



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**ANDRESSA DA SILVA RIBEIRO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO**  
CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE GRÃOS DE MILHO  
REIDRATADO

ARAGUAÍNA-TO  
2021

**ANDRESSA DA SILVA RIBEIRO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO**  
**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE GRÃOS DE MILHO**  
**REIDRATADO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Medicina Veterinária para obtenção do título de Médica Veterinário(a) e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Prof. Dra. Deborah Alves Ferreira.

Araguaína-TO  
2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

R484r Ribeiro, A. S., Andressa da Silva Ribeiro.

Relatório de estágio curricular supervisionado: Características fermentativas de silagens de grãos de milho reidratado. / Andressa da Silva Ribeiro Ribeiro, A. S.. – Araguaína, TO, 2021.

37 f.

Relatório de Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Medicina Veterinária, 2021.

Orientadora : Deborah Alves Ferreira Ferreira

1. Reconstituição. 2. Cereal. 3. Fermentação. 4. Ensilagem. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

# **FOLHA DE APROVAÇÃO**

ANDRESSA DA SILVA RIBEIRO

## **RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO: CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE GRÃOS DE MILHO REIDRATADO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Medicina Veterinária para obtenção do título de Medico(a) Veterinário(a) e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 10 / 08 / 2021

Banca Examinadora

---

Profa. Dra. Deborah Alves Ferreira, UFT

---

Prof. Dr. Gerson Fausto da Silva, UFT

---

MSc. Daniel Henrique Souza Tavares

Araguaína, 2021

*À minha mãe e ao meu falecido pai.  
Os grandes amores da minha vida...  
Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me guiar e me sustentar. Agradeço por todas as bênçãos que por ele me foram concedidas.

Aos meus pais; Maria Natividade e Paulo, guerreiros que “suaram” muito por nossa família, por sempre acreditarem em mim. Sempre enxergarem um potencial que nem eu mesma pude perceber. Em especial, como era conhecido, Paulo Barros, meu falecido pai, que por maiores que fossem as dificuldades, sempre me recebia com um sorriso “de orelha a orelha”, me incentivava a continuar a me tornar uma pessoa melhor.

Aos meus irmãos, Paulo Filho e Andrevânia, que aos “trancos e barrancos” me ajudaram, me apoiaram e sempre estiveram comigo.

Meus mais sinceros agradecimentos as minhas amigas e amigos, Giovana Akemi, Barbará Pércya, por me proporcionar os melhores sorrisos; Ithalo Barros pelo apoio; Samuel Gomes por estar comigo; Mayla Evany, Cainan Valadares, Lorrane Lino e Taynara Pereira por estarem “no meu pé” desde o momento em que ingressamos na faculdade; Simone Pereira minha querida amiga que sempre sonhou comigo. Obrigado a todos por me proporcionaram momentos lindos de alegria e felicidade.

A meu primo Railson que enfrentou dificuldades ao meu lado e dividiu kitnet comigo quase todo o curso. Obrigada por me “aturar”.

Um agradecimento A Universidade Federal do Tocantins - UFT Campus de Araguaína, todos os professores. Em especial, minha querida professora Ana Patrícia, pelo apoio, pela orientação durante o curso, pelo ensino e obrigada por ser minha inspiração. Sou grata também a professora Deborah Alves Ferreira, que com toda a sua dedicação, me ensinou, abriu portas e me proporcionou oportunidades, para novos conhecimentos.

Um agradecimento para a equipe do laboratório de nutrição animal, que com toda a paciência, me auxiliaram nas atividades desenvolvidas durante o estágio curricular supervisionado obrigatório.

Por todo apoio e carinho, um muito obrigado a todos!

## RESUMO

O estágio curricular supervisionado foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins. Durante o estágio foram realizadas análises bromatológicas de alimentos utilizados na alimentação animal: matéria seca e cinzas, proteína bruta, fração fibra em detergente neutro (FDN), pH e Nitrogênio amoniacal. O milho é um dos cereais mais produzidos no mundo e apresenta várias cores e tamanhos. No seu endosperma, possui a maior quantidade de amido do milho, e devido a essa disposição do amido, o milho pode se apresentar mais duro ou não. Técnicas para melhorar a digestibilidade dos grãos de milho para os animais são empregadas, dentre elas a ensilagem. As silagens de grão de milho são muito utilizadas na alimentação animal, a técnica de usar milhos secos reidratados tornou-se uma alternativa para o consumo animal, em relação ao milho úmido. O processo de ensilagem melhora a digestibilidade do milho que apresenta uma maior maturidade. O objetivo deste trabalho foi o de fazer uma revisão sobre as características fermentativas de silagens de grão de milho reidrata e apresentar os principais indicadores do processo fermentativo destas silagens.

**Palavras-chaves:** Reconstituição. cereal. fermentação. ensilagem.

## **ABSTRACT**

The supervised curricular internship was carried out at the Animal Nutrition Laboratory of the Federal University of Tocantins. During the internship, bromatological analyzes of foods used in animal feed were carried out: dry matter and ash, crude protein, Fiber in neutral detergent (NDF), pH and ammoniacal nitrogen. Corn is one of the most produced cereals in the world and comes in various colors and sizes. Corn has some structures, including the endosperm, has the largest amount of starch in corn, and due to this arrangement of starch, corn can be harder or not. Techniques to improve the digestibility of these corn grains for animals are used, including silage. Corn grain silages are widely used in animal feed, the technique of using rehydrated dry corn has become an alternative for animal consumption, in relation to moist corn. The silage process improves the digestibility of corn that presents a greater maturity, the objective of this work was to review the fermentative characteristics of rehydrated corn grain silages and present the main indicators of the fermentation process of these silages.

**Key-words:** Reconstitution. cereal. fermentation. silage



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1-** Fachada do Laboratório de Nutrição Animal onde foram realizadas as atividades do estágio curricular supervisionado obrigatório.

**Figura 2-** Interior do Complexo onde dá acesso à onde são realizadas as análises. Saguão principal do Laboratório de Nutrição Animal.

**Figura 3-** PHmetro medindo o pH da amostra.

**Figura 4-** Amostras da silagem de milho reidratado antes da estufa de ventilação forçada de 55°C.

**Figura 5-** Moinho em que as amostras foram moídas e passadas na peneira de 1mm.

**Figura 6-** (A) Amostras no bloco digestor. (B) Termostato medindo a temperatura do bloco digestor.

**Figura 7-** Destilador usado durante as análises.

**Figura 8-** Titulador usado durante as análises.

**Figura 3 –** Autoclave usada durante a análise da fração fibrosa (FDN) das amostras.

**Figura 10-** Baldes com as amostras durante o ensaio sobre Estabilidade Aeróbia

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1-** Quantidade de análises realizadas durante o estágio curricular supervisionado obrigatório, no período de 11/05/2021 a 09/07/2021 no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins.

**Tabela 2-** Teor de ácidos orgânicos de silagens de grão de milho reidratado descritos na literatura.

**Tabela-3** Características Fermentativas de silagens de grão de milho.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFT	Universidade Federal do Tocantins
EMVZ	Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia
FDN	Fibra em detergente neutro
TNT	Tecido não tecido
MS	Matéria Seca
PB	Proteína Bruta
N-NH <sub>3</sub>	Nitrogênio Amoniacal
pH	Potencial Hidrogeniônico
N	Nitrogênio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>RELATÓRIO DO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO ...</b>	<b>12</b>
1.1	Introdução .....	12
1.2	Descrição do local de estágio .....	13
1.3	Atividades desenvolvidas .....	15
1.3.1	pH.....	15
1.3.2	Nitrogênio Amoniacal.....	16
1.3.3	Matéria seca e cinzas.....	17
1.3.4	Proteína.....	19
1.3.5	Fração Fibrosa.....	21
1.3.6	Ensaio sobre estabilidade aeróbia.....	22
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA - CARACTERISTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE GRÃOS DE MILHO REIDRATADO.....</b>	<b>24</b>
2.1	Introdução.....	24
2.2	Milho.....	24
2.2.1	Pedicelo.....	25
2.2.2	Pericarpo.....	25
2.2.3	Gérmen.....	25
2.2.4	Endosperma.....	25
2.3	Processo de ensilagem.....	26
2.4	Avaliação do Processo Fermentativo.....	28
2.4.1	pH.....	28
2.4.2	Ácidos orgânicos.....	29
2.4.3	Nitrogênio amoniacal.....	30
2.5	Conclusão.....	33
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

# 1 RELATÓRIO DO ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO

## 1.1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas durante o estágio curricular supervisionado obrigatório do curso de Medicina Veterinária da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins.

O estágio supervisionado obrigatório foi realizado na área de pesquisa em Nutrição Animal, realizado no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* de Araguaína, no período de 11 de maio de 2021 a 09 de julho de 2021, totalizando 340 horas. Supervisionado pelo Médico Veterinário Professor Doutor Márcio Gianordoli Teixeira Gomes e orientação da Professora Doutora Deborah Alves Ferreira.

O Laboratório de Nutrição Animal é utilizado por alunos e professores que desenvolvem neste local um importante papel na área da produção animal, contribuindo com o desenvolvimento de tecnologias para nutrição e produção de animais.

O estágio curricular obrigatório é de fundamental importância para o aluno de Medicina Veterinária no semestre final de sua graduação, pois é neste período em que se coloca em prática o que foi estudado durante a graduação e ainda é uma ocasião em que o aluno entra em contato com o mercado de trabalho. O estágio supervisionado é uma oportunidade para o estudante conhecer melhor as atividades práticas desenvolvidas dentro de uma área de interesse, além de adquirir experiência sobre as atividades realizadas durante o estágio.

## 1.2 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

O estágio curricular supervisionado obrigatório foi realizado na área de Nutrição Animal e as atividades desenvolvidas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Araguaína (figura 1). Está localizado na BR 153, Km 112, sem número, Zona Rural do município de Araguaína – TO.

**Figura 4-** Fachada do laboratório de nutrição animal onde foram realizadas as atividades do estágio curricular supervisionado obrigatório.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

O laboratório de nutrição é frequentado e utilizado por alunos da graduação de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFT, por alunos do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal Tropical e por professores da instituição. Este espaço é um complexo laboratorial onde estão localizados os Laboratórios de Bromatologia, Biologia Celular e Molecular, Produção de Gases entre outros, pertencendo ao Programa de Pós Graduação Ciência Animal Tropical da UFT. O interior do prédio pode ser visto na figura 2.

**Figura 5-** Interior do Complexo onde dá acesso à onde são realizadas as análises. Saguão principal do Laboratório de Nutrição Animal.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

O laboratório conta com a atuação de dois técnicos que orientam e realizam análises, preparam reagentes, equipamentos e os materiais necessários às análises de rotina.

### 1.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o período do estágio foram praticadas técnicas amplamente utilizadas na avaliação de alimentos para animais. As amostras analisadas eram de silagens de grãos de milho reidratado, com diferentes texturas de endosperma e diferentes inoculantes microbianos. Nessas amostras foram realizadas análises de pH, nitrogênio amoniacal ( $\text{NNH}_3$ ), matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). Também foi realizado um ensaio de estabilidade aeróbia de silagens, no qual se avaliou a temperatura, o pH e o crescimento microbiano. A quantidade de análises realizadas estão dispostas na Tabela 1.

**Tabela 2-** Quantidade de análises realizadas durante o estágio curricular supervisionado obrigatório, no período de 11/05/2021 a 09/07/2021 no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Tocantins.

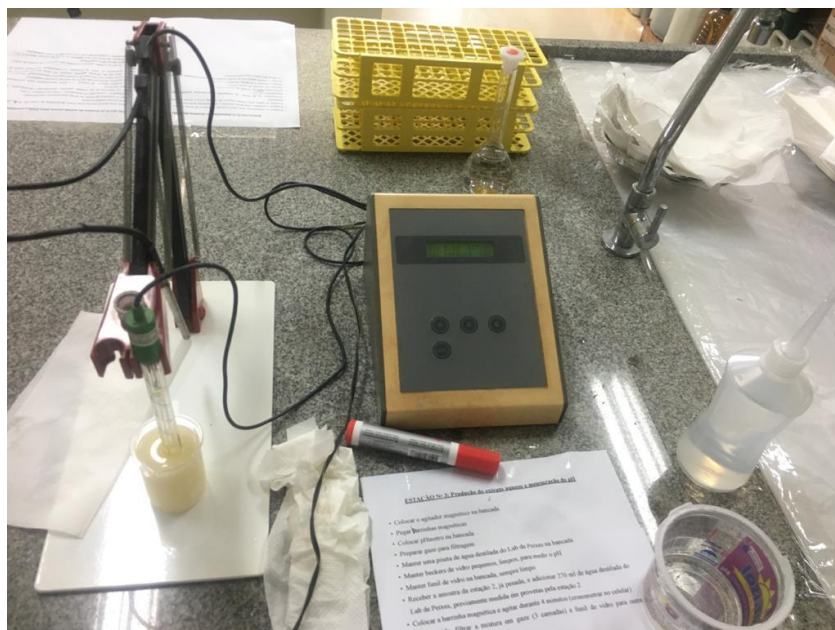
Análises	Quantidades
Proteína Bruta	237
pH	132
Matéria Seca	48
Cinzas	96
Fibra em detergente neutro (FDN)	100
Nitrogênio Amoniacal	44

#### 1.3.1 pH

A análise do pH foi realizada no extrato aquoso (1:10). Para o seu preparo do extrato aquoso utilizou-se 30g da amostra fresca e 270 ml de água destilada. Agitou-se por 4 minutos em agitador magnético, e, em seguida, a solução foi filtrada em quatro camadas de gaze. A leitura foi realizada em Phmetro Digital (figura 3) e o resultado anotado.



**Figura 3-** Phmetro medindo o pH da amostra.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

### 1.3.2 Nitrogênio Amoniacal

Para a realização das análises que determinaram o nitrogênio amoniacal, as amostras assim que retiradas dos silos foram pesadas (30g) e feito extrato aquoso (conforme descrito no item 1.3.1). Dessas foram retiradas alíquotas homogêneas de 12,5 ml e transferidos para um tubo micro Kjeldhal, adicionou-se um grama de óxido de magnésio e 2,5 ml de cloreto de cálcio 25%. A solução resultante foi levada para o destilador, a amônia desprendida da amostra foi condensada, e, em seguida, recuperada em solução de 20 ml de ácido bórico a 4%. Por fim a solução foi titulada com HCl. Para a determinação da amônia foi empregado o seguinte cálculo matemático.

$$\text{NH}_3 (\%) = V * N * 0,014 * 100$$

onde: V = volume. N = normalidade do ácido utilizado na titulação (HCl). 0,014 = número de miliequivalentes do nitrogênio, conforme descrito pela AOAC (1980).

### 1.3.3 Matéria Seca e Cinzas

Para a análise de matéria seca total e cinzas utilizou-se as metodologias descritas por Detmann et al. (2012) (INCT – CA G-001/1; G-003/1; M-001/1).

Para realizar as análises de Matéria Seca as amostras frescas foram pesadas (figura 4) e levadas para a estufa de ventilação forçada à 55° C por 24 horas. Em seguida foram novamente pesadas para determinação da matéria seca ao ar (ASA). As amostras pré-secas foram trituradas em moinho tipo “Williy” (figura 5) com peneira de 1mm.

Foram separados cadinhos, identificados e levados a estufa de 105° C por duas horas, após esse período foram levados para o dessecador por 30 minutos, em seguida os cadinhos foram pesados.

Foi realizada a pesagem de duas gramas de cada amostras e acondicionada nos cadinhos, que foram colocados na estufa à 105°C por 16 horas. Após esse tempo na estufa, as amostras foram levadas para o dessecador por mais 30 minutos e novamente pesadas (para determinação da matéria seca em estufa - ASE).

Para calcular foram usadas as seguintes formulas:

$$\%ASA = \frac{ASA}{MN} \times 100$$

$$MN = (T + MN) - T$$

$$ASA = (T + ASA) - T$$

Onde: % ASA= Percentual de amostra seca ao ar; MN= gramas da amostra de matéria natural; ASA= gramas da amostra seca ao ar; T = peso do recipiente usado (g).

$$\%ASE = \frac{ASE}{ASA} \times 100$$

$$ASA = (PF + ASA) - PF$$

$$ASE = (PF + ASE) - PF$$

Onde: %ASE= percentual da amostra seca em estufa; ASE= gramas do peso seco em estufa; ASA= gramas da amostra seca ao ar; PF= peso do pesa filtro.

$$\%MS = \frac{\%ASA \times \%ASE}{100}$$

%MS= percentual de matéria seca (DETMANN et al. 2012).

**Figura 4-** Amostras da silagem de milho reidratado antes da estufa de ventilação forçada de 55°C.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

**Figura 5-** Moinho em que as amostras foram moídas e passadas na peneira de 1mm.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Após retirar as amostras da estufa 105° C e serem pesadas, essas foram colocadas na mufla por 4 horas à 600°C, após esse procedimento, foram pesadas novamente e por equação

matemática foi possível obter os valores das cinzas ou frações minerais das amostras. Cálculos utilizados para cinzas:

$$\%MM_{ASE} = \frac{MM}{ASE} \times 100$$

$$MM = (CAD = MM) - CAD$$

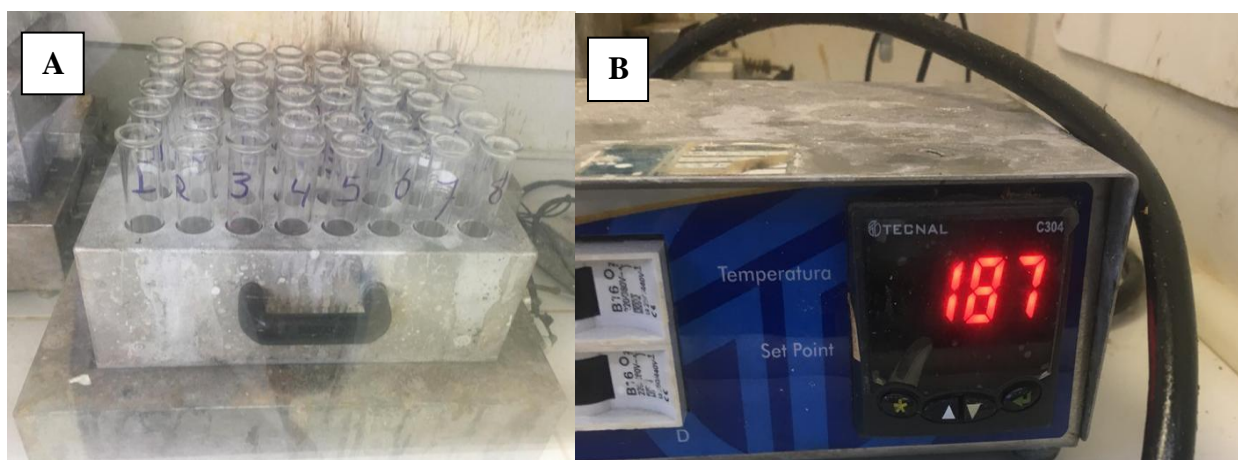
$$\%MM_{MS} = \frac{\%MM_{ASE} \times 100}{\%ASE}$$

Onde:  $\%MM_{ASE}$  = percentual mineral com base da amostra seca em estufa; MM = matéria mineral; ASE = peso da amostra seco em estufa; CAD = peso do cadinho;  $\%MM_{MS}$  = Percentual da matéria mineral com base na matéria seca;  $\%ASE$  = percentual da amostra seca em estufa (DETMANN et al. 2012).

### 1.3.4 Proteína

A análise da Proteína Bruta foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Detmann. et. al. (2012) (INCT – CA N- 001/1). A proteína bruta é determinada indiretamente a partir da quantidade de nitrogênio (N) encontrado. A realização desta análise ocorreu em três etapas. Na primeira foi realizada a digestão das amostras; foram pesadas 0,3 gramas das amostras pré-secas (ASA) e moídas, colocadas em um tubo micro. Adicionou-se a mistura catalítica (Sulfato de potássio ou sódio + sulfato de cobre 10:1) em cada tubo e em seguida foi adicionado 5 ml de ácido sulfúrico P.A. e logo após foram levados para o bloco digestor ilustrado na figura 6. Aqui o nitrogênio é convertido em sulfato de amônio.

**Figura 6-** (A) Amostras no bloco digestor. (B) Termostato medindo a temperatura do bloco digestor.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Na segunda etapa ocorreu a destilação das amostras provenientes da digestão. Elas foram resfriadas, diluídas em água destilada e alcalinizadas com hidróxido de sódio 50% no destilador (Figura 7) que condensa a amônia desprendida da amostra. A amônia é recuperada em um erlenmeyer com 20 ml de solução de ácido bórico 4%.

**Figura 7-** Destilador usado durante as análises.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Na terceira etapa foi realizado a titulação em uma titulador (figura 8), na qual adiciona-se ácido clorídrico (HCl) 0,05N padronizado na solução receptora até que mude a cor de levemente verde para rosa, e anotado a quantidade usada de HCL utilizado para essa reação.

**Figura 8-** Titulador usado durante as análises.



Fonte: Arquivo pessoal (2021)

Após a essas etapas, a partir da quantidade de HCl utilizado com uma fórmula usando, normalidade do HCl, fator de correção e peso das amostras foi possível chegar à percentagem de N das amostras.

Fórmulas utilizadas:

$$\%N_{ASA} = \frac{(V-B) \times N_v \times 14 \times 100}{ASA}$$

Onde: % N<sub>ASA</sub> = percentual de nitrogênio com base na amostra seca ao ar; V= volume da solução de ácido clorídrico utilizado na titulação; B= volume de ácido clorídrico utilizado no branco; N<sub>v</sub>= normalidade verdadeira do ácido clorídrico; ASA= amostra seca ao ar.

$$\%N_{MS} = \frac{\%N_{ASA} \times 100}{\%ASE}$$

$$\%PB_{MS} = \%N_{MS} \times Fc$$

Onde: % N<sub>MS</sub> = percentual de nitrogênio com base na matéria seca; %ASE = percentual da amostra seca em estufa; % PB<sub>MS</sub> =percentual de proteína bruta com base na matéria seca; Fc= fator de correção do nitrogênio em equivalentes proteicos com valor de 6,25 (DETMANN et al. 2012).

### 1.3.5 Fração Fibrosa (FDN)

Para a realização das análises da fração fibrosa das amostras foi necessário confeccionar saquinhos com TNT (Tecido Não Tecido), gramatura 100. Em seguida eles

foram identificados, lavados e secos em estufa, e, após duas horas, foram pesados (peso vazio). Foram pesadas duas gramas de cada amostra e inseridas dentro dos saquinhos que, em seguida, foram fechados em seladora. Os saquinhos foram imersos em solução de detergente neutro e levados para autoclave durante uma hora (figura 9). Após esse processamento os saquinhos foram lavados e levados para a estufa (55°C) para secarem, em seguida pesados novamente.

Para calcular foram utilizadas as seguintes formulas:

$$FDN = (saco + FDN) - sacco$$

$$\%FDN_{ASA} = \frac{FDA}{ASA} \times 100$$

$$\%FDN_{MS} = \frac{\%FDN_{ASA}}{\%ASE} \times 100$$

Onde: FDN= gramas de fibras em detergente neutro; %FDN<sub>ASA</sub> =percentual de fibra em detergente neutro com base na amostra seca ao ar; ASA= amostra seca ao ar; sacco = gramas do sacco utilizado; %FDN<sub>MS</sub> =percentual de fibra em detergente neutro com base na matéria seca; % ASE= percentual da amostra seca em estufa. (VAN SOEST et al., 1994; adaptado para autoclave, de acordo com DETMANN et al., 2021 – INCT-CA F-002/1).

**Figura 9**– Autoclave usada durante a análise da fração fibrosa (FDN) das amostras.



Fonte: Arquivo pessoal.

### 1.3.6 Ensaio Sobre Estabilidade Aeróbia

Durante o estágio foi realizada um ensaio sobre estabilidade aeróbia, onde foram acompanhados por 12 dias, após a exposição ao oxigênio da silagem de milho reidratado, que esteve ensilada por 120 dias.

Após as aberturas dos silos, as amostras foram colocadas em baldes de plástico e transportados para uma sala com a temperatura controlada (figura 10). Foram medidas as temperaturas a cada 30 minutos. Durante esse período foram realizadas amostragem do conteúdo dos baldes, no dia da abertura (dia zero) e depois com quatro, oito, e 12 dias após a abertura do silo, onde foram medidos o pH das amostras (conforme descrito no item 1.3.1). Quando o conteúdo dos baldes foram amostrados, também foram retiradas amostras para realizar análises microbiológicas.

No dia zero foram analisadas as bactérias ácido lácticas presentes na silagem e análise de levedura e fungos filamentosos, nos dias quatro, oito e 12, apenas fungos e leveduras. No



entanto, nas análises microbiológicas, foram acompanhadas apenas as amostragens e discussão dos resultados obtidos.

**Figura 10-** Baldes com as amostras durante o ensaio sobre Estabilidade Aeróbia



Fonte: Arquivo Pessoal (2021)

## **2 REVISÃO DE LITERATURA - CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DE SILAGENS DE GRÃOS DE MILHO REIDRATADO**

### **2.1 Introdução**

Um levantamento feito nos anos de 2020 e 2021 mostram que a produção de milho no Brasil cresceu exponencialmente nestes anos (GOVERNO DO BRASIL, 2020). Apesar do aumento da produção, as melhorias em transporte e armazenamento não acompanharam esse crescimento. Uma alternativa para esse problema é armazenar o grão do milho reconstituído na forma de silagem. O processo consiste em adicionar água aos grãos até atingirem umidade adequada a serem ensilados (MOMBACH, 2019). Ensilar os grãos de milhos triturado e reidratado, é uma alternativa para a alimentação animal em vista que melhora a digestibilidade do amido do alimento (FERRARETO, 2018).

Alguns fatores podem interferir na qualidade final das silagens de grão de milho. O processo fermentativo na produção da silagem, também pode influenciar em sua qualidade, uma vez que esse processo ocorra de forma incorreta, pode haver perdas nutritivas. São parâmetros para avaliar e determinar a qualidade da silagem o pH, a matéria seca, onde ela pode agir controlando ou até mesmo inibindo microrganismo indesejáveis, e o nitrogênio amoniacal, com relação ao nitrogênio total, onde atua na elevação do pH (VAN SOEST, 1994, SANTOS et al., 2010).

Visando reunir mais informações sobre o assunto, objetivo desta revisão é reunir informações sobre as características fermentativas de silagens de grão de milho reidratado, apontando os principais indicadores fermentativos destas silagens.

### **2.2 Milho**

O milho está entre os três cereais mais produzidos no mundo. O Brasil está entre os três maiores países produtores de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e China. A produção brasileira entre 2019 e 2020 cresceu 7,27% e representa 9,46% da produção mundial. A maior parte da produção do milho é destinada ao consumo animal, que representa 53% da produção total (COELHO, 2020).

Os grãos de milho podem apresentar a coloração geralmente amarela ou mais claras chegando ao branco, mas podem variar de preto até o vermelho. O peso de cada grão pode

variar de acordo com a variedade do milho, (PAES, 2006). É composto com base média de 8,89 de proteína bruta, apresenta 1,83 de fibra em detergente neutro e 3,35 de Extrato Etéreo, todos em porcentagem da matéria seca (CQBAL, 2021).

O grão do milho é formado por quatro estruturas físicas mais importantes: pericarpo, endosperma, gérmen e pedicelo (ponta). Cada parte física do milho apresenta uma composição química diferente e também sua organização dentro do grão (PAES, 2006).

### **2.2.1 Pedicelo**

No grão essa é a menor estrutura representando, 2% do grão, essa estrutura tem a função de ligar o grão de milho ao sabugo. É composto basicamente por lignocelulósico (PAES, 2006).

### **2.2.2 Pericarpo**

O pericarpo se apresenta como a superfície externa do grão, representa 5% do grão de milho. Essa estrutura recobre e protege o endosperma e o gérmen. Atua protegendo o grão contra invasões microbianas e protege contra insetos. É constituída por camadas celulares que possuem hemicelulose e celulose (PAES, 2006).

### **2.2.3 Gérmen**

O gérmen compõe 11% da estrutura do milho, contém lipídios, minerais, proteínas e açúcares (PAES, 2006). Os lipídeos presentes nesta estrutura são insaturados, o ácido linoléico é encontrado em maior quantidade, mas também estão presentes o ácido oléico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido linolênico e o araquidônico (MILLER et al., 2009).

### **2.2.4 Endosperma**

Em aspectos nutricionais, o endosperma é a estrutura mais importante do grão, em razão de conter a maior parte da energia e possuem, em menor proporção, proteínas enzimas, vitaminas e minerais. É a maior parte do milho e representa 83% do grão, onde há principalmente amido que constitui de 88% do endosperma. Nesta estrutura do grão contém proteínas, que representa 8% do endosperma, são proteínas de reserva do tipo prolaminoas, chamadas de zeínas. Essa proteína envolve o grânulo de amido formando assim uma matriz proteíca.

De acordo com a distribuição dos grânulos do amido nesta matriz protéica podem ser classificadas em dois tipos: farináceo e vítreo. No farináceo os grânulos de amido, estão mais dispersos e não há uma matriz protéica em volta desta estrutura, resultando assim em espaços vagos durante a secagem dos grãos, esses espaços anteriormente eram ocupados pela água no desenvolvimento do grão. No vítreo a matriz protéica é densa composta por corpos protéicos que estão em volta dos grânulos de amido, não permitindo assim que haja espaço entre os grânulos (PAES, 2006).

As classificações vítreo e farináceo se dá pela aspectos do endosperma quanto a luz. O grão de milho farináceo permite a passagem de luz por ele, apresentando-se assim opaco, já o vítreo a luz é refletida, devido à falta de espaços entre os grânulos de amido e a matriz protéica, resultando assim em um endosperma vítreo (PAES, 2006).

Devido ser a maior estrutura do grão, o endosperma acaba determinando o valor nutricional e econômico do grão. O que diferencia um grão do outro é o tamanho e sua forma, que são definidos pelas estruturas de endosperma em grande parte e em seguida o gérmen. (PAES, 2006).

Para a produção da silagem de grão de milho, podem ser considerados dois estádios de maturação diferente, um milho mais jovem apresentando mais umidade nos grãos. E milho mais velho apresentando uma redução na umidade dos grãos. Silagens de milho úmido são as mais empregadas, em relação a custos de produção. Jasper et al. (2009) relatou uma economia de 8,8% em relação a produção de silagem de grão mais maduros, entretanto a silagem de grão secos se tornam uma alternativa, visto em que se pode armazenar por mais tempo, visando uma compra estratégica em momentos de menor preço no mercado. Uma alternativa para utilização desse grão mais secos, é a reidratação onde se pode aumentar a umidade deste grão.

A maturidade do milho afeta a digestibilidade. Quanto mais cedo for colhido, menor é quantidade de amido do grão, no entanto é mais digestível. O contrário ocorre em grãos com uma maior maturidade, onde se apresenta uma quantidade maior de amido, entretanto é menos digestível (FERNANDES et al., 2021)

### **2.3 Processo de Ensilagem**

O processo de ensilagem se dá de forma semelhante ao processo de ensilagem do grão úmido, o que difere é a reidratação do grão.

Mombach et. al (2019) avaliaram características fermentativas em diferentes níveis de inclusão de água, de 0, 10, 20, 30 e 40% de água obtendo assim níveis aproximados de MS de 90, 80, 70, 60 e 50% respectivamente. Os pesquisadores concluíram que a reidratação para silagem de grão de milho maduro com 30% de inclusão de água na matéria natural, se mostrou mais eficiente em relação ao perfil fermentativo e com pH mais baixo (4.6), que favorece a conservação da massa ensilada.

Após o milho moído e umidificado, devem ser postos nos silos compactados e vedados. A compactação reduz o espaço entre as partículas de milho, tirando o oxigênio e favorece o crescimento de microrganismos desejáveis para este processo. A vedação evita que o oxigênio entre em contato com a massa ensilada favorecendo assim as condições de anaerobiose que são fundamentais para a fermentação. Logo após esse processamento, as reações que ocorrem dentro dos silos são divididas em quatro fases: a fase aeróbia, fase fermentativa, fase de estabilização e a fase de deterioração aeróbia. Todas essas fases podem apresentar duração diferentes e intensidades também, sendo assim não devem ser separadas precisamente umas das outras (PAHLOW et al., 2003).

A primeira é uma fase mais curta duração, ocorre no período de enchimento do silo e perdura até algumas horas após o fechamento do silo. Durante este período todos os microrganismos aeróbios ainda permanecem vivos. Eles sobrevivem consumindo o oxigênio presente na massa ensilada, o que conseqüentemente vai reduzir sua concentração. Quando não ocorre uma compactação adequada, ou há tamanhos irregulares nas partículas de grão de milho, pode haver a uma degradação de proteínas não desejada, pode aumenta a temperatura dentro do silo e ainda pode ocorrer a proliferação de fungos e leveduras. O fim desta fase é caracterizado pela redução da concentração do oxigênio, onde dará início a segunda fase (PAHLOW et al., 2003).

A fase fermentativa tem início com a aumento da quantidade de bactérias produtoras de ácido lático heterofermentativas e com as bactérias que produzem ácido acético, também algumas enterobactérias. Essas bactérias utilizam glicose, ribose, xilose e frutose como substratos para produzirem ácido acético e lático. A produção desses componentes no processo fermentativo reduz o pH, o que irá promover a redução também da ação das

bactérias heterofermentativas, onde assim predominará as bactérias homofermentativas (MCALLISTER e HRISTOV, 2000). As bactérias homofermentativas produzem principalmente ácido lático, o que reduz ainda mais o pH dentro do silo. Esta fase dura até que o pH seja reduzido aproximadamente entre 3,8 e 4,2, que será suficiente para redução da atividade dessas bactérias que predominam no meio (PAHLOW et al., 2003).

Quando ocorre a inibição das bactérias homofermentativas, inicia-se a terceira fase que é a fase de estabilidade, onde leveduras ácido-tolerantes presentes na massa ensilada sobrevivem, porém inativas, juntamente com bacilos e *Clostridium* esporulados. Se houver fermentações secundárias, que estão relacionadas a uma deficiência de carboidratos fermentecíveis ou produção lenta de ácido lático, pode não inibir a flora que atua deteriorando e acabam reduzindo a qualidade da silagem (PAHLOW et al., 2003).

## **2.4 Avaliação do Processo Fermentativo**

Podem ocorrer perdas físicas naturais no processo de ensilagem devido à um mau manejo, algumas perdas químicas também podem ocorrer alterando o valor energético das silagens. Algumas dessas perdas podem ser evitadas com técnicas corretas de ensilagem (LANES et al., 2006).

Vários parâmetros podem ser usados para avaliação do processo fermentativo, que são indicativos do valor nutricional da massa ensilada. Alguns ácidos orgânicos podem ser citados como: ácidos lácticos, acético, butírico, isobutírico, propiônico entre outros. Entretanto para avaliação do processo fermentativo os mais utilizados são os ácidos lático, butírico e acético, e também, são comumente utilizados como parâmetros para avaliar a fermentação das silagens o pH e nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total (MCDONALD et al., 1991).

### **2.4.1 pH**

O pH é um importante indicador para avaliar a qualidade das silagens e de sua fermentação, entretanto deve ser avaliado em conjunto com outros indicadores. Não é sempre que silagens que apresentem pH em torno de 4,0 expressem uma boa qualidade. O valor de pH depende das concentrações de ácidos contidos na massa ensilada. O ácido lático é o principal ácido com capacidade de acidificar o meio devido sua constante de dissociação maior que os outros ácidos (MOISIO e HEIKONEN, 1994).

É importante que haja um rápido declínio do pH, para a rápida inibição dos microrganismos indesejados, entretanto se houver uma queda acentuada, abaixo dos valores de 3,5, podem se desenvolver microrganismos ácido-tolerantes, como leveduras que produzem etanol levando a perdas de nutrientes (RODRIGUES et al., 2007). Silva et al. (2018) avaliaram o processamento de grãos de milho com diferentes granulometrias, para silagem de grão de milho reidratado, onde encontrou valores de pH de 5,57 com 120 dias de ensilagem, entretanto afirmou que a granulometria não interferiu nos níveis de pH e no processo fermentativo da silagem. Já Benini et al. (2020) avaliaram diferentes níveis de inclusão de água de 0, 30, 35, 40 e 45%, antes de ensilar o grão de milho moído, e após 56 dias de ensilagem apresentaram valores de MS de 92,348, 74,418, 71,952, 72,122 e 70,740 respectivamente. Após a ensilagem, observaram que houve diferença nos níveis de pH, onde as silagens que receberam mais água (45%) reduziram mais o pH em relação as silagens com menos água (0, 30, 35 e 40 %).

O poder tampão ou capacidade tampão é a resistência que a massa ensilada tem para reduzir o pH, algumas variedades de milho possuem substâncias tamponantes, que podem ser sais minerais, baixos teores de carboidratos solúveis, ácidos orgânicos, que podem levar a perdas nutricionais (ÁVILA et al., 2009). Dificilmente é encontrado na literatura dados sobre capacidade tampão de silagens de grão de milho reconstituídos.

#### **2.4.2 Ácidos orgânicos**

As bactérias que atuam no processo de ensilagem podem produzir diferentes ácidos devido sua capacidade de fermentar açúcares simples, cada grupo de microrganismos possuem diferentes vias de fermentação em razão de cada substrato envolvidos no processo. (MUCK, 2010).

O ácido láctico aparece em maior porcentagem nas silagens e reduz significativamente o pH. A maior proporção de ácido láctico da massa ensilada é produzido por bactérias ácido lácticas, tanto homofermentativas quanto heterofermentativas (MUCK, 2010). O ácido butírico, quando está presente é em pequenas quantidades e indica a degradação das proteínas da massa, pela ação de bactérias do gênero *Clostridium* que estão relacionadas com valores mais altos no pH. (FISHER e BURNS, 1987).

O ácido acético é indicativo da atividade das enterobactérias, que são responsáveis por perdas acentuadas de matéria seca durante o processo fermentativo, assim como, as bactérias

ácido lácticas heterofermentativas. Não é interessante que tenha uma elevada produção de ácido acético, pois pode promover condições para proliferações de microrganismos (McDONALD,1991). Contudo, o ácido acético possui uma ação antifúngica, o que pode melhorar a silagem de milho após a abertura do silo (DA SILVA, 2018).

Fernandes et al. (2021) avaliaram híbridos de milho diferentes, processados na forma de silagem de grão de milho reidratado e observou que com o tempo as concentrações de ácidos orgânicos aumentaram. Foi verificada que as concentrações de ácido láctico aumentaram de 0,4g/kg MS no dia da ensilagem para 11,92g/kg MS com 120 dias de fermentação. As mesmas características foram observadas nas concentrações de ácido acético, que inicialmente apresentaram valores de 0,72 g/kg MS e aumentaram para 3,04g/kg MS com 120 dias.

Da Silva et al. (2018) avaliaram o perfil fermentativo de silagem de milho reidratado. Então foram observados níveis de ácido láctico e ácido acético de 27,3 e 3,60 g/kg MS respectivamente, e de ácido butírico 5,16 mg/ kg MS com 124 dias de ensilagem. Essas e outras concentrações de ácidos orgânicos encontrados na literatura podem ser observados na tabela 2.

**Tabela 2-** Teor de ácidos orgânicos de silagens de grão de milho reidratado descritos na literatura.

Silagem	Dias de ensilagem	Ácido láctico (g/kg MS)	Ácido Butírico (mg/kg MS)	Ácido Acético (g/kg MS)	Autor
Milho reidratado	124	27,6	5,16	3,6	Da Silva et al., 2018.
Milho reidratado	120	23,7	-	10	Carvalho et al., 2016
Milho reidratado	120	11,92	2061,85	3,04	Fernandes et. al 2021
Milho reidratado	30	13,6	-	1,63	Rezende et al., 2014
Milho reidratado	28	26	1500	7,5	Ferrareto et al., 2018
Milho reidratado	14	19	200	7	Ferrareto, et. al., 2018
Milho reidratado	90	19,3	10	2,9	Junges et al., 2017



### 2.4.3 Nitrogênio amoniacal

A amônia da silagem, representada na porcentagem do nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) em relação ao nitrogênio total da massa ensilada, é comumente utilizada como indicativo da qualidade das silagens. Em conjunto com o pH são indicadores de como ocorreu o processo de fermentação. A maior parte do nitrogênio contido nas silagens estão na forma de proteínas, o restante é chamado de nitrogênio não proteico (NNP), que são aminoácidos livres, que estão em maior proporção e aminas, nucleotídeos, peptídeos entre outro que se apresentam em menor quantidade (JOBIM et al., 2007).

Antes do processo de ensilagem, já começa a degradação de proteína, que aumenta após a ensilagem. Quanto maior for a porcentagem do nitrogênio amoniacal em relação a porcentagem do nitrogênio total, pior será a qualidade da silagem, pois isso é indicativo que houve intensa degradação de proteína. A amônia resultante deste processo inibe o consumo dessa silagem pelos animais e é pouco eficiente para produção de proteínas pelos micro organismos do rúmen, além de alterar o processo fermentativo impedindo um declínio rápido do pH (MCKERSIE, 1985).

As silagens que apresentam 10% de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio, é indicativo que houve baixa quebra de proteínas, já silagens que apresentam níveis de mais de 15% de nitrogênio amoniacal, representa uma maior quebra de proteínas em amônia e aminoácidos, que acabam sendo menos consumidas pelos animais (VAN SOEST, 1994). Entretanto em estudos recentes de Fernandes et al. (2021) relatam que para silagens de milho reidratado é desejável um certo nível de proteólise, já que se trata de milhos com uma maior maturidade, e que a proteólise melhora a digestibilidade da silagem.

Trivelato et al. (2019) avaliaram silagens de milho reidratado com granulometrias diferentes e também observaram um aumento na concentração do nitrogênio amoniacal, com o decorrer do tempo de anaerobiose, entretanto, os tamanhos diferentes da massa não tiveram influência sobre a concentração de nitrogênio amoniacal. Os maiores valores de nitrogênio amoniacal aumento com o aumento da umidade da massa ensilada. Variadas concentrações de  $N-NH_3$  encontrados em vários trabalhos com silagens de grão de milho podem ser observados na tabela 3, assim como valores de pH e matéria seca.

**Tabela-3** Características Fermentativas de silagens de grão de milho.

<b>Tipo de Grão</b>	<b>Dias de ensilagem</b>	<b>pH</b>	<b>Nitrogênio Amoniacal</b>	<b>Matéria Seca (g/kg MS)</b>	<b>Autor</b>
Milho reidratado	56	5,368	-	721,22	Benini et al., 2020
Milho reidratado	120	5,57	-	658	Silva et al., 2018
Milho reidratado	120	3,9	0,8 <sup>1</sup>	641	Trivelato et al., 2019
Milho reidratado	30	4,68	0,6 <sup>2</sup>	681	Carvalho et al., 2016
Milho reidratado	28	4	1,8 <sup>1</sup>	700	Ferrareto et al., 2018
Milho úmido	28	3,8	0,4 <sup>1</sup>	674	Saylor et al., 2020
Milho reidratado	120	4,12	0,7 <sup>1</sup>	840	Da Silva et al., 2019
Milho reidratado	300	4,25	0,85 <sup>1</sup>	860	Da Silva et al., 2019
Milho reidratado	90	3,74	7,36 <sup>4</sup>	670	Junges et al., 2017
Milho reidratado		4,4	19,8 <sup>3</sup>	684	Ferrareto et al., 2015

<sup>1</sup> = g/kg MS; <sup>2</sup> = % PB; <sup>3</sup> = g/kg PB; <sup>4</sup> = %N.

## **2.5 Conclusão.**

Vários fatores interferem na fermentação, entretanto algumas perdas durante esse processo fermentativo podem ser evitadas, com técnica adequada no momento da ensilagem. As silagens de grão de milho são uma alternativa para o consumo dos animais. Muito se tem na literatura sobre o processo fermentativo de silagem de forragem, entretanto mais estudos devem ser feitos sobre silagens de grãos de milho reidratado, afim de elucidar melhor o processo fermentativo para melhorar a preservação do grão de milho no processo de ensilagem e assim reduzir perdas durante a fermentação.

## REFERÊNCIAS

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington, 1980. p.1015
- BENINI, M. C. et. al. Avaliação química da silagem de grão de milho reidratado em diferentes níveis de adição de água. **PubVet Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.14 n.7 a612, 2020. p.1-6.
- CARVALHO, B. F. et.al. Perfil de fermentação e identificação de bactérias de ácido láctico e leveduras de silagem de grão de milho reidratado. **Journal of Applied Microbiology** **122**. The Society for Applied Microbiology. 2016. p. 589-600
- COÊLHO, J. D. MILHO: PRODUÇÃO E MERCADOS. **Caderno Setorial ETENE**. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. Ano 5. Nº 140. 2020.
- CQBAL 4,0, 2021. Disponível em;  
<https://www.cqbal.com.br/#!/relatorio/derivados/listar/?derivados=W3siaWQiOjIxNTQsInRp dHVsbYI6Ik1JTEhFVE8gU0lMQUdFTSJ9LHsiaWQiOjEyNDIsInRpdHVsbYI6Ik1JTEhPIEd Sw08gIn1d>, acesso em 05 de Agosto de 2021.
- DA SILVA, N. C. et. al. Fermentação e estabilidade aeróbia de silagem de grão de milho reidratado tratada com diferentes doses de *Lactobacillus buchneri* ou uma combinação de *Lactobacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*. **Journal of Dairy Science**. Vol. 101 No. 5. 2018. p. 4158-4167
- DA SILVA, N. C. Influence of storage length and inoculation with *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of high-moisture corn and rehydrated corn grain silage. **Animal Feed Science and Technology**. 51 .2019. p. 124–133.
- DETMANN et. al. **Métodos para Análise de Alimentos**. INCT - Ciência Animal. 1 ed. 2012.
- FERNANDES, J. et. al. Influence of hybrid, moisture, and length of storage on the fermentation profile and starch digestibility of corn grain silages. **Animal Feed Science and Technology**. 271 114707. 2021.
- FERRARETO, et. al. Effect of ensiling time on fermentation profile and ruminal in vitro starch digestibility in rehydrated corn with or without varied concentrations of wet brewers grains. **Journal of Dairy Science** v. 101 No. 5, 2018. p. 4643- 4649.
- FERRARETO. F. L. et. al. Influence of ensiling, exogenous protease addition, and bacterial inoculation on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal in vitro starch digestibility in rehydrated and high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 98 No. 10, 2015. p. 7318–7327.
- FISHER, D.S.; BURNS, J.C. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effects of carbohydrate constituents on silage fermentation. **Agronomy Journal**, v.79, n.2, p. 242-248, 1987.
- GOVERNO DO BRASIL. **Brasil deve ter novo recorde de produção na safra de grãos 2020/21**. 2020. Disponível: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e->

pecuaria/2020/10/brasil-deve-ter-novo-recorde-de-producao-na-safra-de-graos-2020-21#:~:text=O%201%C2%BA%20Levantamento%20da%20safra,milh%C3%B5es%20de%20toneladas%20de%20gr%C3%A3os. Acesso em: 12 de julho de 2021.

JASPER, S. P. et al. Comparação econômica da produção de grãos secos e silagem de grãos úmidos de milho cultivado em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v. 33, n. 5. 2009. p. 1385-1391

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, 2007. p. 101-119

LANES, E. C. M.; OLIVEIRA, J. S.; LOPES, F. C. F.; VILLANI, E. M. A. Silagem de Milho Como Alimento Para o Período da Estiagem: como produzir e garantir qualidade. **Revista CES**, v. 20, 2006. p. 97-111

McALLISTER, T.A.; HRISTOV, A.N. The fundamentals of making good quality silage. **Dairy Technology**, v.12, 2000. p.381

McDONALD, P. et al. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. p. 340.

McKERSIE, B.D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. **Agronomy Journal**, v.77, n.1, 1985. p.81-86.

MILLER, W. F. et al. Comparison of full-fat corn germ, whole cottonseed, and tallow as fat sources for lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v.92. n.7. 2009. p. 3386-3391

MOISIO, T., HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science and Technology**, v.47, n.1, 1994. p. 107-124.

MOMBACH, M. A. et al. Silagem de grão de milho reidratado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**.v.71, n.3, 2019. p. 959-966.

MUCK, R. E. Microbiologia silagem e seu controle por meio de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, 2010. p. 183-191.

NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Silagens: oportunidades e pontos críticos. **Comunicado Técnico 43. Embrapa**. INSS 1678-3123. Juiz de Fora, MG. 2004.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. **Circular Técnica 75. Embrapa**. Sete Lagoas. Minas Gerais. 2006.

PAHLOW, G. et al. Microbiology of ensiling. **Silage science and technology**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 31-94.

REZENDE, A. V et. al. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. **Animal Feed Science and Technology**.197. 2014. p. 213–221.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, 2007. p. 1751-1760.

SANTOS, R.D. et. al. Características de fermentação da silagem de seis variedades de milho indicadas para a região semiárida brasileira. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.62, n.6. 2010. p. 1423-1429.

SAYLOR, B. A. et. al. Efeito da inoculação microbiana e do tamanho de partícula no perfil de fermentação, estabilidade aeróbia e degradação ruminal do amido in situ de milho úmido ensilado por um curto período. **Journal of Dairy Science.** v. 103 No. 1, 2020. p. 379-395.

SILVA, M. R. H. O processamento do grão de milho melhora a composição química e o perfil fermentativo da silagem reidratada. **Acta Scientiarum.** Ciências Animais, v. 40, e 42564, 2018.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. p. 476.