L., atualmente o milho é adaptado e cultivado nas mais diversas condições ambientais, por ser uma planta cuja fotossíntese se realiza mediante o ciclo do carbono C<sub>4</sub> (Borem e Giúdice, 2004).

O milho é uma gramínea anual do grupo de plantas do tipo C<sub>4</sub>, a qual possui grande adaptação as condições climáticas. Tem sua máxima produção expressa em temperaturas elevadas e alta radiação solar incidente, além de suprimento hídrico adequado durante seu ciclo vegetativo. A temperatura ideal de desenvolvimento da cultura do milho está situada entre 10 e 30°C.

A radiação solar incidente fotossinteticamente ativa está situada na faixa de 400 a 700 nanômetros de comprimento de onda (Kuntz, 2005). Cruz *et al.* (2011) fala que o desenvolvimento do milho é restrito pela disponibilidade hídrica, fotoperíodo e temperatura. De acordo com o autor, o milho requisita que os níveis de fatores como temperatura, precipitação pluviométrica e o fotoperíodo, alcancem níveis ótimos para a cultura, assim seu potencial genético de produção conseguirá se expressar em maior rendimento.

Em função da sua capacidade produtiva, composição química e valor nutritivo, o milho está entre um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. A cultura é de extrema importância para o Brasil, que ocupa o ranking de terceiro maior produtor mundial, com o cultivo principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. O grão pode ser destinado à alimentação animal na forma de rações ou consumo direto, alimentação humana, e indústria de alimentos como amidos, fubás, farinhas, entre outras (MAPA, 2011).

A cultura do milho é importante para o país, não apenas como fonte de alimento, mas, sobretudo, pelo papel socioeconômico que representa, pois apresenta alto potencial produtivo e é bastante responsivo à tecnologia. Seu cultivo geralmente é mecanizado, se beneficiando muito de técnicas modernas de plantio e colheita (Farias, 2013). Apesar de

estar entre os três maiores produtores, o Brasil não se destaca entre os países com maior produtividade.

Segundo Ferreira, (2012) o milho é cultivado em todos os estados brasileiros e em quase todas as propriedades agrícolas, tanto na agricultura familiar quanto na de exportação, envolvendo um contingente significativo de mão de obra rural no processo produtivo.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), no Brasil o milho é cultivado, geralmente, em dois períodos no ano, sendo denominados de safra e safrinha, resultado da entressafra. Tal cultura é de evidente importância para a economia no Brasil por sua grande contribuição no mercado, sendo resultado das mais diversas maneiras de utilização de seus produtos, quer sejam de consumo humano ou animal.

Há poucas opções de híbridos de milho desenvolvidos com destinação específica para a produção de silagem, além de características adequadas às diferentes áreas de cultivo do Brasil. A maioria dos cultivares de milho disponíveis para produção de silagem são genótipos adaptados, principalmente devido a sua alta produtividade de grãos (Gomes, 2003). Alguns critérios vêm sendo amplamente utilizados para seleção de híbridos de milho, para produção de silagem, entre eles, altura de planta, produtividade de matéria seca (MS), produção de grãos, resistência a doenças e pragas e tolerância à seca (Nussio, 1991).

Inicialmente a escolha do híbrido para a produção de silagem é de extrema importância para que o produtor adquira um produto de qualidade que resulte em lucros satisfatórios no desenvolvimento da atividade pecuária. No mercado brasileiro existe um número grande de oferta de híbridos de milho, sendo de fundamental importância avaliar o desempenho agrônomo dos principais híbridos recomendados para as diferentes regiões de cultivo (Lupatini *et al.*, 2004).

Factori, (2008) diz que um dos fatores mais importantes a ser considerado quando se procura avaliar a qualidade das silagens é o teor de MS. As perdas de nutrientes por efluente são maiores na medida em que a forragem ensilada apresenta alto teor de umidade (Waldo, 1976).

A maioria dos produtores ainda colhe o milho para silagem com os grãos ainda leitosos ou no “ponto de pamonha”, com teores de MS inferiores a 25%; a linha de leite no grão pode ser um indicador para a determinação da umidade (Factori, 2008).

Segundo Carmo *et a.*, (2006) para uma silagem de milho de boa qualidade, o ponto de colheita é um fator muito importante; o corte precoce (menor que 30% MS)

implica em plantas cujo grãos não estão devidamente formados ou cheios, porque a percentagem de água ainda é muito alta resultando em perdas por efluentes.

### 3.2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SILAGEM

A silagem é produzida pelo processo da ensilagem, que é uma técnica de conservação da forragem que consiste no corte, picagem, compactação e na devida alocação do material dentro de um recipiente ou estrutura denominada silo, na qual a combinação entre um ambiente anaeróbio e um pH baixo é fundamental para evitar uma atividade microbiana indesejável (Pahlow *et al.*, 2003).

A qualidade da silagem refere-se diretamente ao sucesso ou não do processo fermentativo, juntamente com valor nutritivo constituído na silagem, pois, é uma variável que depende do processo de conservação, bem como da composição inicial da planta forrageira (Ramos *et al.*, 2021).

Tecnologias microbiológicas, como os inoculantes microbianos específicos para silagens, são selecionados em laboratório e aplicados no campo como forma de reduzir as perdas fermentativas e proporcionar silagens de elevada qualidade (Santos, 2012). Ainda segundo a autora, esses aditivos têm características distintas em relação as suas funções, e as bactérias do ácido láctico (BAL), tem merecido destaque nos processos de seleção de microrganismos para serem utilizados como aditivos em silagem.

As bactérias do ácido láctico, como *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium*, são predominantes durante o processo de fermentação da silagem de milho. Elas convertem açúcares fermentáveis em ácido láctico, o que resulta em uma rápida diminuição do pH, crucial para a preservação da silagem e inibição de microrganismos indesejáveis (McDonald *et al.*, 2018). Kung et al. (2018) mostraram que a inclusão de inoculantes contendo diferentes cepas de BAL pode aumentar a produção de ácido láctico e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da silagem.

Santos (2012), fala que a microbiota da silagem desempenha papel fundamental na qualidade do processo de conservação da forragem, podendo ser dividida, basicamente, em dois grupos, os microrganismos desejáveis, representados pelas BAL e bactérias do ácido propiônico (BAP) e aqueles indesejáveis, que estão associados às perdas durante a ensilagem, ocasionadas pela deterioração anaeróbia (*Clostridium* spp. e

enterobactérias) ou deterioração aeróbia (*Bacillus* spp., *Listeria* spp., leveduras e fungos filamentosos).

Pahlow *et al.* (2003), diz que as bactérias do ácido lático correspondem ao principal grupo de microrganismos que atuam no processo fermentativos. Também são classificadas como bactérias gram-positivas, usualmente não móveis e não esporulantes. Todas são microaerofílicas, mas algumas tem preferência por condições anaeróbicas (Hammes; Hertel, 2003). A característica principal das BAL é a produção de ácido lático como único ou principal produto de seu metabolismo.

A fase de fermentação tem início quando há o esgotamento da maior parte do oxigênio presente. Uma vez que o silo restringe a entrada de oxigênio, o processo de respiração aeróbica das plantas juntamente com o da microbiota epífita é responsável por consumir o oxigênio presente. O ambiente com concentração reduzida de oxigênio cessa a respiração pela planta, inibe o crescimento dos microrganismos aeróbios e cria condições favoráveis para as bactérias lácticas epífitas ou adicionadas inoculante produzirem ácido lático (Santos, 2012).

As bactérias lácticas da microbiota epífita são essenciais para a fermentação das silagens, sendo detectadas em densidades de  $10^1$  a  $10^5$  UFC  $g^{-1}$  em forragem de alfafa;  $10^6$  em gramíneas perenes e  $10^7$  em milho e sorgo em cima temperado (Pahlow *et al.*, 2003).

Conhecer adequadamente as etapas para a produção de silagem é de grande valia para entender como funciona o processo fermentativo e como pode ser maximizado, resultando em silagem de qualidade e, conseqüentemente, satisfatório desempenho animal (MACÊDO, 2019).

O pH é um parâmetro que mensura a qualidade do processo de ensilagem, visto que nesse processo a queda do pH ocasionará uma redução da atividade proteolítica das enzimas da própria forragem, bem como a redução do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (Ramos *et al.*, 2021).

### 3.3. SILAGEM DE MILHO

De acordo com Nussio, Campos e Dias (2001), o milho apresenta os requisitos básicos para a confecção de uma boa silagem e tem sido cada vez mais recomendado, devido às suas características de alto rendimento de massa verde por hectare, boa

qualidade, relativa facilidade de fermentação no silo, além de boa aceitação por parte dos bovinos e ganhos de peso satisfatórios de animais em confinamento (Gomes *et al.*, 2002). Ainda se referindo aos autores, na confecção das silagens, aspectos ligados ao tamanho das partículas e à altura de colheita das plantas afetam o grau de compactação e, por consequência a condição alcançada de anaerobiose, que é decisiva no processo de fermentação e conservação.

Segundo Neumann (2007) a qualidade da silagem de milho sofre influências de aspectos como o híbrido utilizado e o estágio de maturação na colheita além de aspectos relativos ao solo e ao clima.

Desta forma, a variação do desenvolvimento dos mesmos cultivares entre ambientes requer avaliação sobre essa variabilidade regional (Paziani *et al.*, 2009) para que o produtor possa escolher o mais indicado para cada situação, a partir de critérios agronômicos e morfológicos.

#### 3.4. BIOTECNOLOGIA NO CULTIVO DO MILHO

Pereira, (2009) descreve que o desenvolvimento da biotecnologia possibilitou o melhoramento de diversos cultivares, inclusive o milho. Assim, por meio da transferência e inclusão de genes de uma espécie para outra, uma planta pode ter a qualidade nutritiva aumentada, adquirir resistência a uma determinada praga, tolerância a um herbicida ou, ainda, maior tolerância às condições climáticas, seja frio ou calor.

A aquisição de sementes transgênicas é maior em relação ao preço de sementes convencionais, porém essa diferença no preço das sementes é compensada devido à diminuição dos custos de aplicação de defensivos agrícolas (Duarte *et al.*, 2009).

#### 3.5. UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SILAGEM

O Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes no mundo (IFA, 2013) que, por sua vez, está intrinsecamente ligado à extensa produção agropecuária e à baixa eficiência de utilização de fertilizantes pelas culturas (Frazão *et al.*, 2014). O fertilizante nitrogenado mais utilizado no Brasil e no mundo é a ureia (IFA, 2013).

Frazão *et al.*, (2014) dizem que a ureia se destaca devido à sua elevada concentração de nitrogênio (N) que, por outro lado, reduz o custo de transporte além possuir alta solubilidade e facilidade de mistura com outras fontes. Os autores ainda dizem que, no entanto, a ureia possui elevada suscetibilidade à volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>), um tipo de perda que é mais intensificado em países de regiões tropicais, como o Brasil, onde há predomínio de altas temperaturas na maior parte do ano.

Visto a elevada demanda de nitrogênio (N) pela cultura do milho e as perdas de N às quais a ureia está sujeita, é imprescindível a busca por tecnologias que aumentem a eficiência da adubação nitrogenada. Uma alternativa é a utilização de fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada, como os de liberação lenta ou controlada ou com inibidores, visando reduzir os processos de perdas do N proveniente do fertilizante (Frazão *et al.*, 2014).

Dentre os fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada os que utilizam inibidores de urease, como o NBPT (N-(n-butil) triamidatofosfórica) têm apresentado os melhores resultados na redução da volatilização de amônia (Cantarella *et al.*, 2008), que é o principal tipo de perda decorrente da aplicação superficial de ureia. Segundo Cantarella *et al.* (2008) o NBPT inibe a hidrólise da ureia pelo período de três a quatorze dias, dependendo das condições de umidade e temperatura do solo.

Diversos autores já constaram redução de perdas por volatilização quando se utilizou ureia tratada com NBPT em países de clima tropical (Pereira *et al.*, 2009; Scivittaro *et al.*, 2010; Marchesan *et al.*, 2013) e temperado (Watson *et al.*, 2008; Sanz-Cobena *et al.*, 2011).

### 3.6. ASPECTOS BROMATOLÓGICOS

A análise bromatológica dos alimentos é destinada à verificação da composição química deles, valor alimentício e calórico, propriedades físicas, químicas, toxicológicas e sua ação no organismo. Neste sentido, temos o conceito de bromatologia como a ciência que estuda os alimentos, com a função de analisar sua composição química, seu valor nutricional, seu valor energético, suas propriedades físicas e seus efeitos no organismo (Pereira, 2020).

O alto valor nutritivo da planta de milho, caracterizado pela alta digestibilidade e densidade energética, qualifica a silagem desta forrageira como ótima opção aos

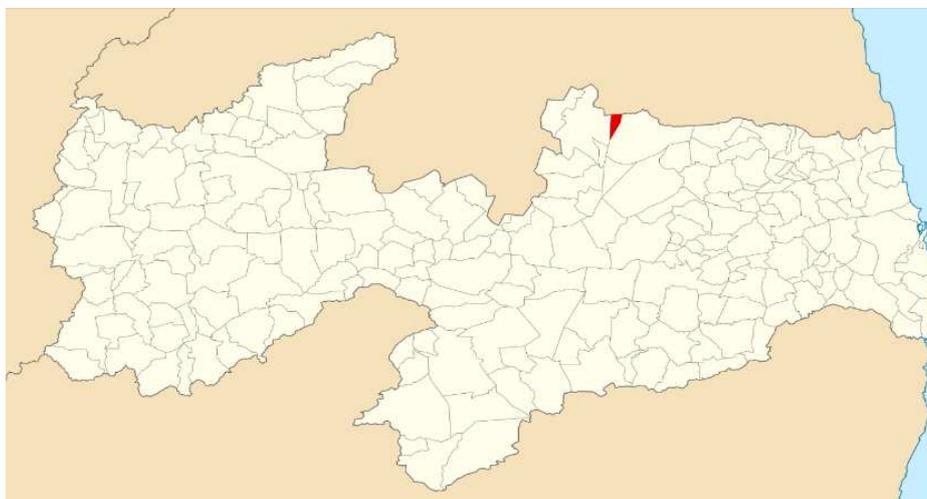
sistemas de produção animal. Entretanto, o valor nutritivo da silagem de milho pode variar conforme o híbrido e o manejo como densidade de plantio, maturidade e a umidade no momento da colheita, tamanho de partícula e os processos de ensilagem (Pereira, 2020).

## 4. MATERIAL E METÓDOS

### 4.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no município de Nova Floresta – Paraíba (Figura 01), situada conforme as coordenadas geográficas 06° 27' 19" S e 36° 12' 12" W, na mesorregião do Agreste Paraibano e microrregião do Curimataú Ocidental, localizado a 230 km da capital do estado; com altitude média de 667 metros. Ocupa uma área territorial de 47.572 m<sup>2</sup>, e uma população estimada em 9.724 habitantes (IBGE, 2022). Limita-se ao Norte com o Estado do Rio Grande do Norte; Leste com Cuité; Ao Sul com Cuité e Picuí, e Oeste com Picuí.

O município de Nova Floresta (Figura 1) está inserido na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos. Ocupa uma área de arco que se estende do sul de Alagoas até o Rio Grande do Norte. O relevo é geralmente movimentado, com vales profundos e estreitos dissecados. Com respeito à fertilidade dos solos é bastante variada, com certa predominância de média para alta (PMGRIS, 2013).



**Figura 1.** Mapa do Estado da Paraíba destacando localização geográfica do município de Nova Floresta.

**Fonte:** Internet, (2024).

#### 4.2. DESCRIÇÃO DA VISITA

O semeio do milho foi realizado na data de 16 de abril de 2024, no sítio Montevidéu, Nova Floresta - Paraíba, sendo utilizadas sementes híbridas de milho transgênicas Brevant B2433PWU, conforme Figura 2.



**Figura 2.** Sementes utilizadas no cultivo de milho.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).

A visita ocorreu na data de 15 de julho de 2024, quando se deu início ao processo de produção de silagem, através de ensiladeira do tipo estacionária com motor a diesel (Figura 3A), quando se iniciou o processo do corte da partícula, utilizando à forrageira (Figura 3B), para que a silagem fosse ensacada e armazenada.



**Figura 3.** Corte da fitomassa de *Zea mays* e uso da máquina ensiladeira para realização do corte da partícula para silagem.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).

A colheita do milho verde teve início na data de 02 de junho de 2024 com finalização na data de 09 de junho de 2024. Foram colhidas 19 mil espigas para a comercialização do milho verde, e as espigas menores junto com a palhada foram utilizadas para a silagem, que conteve espigas não comercializáveis para o consumo direto, mas servindo para uma melhor qualidade da silagem. Na primeira ensilagem foi utilizado o aditivo com 0,3% de ureia (Figura 04), que equivale a 3 kg de ureia por tonelada de matriz verde, e dependendo do resultado, pode ser utilizada uma concentração maior de aditivo (até 0,5%).



**Figura 4.** Ureia utilizada como aditivo no processo da ensilagem da palhada de milho.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).

A armazenagem foi feita em sacos de 25 kg (Figura 5), com previsão de comercialização para o final de setembro, início de outubro. A utilização de sacos reduz as perdas em até 40% se comparada à silos do tipo trincheiras. A estimativa foi de 13.800 kg de silagem em uma área de 0,54 ha (área de plantio).



**Figura 5.** Sacos plásticos utilizados na ensilagem.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).

O espaçamento do milho foi 1 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, com a média geral de 26.000 plantas (Figura 6). O sistema de irrigação utilizado é o localizado e por gotejamento conforme mostra a Figura 6, fazendo uso de bomba centrífuga com conjunto de filtros exibidos na Figura 7, sendo os fertilizantes aplicados no próprio sistema de irrigação (fertirrigação).

É utilizado o sistema automatizado composto por válvulas solenoides sendo possível a adubação e irrigação programada; o sistema de abastecimento é proveniente de poço semiartesiano, sendo a água bombeada para o reservatório de 110 mil litros (Figura 8) e a partir disso a água é distribuída para a área de irrigação. Atualmente a área de plantio é dividida em dois setores, cada setor tem uma área de 0,54 ha, mas o projeto é direcionado para 6 áreas do mesmo tamanho, onde até o final do ano serão implementadas mais 2 áreas, totalizando 4 áreas de plantio.



**Figura 6.** Espaçamento do milho e sistema de irrigação por gotejamento.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).



**Figura 7.** Bomba centrífuga utilizada para a irrigação da área de plantio.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).



**Figura 8.** Reservatório de água para que serve de aporte para o sistema de irrigação.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).

Em uma das áreas foi feito o processo de incorporação do resto da palhada do milho, utilizando um trator para essa atividade.

A utilização da semente do milho transgênico pelo agricultor dá uma sanidade vegetal melhor, pois diminui consideravelmente a utilização de defensivos agrícolas; com isso, o único defensivo agrícola utilizado no cultivo foi para o controle de ervas espontâneas, onde ele fez uso do glifosato, entre 15 e 21 dias, com usos de pulverizador costal. Obtendo assim, um controle maior na qualidade do milho que chega ao consumidor final.

O rendimento da ensilagem foi de 441 sacos com peso médio de 23 kg (Figura 9). Após a abertura do silo se faz necessária a utilização ou venda o quanto antes da silagem, pois com o contato com oxigênio, fica mais propício ao surgimento de patógenos e desenvolvimento de fungos, prejudicando a qualidade da silagem. Porém, quando a silagem é de boa qualidade o consumo pelos animais é satisfatório, sem percas significativas.



**Figura 9.** Armazenamento da silagem produzida no sítio Montevidéu, Nova Floresta, PB.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).

Na data de 22 de agosto de 2024 foi enviada uma amostra da silagem ao Laboratório de Nutrição Animal do *Campus* de Areia-PB, para ser realizada a análise bromatológica e identificação de qualidade nutricional da silagem coletada. Na Figura 10A, se observa a amostra da silagem cedida para a realização do trabalho.



**Figura 10.** Amostra da silagem cedida para a realização do trabalho (A). Silagem aberta para coleta e pesagem para ser enviada para a análise bromatológica (B).

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).

Na Figura 11 observa-se a amostra sendo pesada, retirada da embalagem, sendo esta identificada e enviada para a análise (Figura 12).



**Figura 11.** Pesagem da amostra de silagem de milho, para ser enviada ao laboratório.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).



**Figura 12.** Amostra coletada e identificada para envio ao Laboratório de Nutrição Animal, da UFPB.

**Fonte:** Conceição, N. T. de C. S., (2024).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bromatológica, essencial para avaliar a composição nutricional da forragem, não está presente no trabalho por limitações operacionais e atraso na entrega pelo laboratório, no entanto, discutisse-a resultados qualitativos observados na literatura científica.

A análise bromatológica da silagem de milho é fundamental para avaliar sua composição nutricional, impactando diretamente no desempenho animal, especialmente em termos de teor de proteína bruta, fibra e digestibilidade. Restle *et al.*, (2006) destacam que o milho (*Zea mays* L.) é amplamente utilizado na produção de forragem, especialmente pela sua alta produção de matéria seca e facilidade de fermentação durante o armazenamento, além da sua excelente aceitação por animais ruminantes.

A ensilagem de milho é amplamente utilizada na produção de forragem de alta qualidade, sendo um método essencial para garantir a conservação de nutrientes e fornecer alimentação estável para ruminantes durante períodos de escassez de pastagem.

O processo de ensilagem foi realizado em sacos plásticos selados por 36 dias. Após esse período o saco de silagem cedido para a execução do trabalho foi aberto para ser retirada uma quantidade de silagem para o envio de uma amostra ao Laboratório de Nutrição Animal de Areia-PB, para a realização da análise bromatológica. Durante o armazenamento, observou-se uma leve condensação interna, mas sem sinais visíveis de mofo ou deterioração, com silagem notavelmente de qualidade, boa aspecto visual e coloração típica amarelada e marrom devido à secagem gradativa do material. Também foi observado durante o período de fermentação (21 dias), forte aroma característico de álcool.

As perdas de matéria durante o enchimento dos silos foram mínimas, sugerindo que a compactação foi realizada de maneira adequada para minimizar a presença de ar e preservar a qualidade da forragem.

A análise bromatológica é um dos principais métodos para avaliar a qualidade nutricional da silagem, sendo fundamental para determinar teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), entre outros componentes. Esses parâmetros afetam diretamente a digestibilidade e o valor nutricional da silagem para os animais. Em estudos anteriores, como o realizado por Silva *et al.*, (2020) silagens de milho em condições semelhantes apresentaram teores de MS entre 30% e 35%, e PB entre 7% e 9%.

Com base na literatura, é esperado que o teor de matéria seca da silagem, quando for colhida, deve estar dentro da faixa de 30% a 35%, o que é considerado ideal para a preservação da forragem. A proteína bruta, influenciada pela maturidade da planta e condições de colheita, tende a variar entre 7% e 9%. A compactação adequada e a fermentação observada durante o processo sugerem que os valores de FDN e FDA provavelmente estariam dentro dos padrões descritos por Santos *et al.*, (2018) com FDN em torno de 40% e FDA em 25%.

Estudos como o de Almeida *et al.*, (2017) mostraram que o teor de matéria seca pode ser afetado pelo tempo de fermentação e pelas condições climáticas durante a colheita, variando de 28% a 38%. Além disso, a utilização de aditivos como inoculantes bacterianos, que não foram utilizados neste experimento, pode melhorar o perfil bromatológico da silagem, conforme indicado por Santos *et al.*, (2019).

Embora os parâmetros bromatológicos não tenham sido analisados nesta pesquisa, é recomendado que estudos futuros realizem-se as análises desses parâmetros de forma prioritária para verificar a qualidade nutricional de forma mais completa da silagem produzida e comparar com os resultados teóricos apresentados. A inclusão de análises de FDN, FDA e PB permitirá uma avaliação mais detalhada da capacidade nutritiva da silagem para ruminantes.

A principal limitação deste estudo foi à ausência de dados bromatológicos, que restringiu a análise quantitativa da composição nutricional da silagem. No entanto, os resultados qualitativos observados e a discussão baseada em literatura científica fornecem boa percepção sobre o processo de ensilagem e as expectativas em termos de qualidade forrageira.

Esses dados sugerem que a qualidade bromatológica da silagem de milho pode ser aprimorada por meio de boas práticas no manejo da ensilagem, como o uso de aditivos bacterianos e a colheita em estágios de maturidade adequados. A MS ideal, combinada com baixos níveis de FDN e FDA, resultam em silagens de maior valor nutricional e maior digestibilidade, favorecendo o desempenho animal. O uso de inoculantes, como observado por Santos *et al.*, (2019) mostrou-se eficaz em melhorar o perfil bromatológico da silagem, reduzindo perdas e otimizando o processo de fermentação. Portanto, estratégias que visem otimizar esses parâmetros são essenciais para maximizar o valor nutricional da silagem e garantir melhor desempenho dos animais.

A produção de silagem de milho no Brasil pode variar bastante dependendo da região, do tipo de solo, do híbrido de milho utilizado e das condições de cultivo. No geral, os rendimentos médios de produção de silagem de milho por hectare situam-se entre 30 a 50 toneladas de matéria verde por hectare ( $t\cdot ha^{-1}$ ), conforme apontado em diversos estudos, o que comprova na presente pesquisa realizada nesta área de cultivo de 0,54 ha a produtividade onde a fitomassa para ensilagem alcançou o é equivalente a  $25,5 t\cdot ha^{-1}$ , atingindo dessa forma produtividade próxima a que ocorre no Brasil.

Segundo Restle *et al.*, (2006) em sistemas de produção bem manejados no Sul do Brasil, pode-se obter até  $40 t\cdot ha^{-1}$  de silagem de milho. Essa produção é influenciada pela escolha do híbrido e pelo manejo adequado da adubação e irrigação. Já em algumas regiões do Centro-Oeste, especialmente em áreas de alta tecnologia agrícola, a produtividade pode atingir até  $50 t\cdot ha^{-1}$ , segundo Santos *et al.*, (2019) principalmente em áreas com maior aporte de insumos e controle rígido sobre as condições de cultivo.

Estudos realizados por Zago *et al.*, (2020) indicam que, em propriedades de grande porte que fazem uso de técnicas avançadas de manejo, como irrigação controlada e adubação de precisão, as produtividades podem até superar  $45 t/ha$ , o que destaca a importância da tecnologia na maximização do rendimento por hectare.

Portanto, a produtividade de silagem de milho por hectare no Brasil apresenta ampla variação, oscilando de  $30 t\cdot ha^{-1}$  a mais de  $50 t\cdot ha^{-1}$ , dependendo das práticas de manejo, das condições climáticas e dos recursos tecnológicos utilizados.

Os microrganismos que predominam durante a silagem de milho são principalmente as bactérias do ácido láctico (BAL), que são responsáveis pela fermentação dos açúcares presentes nas plantas. As espécies *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* e *Pediococcus* são as mais frequentemente identificadas, atuando no metabolismo dos carboidratos solúveis e convertendo-os em ácido láctico (Muck *et al.*, 2018). Este ácido é o principal agente responsável pela queda do pH, essencial para a conservação da silagem.

A diversidade microbiana na silagem é um fator crítico que pode impactar a qualidade final do produto. Estudos recentes indicam que a cofermentação de diferentes cepas de BAL pode resultar em sinergias que aumentam a produção de ácido láctico e minimizam a formação de compostos indesejáveis (Shaver *et al.*, 2020). Por exemplo, a combinação de cepas específicas de *Lactobacillus* e *Pediococcus* foi associada a um aumento significativo na qualidade da silagem, mostrando a importância da escolha adequada de inoculantes.

Pesquisas de Kung *et al.*, (2018) mostraram que a inclusão de inoculantes contendo diferentes cepas de BAL pode aumentar a produção de ácido láctico e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da silagem. Os autores observaram que silagens tratadas com inoculantes apresentaram maior teor de ácido láctico em comparação às silagens não tratadas. Em outra análise, O'Grady *et al.*, (2019) identificaram que a diversidade microbiana, especialmente a presença de *Lactobacillus rhamnosus*, está associada a uma melhor fermentação e menor deterioração da silagem.

De acordo com Borreani *et al.*, (2018) a qualidade nutricional da silagem, que é bastante influenciada pela ação dos microrganismos, tem um impacto direto no desempenho dos ruminantes. Vários estudos demonstraram que silagens bem fermentadas podem levar a melhorias no ganho de peso do animal. Portanto, a compreensão das interações microbianas e dos processos bioquímicos é fundamental para a otimização da silagem e para garantir a sustentabilidade das práticas agrícolas.

A diversidade microbiana presente na silagem é essencial para a eficiência do processo fermentativo. Estudos como o de Sweeney *et al.*, (2022) demonstraram que silagens inoculadas com uma combinação de diferentes cepas de BAL não apenas aumentaram a produção de ácido láctico, mas também melhoraram a digestibilidade e a palatabilidade da silagem. Essa associação entre diferentes microrganismos pode resultar em um produto final de maior qualidade, com efeitos positivos na nutrição animal.

## 6. CONCLUSÃO

O processo da ensilagem do *Zea mays* L. foi realizado conforme recomendações técnicas adequadas, porém a qualidade da silagem não pode ser avaliada em virtude do atraso que ocorreu nos procedimentos laboratoriais.

A área de cultivo de 0,54 ha produziu de fitomassa verde para ensilagem 13.800 kg, o que é equivalente a 25,55 toneladas por hectare.

O processo anaeróbico que ocorre na fermentação da silagem é de fundamental importância para a qualidade bromatológica desta, de maneira que os microrganismos envolvidos no processo necessitam de ambiente hermeticamente fechado para atuar de forma que contribuam para uma fermentação adequada e assim, produzir uma silagem de boa qualidade bromatológica.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, R. C. do; NUSSIO, L. G. **Fungos e micotoxinas em silagens**. USP – ESALQ, Departamento de Zootecnia, Piracicaba, SP, Brasil. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5438822/mod\\_resource/content/1/Amaral e Nussio Fungos e micotoxinas em silagensx%20%281%29.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5438822/mod_resource/content/1/Amaral_e_Nussio_Fungos_e_micotoxinas_em_silagensx%20%281%29.pdf). Acesso em: 12 ago. 2024.

BERNARDI, A. **Estudo meta-analítico do efeito da inoculação com bactérias homofermentivas e heterofermentivas sobre a qualidade de silagens de milho**. Chapecó, SC, 2018. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000046/00004610.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2024.

CÂMARA, B. **Análises Bromatológicas (Bromatologia) e Biomedicina**. Biomedicina padrão, 2013. Disponível em: <https://www.biomedicinapadrao.com.br/2013/11/analises-bromatologicas-bromatologia-e.html#:~:text=A%20an%C3%A1lise%20bromatol%C3%B3gica%20tem%20como%20principal%20objetivo%20a,em%20%C3%A1gua%2C%20prote%C3%ADnas%2C%20carboidratos%2C%20gorduras%2C%20vitaminas%20e%20minerais>. Acesso em: 03 ago. 2024.

ENEIAS, T. G., *et al.* **Avaliação microbiológica de silagem de milho**. Zootecnia: Nutrição e Produção Animal, 2020. p. 42-52.

FACTORI, M. C. **Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem**. Botucatu – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2008. 47 p. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/128c903b-8e6e-44c4-9314-1c803d07f45c/content>. Acesso em: 15 jul. 2024.

FRAZÃO, J. J., *et al.* Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 12, p. 1262-1267, jul. 2014.

FREIRE, T. T.; SILVA, A. L. T.; FERREIRA, B. K. O.; SANTOS, T. M. dos. Bactérias ácido lácticas suas características e importância: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e513101119964, 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Cidades e Estados**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/nova-floresta.html>. Acesso em: 28 jul. 2024.

KHAN, N. A; K. N; TANG, S. TAN, Z. Optimizing corn silage quality during hot summer conditions of the tropics: investigating the effect of additives on *in-silo* fermentation characteristics, nutrient profiles, digestibility and post-ensiling

stability. **Plant Sci**, v. 14, 2023. Disponível em:  
<https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2023.1305999/full>. Acesso em: 19 ago. 2024.

KUNG, L. Jr.; SHAVER, R. D.; DAUGHERTY, C. Inoculants for silage fermentation: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 2609-2621, 2018.

LUIZ, A. **Análises bromatológicas em subprodutos para alimentação animal**. Florianópolis, SC, 2016. 39 p. Disponível em:  
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/166597/Alisson%20Luiz%20-%202016.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 03 ago. 2024.

MACÊDO, A. J. da S.; SANTOS, E. M. Princípios básicos para produção de silagem. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR**, Umuarama, v. 22, n. 4, p. 147-156, out./dez. 2019.

MACHADO, N. C. **Desafios e perspectivas da realocação de silagem de milho: Uma revisão**. Florianópolis, SC, 2023. Disponível em:  
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/254588/NAYARA%20CEREJA%20MACHADO-2023.2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 jul. 2024.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The Biochemistry of Silage**. 3. ed. Chalcombe Publications, 2018.

O'KIELY, P.; MUCK, R. E.; SHAVER, R. D. **Fermentation and preservation of silage**. In: *Forage and Pasture Management*. Wiley, 2020. p. 1-15. Disponível em: [Effects of acetaldehyde on human airway constriction and inflammation - PubMed \(nih.gov\)](#). Acesso em: 20 ago. 2024.

O'GRADY, M. N.; MULLINS, E.; O'BRIEN, M. Impact of microbial inoculants on the fermentation of grass silage. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 2, p. 226-235, 2019..

PEREIRA, C. H. **Análise Bromatológica: o que é e como fazer sua interpretação**. Sementes biomatrix, 2020. Disponível em:  
<https://sementesbiomatrix.com.br/blog/silagem/analise-bromatologica/>. Acesso em: 03 ago. 2024.

RABELO, C. H. S., *et al.* Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de maturidade. **Ver. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 656-668 jul./set., 2012.

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

RÊGO, A. C. do; SANTOS, R. I. R. dos; MENDONÇA, R. de. C. A. de; QUEIROZ, A. C. M. de; SILVA, T. C. da. Estabilidade anaeróbia de longo prazo em silagens. **Anais do V Ecoarido**, Pará. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Anibal-Rego/publication/355653532\\_ESTABILIDADE\\_ANAEROBIA\\_DE\\_LONGO\\_PRAZO\\_EM\\_SILAGENS/links/6178968da767a03c14b9d476/ESTABILIDADE-ANAEROBIA-DE-LONGO-PRAZO-EM-SILAGENS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Anibal-Rego/publication/355653532_ESTABILIDADE_ANAEROBIA_DE_LONGO_PRAZO_EM_SILAGENS/links/6178968da767a03c14b9d476/ESTABILIDADE-ANAEROBIA-DE-LONGO-PRAZO-EM-SILAGENS.pdf). Acesso em: 07 ago. 2024.

SANTOS, A. O. S. **Seleção e avaliação de cepas bacterianas para ensilagem de milho**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2012. 167 p. Disponível em: [http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1580/1/DISSERTA%c3%87%830\\_Sele%c3%a7%a3o%20e%20avalia%c3%a7%a3o%20de%20cepas%20bacterianas%20para%20ensilagem%20de%20milho.pdf](http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1580/1/DISSERTA%c3%87%830_Sele%c3%a7%a3o%20e%20avalia%c3%a7%a3o%20de%20cepas%20bacterianas%20para%20ensilagem%20de%20milho.pdf). Acesso em: 15 jul. 2024.

SILVA, L. E. B; SILVA, J. C. de. S; SOUZA, W. C. L. de; LIMA, L. L. C; SANTOS, R. L. V. dos. Desenvolvimento da cultura do milho (*Zea mays* L.): revisão de literatura. **Diversitas Journal**. Santana do Ipanema/AL., v. 5, n. 3, p. 1636-1657. Jul./set. 2020.

SOUZA, E. P. de.; SILVA, J. E. V. C. de.; MALAQUIAS, M. F.; FERREIRA, L. E. Bioinsumos no crescimento e produção de plantas de milho. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 9, 2021.

SOUZA, M. P. de. **Avaliação de híbridos de milho transgênicos e convencionais para silagem**. Guarapuava, 2013. 57 p. Disponível em: [https://tede.unicentro.br/jspui/bitstream/tede/150/1/PRdissertacao\\_michel\\_pereira\\_de\\_souza.pdf](https://tede.unicentro.br/jspui/bitstream/tede/150/1/PRdissertacao_michel_pereira_de_souza.pdf). Acesso em: 28 jul. 2024.

SWEENEY, T.; McCARTHY, P.; O'LEARY, C. Diversity of microbial communities in silage fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 286, p. 115189, 2022.

VELHO, J. P., *et al.* Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 916-923, 2006.

VÁZQUEZ, A.; SÁNCHEZ, J. A.; ROLDÁN, A. Effects of different additives on silage fermentation of corn. **Forage and Grazinglands**, v. 18, n. 1, p. 1-7, 2020.

ZANELLA, J. B. **Aditivos químicos ou microbiológico na silagem de milho**. Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza/PR, 2022. 65 p. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/5430/1/ZANELLA.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2024.

ZANELLA, J. B; *et al.* **Aditivos na produção de silagem de milho**. Zootecnia: tópicos atuais em pesquisa. v.4, 2023. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/231014715.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2024.