

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

Igor Freire de Paiva

**NÍVEIS DE INCLUSÃO DE GÉRMEN DE MILHO INTEGRAL NA ENSILAGEM DE  
GRÃO DE MILHO REIDRATADO**

Rio Pomba

2022

Igor Freire de Paiva

**NÍVEIS DE INCLUSÃO DE GÉRMEN DE MILHO INTEGRAL NA ENSILAGEM DE  
GRÃO DE MILHO REIDRATADO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Rafael Monteiro Araújo Teixeira

Rio Pomba - MG

2022

**Ficha Catalográfica elaborada pela Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais / *Campus* Rio Pomba**  
**Bibliotecária: Ana Carolina Souza Dutra CRB 6 / 2977**

P149n

Paiva, Igor Freire de

Níveis de inclusão de germen de milho integral na ensilagem de grão de milho reidratado/ Igor Freire de Paiva. – Rio Pomba, 2022.  
36f.; il.

Orientador: Dr. Rafael Monteiro Araújo Teixeira.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Pós-Graduação *Stricto sensu* em Nutrição e Produção Animal - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

1. Coprodutos. 2. Digestibilidade. 3. Bromatologia. I. Teixeira, Rafael Monteiro Araújo. II. Título.

CDD: 636.084

Igor Freire de Paiva

**NÍVEIS DE INCLUSÃO DE GÉRMEN DE MILHO INTEGRAL NA ENSILAGEM DE  
GRÃO DE MILHO REIDRATADO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Nutrição e Produção Animal.

Aprovado em: 26 / 07 / 2022

BANCA EXAMINADORA

<hr/> <p>Prof. Edilson Rezende Cappelle Doutor em Zootecnia IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba</p>	<hr/> <p>Prof. Valdir Botega Tavares Doutor em Zootecnia IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba</p>
<hr/> <p>Prof. Rogério de Paula Lana Doutor em Ciência Animal Universidade Federal de Viçosa</p>	<hr/> <p>Prof. Rafael Monteiro Araújo Teixeira Doutor em Nutrição e Produção de Ruminantes IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba</p>

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que me cobriu de força e muita fé para chegar até aqui, dedico ao meu orientador, à minha família, à minha esposa e aos meus amigos que foram os pilares desta conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

A gratidão é a palavra que define este trabalho.

A Deus e Nossa Senhora Aparecida por iluminarem meus caminhos, não me deixaram desanimar na fé, abençoando com sabedoria e saúde, ao concluir este sonho.

Ao Professor Rafael, orientador desta dissertação, que vem me acompanhando desde a graduação, com iniciação científica, trabalho de conclusão de curso e a dissertação. Obrigado pelos conselhos, pelas correções, pela paciência e principalmente por ser tão dedicado ao ensino e ao excelente profissionalismo.

Ao Professor Valdir, coorientador desta dissertação, que também vem me acompanhando desde a graduação. Vínhamos ensaiando de trabalharmos em algum projeto juntos, tive a felicidade e o prazer de ter o seu apoio nesta dissertação. Obrigado pelo apoio incondicional, por me socorrer nos momentos de dificuldades de execução do projeto em sua residência, compartilhar informações pelo telefone, contribuir com a entrega das amostras ao laboratório e principalmente pela sua alegria em ensinar.

Ao os meus companheiros de projeto, Mateus Belquior, Ana Clara, Gustavo Ávila, Paulo Dornelas, Letícia Fernanda, pelo comprometimento, dedicação e apoio na execução do projeto.

Ao Ronaldy, técnico do laboratório de Nutrição Animal do IF, que jamais mediu esforços para me ajudar nas análises e execução do projeto. Exemplo de profissionalismo e de comprometimento com a Instituição.

Ao Paulo Dornelas, amigo de longa data que não mediu esforços para me ajudar nas análises na UFV, assim como apoio moral e incentivo.

A Letícia Fernanda por ser tão solícita em me ajudar nas análises estatísticas e execução do projeto.

Ao Professor Doutor Rogério Lana por ter confiado no meu trabalho e possibilitado a execução das análises no Laboratório de Nutrição Animal da UFV.

Aos meus pais Edison e Kécia, por me apoiarem em todas as minhas escolhas e decisões, por sempre serem o meu refúgio, o meu porto seguro, e por compreenderem a ausência do lar pelos compromissos profissionais e acadêmicos. A minha irmã Isabella, pelo carinho e mensagens de apoio.

Aos meus avós Maria Helena e Sebastião, pelos conselhos, orações, ligações e mensagens de apoio nos momentos difíceis de desespero e angústias. Aos meus familiares que torceram tanto por minha conquista.

Aos meus irmãos de coração Igor Rocha e Daniela Melo, que me incentivaram e me apoiaram mesmo à distância.

Ao casal de amigos, Vinícius (Nelore) e Lidiane, que gentilmente me acolheram, abrigaram e literalmente entregaram as chaves do apartamento e me incentivaram, contribuíram muito com essa conquista. Ao Mateus Belquior, amigo que o mestrado me presenteou.

A todos companheiros de trabalho por apoiarem e incentivarem a busca pelo conhecimento, contribuindo com o desenvolvimento e crescimento da empresa. A todos os meus clientes, estes que serão os maiores beneficiários dos meus conhecimentos.

Ao Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, campus Rio Pomba, por fazer parte de mais uma etapa da minha jornada acadêmica e profissional. E ao programa de Mestrado Profissional, por contribuir com a minha formação, e colaborar com o desenvolvimento e melhoria da extensão rural.

E por último, mas muito especial, a minha esposa, Lara Luany, por ser minha companheira, incentivadora, conselheira, por acreditar e comungar os meus sonhos. Não poderia deixar de agradecer a toda a sua família, a minha sogra Maristela e ao meu sogro Wellington, meu cunhado Emmanuel, Tia Lu, pelo incentivo e apoio de minhas conquistas.

Por fim agradeço a todos que estiveram nessa longa caminhada, que de algum modo contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

A todos, o meu sincero “Muito Obrigado!!!”.

“Por não saber que era impossível, ele foi lá e fez” (Jean Cocteau).

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o melhor nível de inclusão de diferentes níveis de gérmen de milho integral (GMI) na ensilagem de milho reidratado, sobre os parâmetros de composição bromatológica, perda de efluente e gases, pH, produção de ácidos orgânicos e etanol e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN). O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições, sendo, tratamento controle (milho moído integral), e demais tratamentos com os níveis de inclusão de GMI de 5%,10%,15%,20% e 25%, respectivamente. Os materiais reidratados foram padronizados em 35% de umidade, sendo ensilados em silo experimental constituído de ploricloreto de vinila (PVC), com dimensões de 0,5m de comprimento e 0,1m de diâmetro, equipado com válvula de “Bunsen”. Ao fundo de cada silo, foi adicionado um saquinho filtro com areia, tendo como objetivo a determinação da perda dos efluentes. Padronizou-se a densidade em 800 kg/m<sup>3</sup>. Após 120 dias de ensilagem, foram avaliados a composição bromatológica dos silos, perdas de gases e efluentes, pH, produção de ácidos orgânicos e etanol e digestibilidade in vitro. Os dados coletados foram analisados por meio de regressão linear simples e quadrática, em que os ajustes dos modelos foram realizados utilizando a função linear model (*lm*) e quadrático model do software R, adotando nível de significância de 5% e o modelo significativo de mais alta ordem. Houve redução das perdas de gases e de efluentes a medida que aumentou o nível de inclusão de GMI ( $p < 0,05$ ). Os valores de pH reduziram linearmente de acordo com o aumento da inclusão do GMI ( $p < 0,05$ ). Em relação aos ácidos orgânicos e etanol, as silagens reidratadas não apresentaram variação na produção de ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico e etanol, exceto para a produção de ácido butírico. Na composição bromatológica houve aumento da composição da matéria mineral, extrato etéreo, FDN e FDA. Houve a redução da DIVMS das silagens com inclusão dos níveis de GMI. Conclui-se que de acordo com os dados apresentados o GMI pode ser incluído na ensilagem de grão milho moído em até 25%, porém há a necessidade de se avaliar o seu uso em animais e a avaliação da viabilidade econômica.

Palavras-chave: Coprodutos. Digestibilidade. Bromatologia.

## **ABSTRACT**

### **Whole corn germ inclusion levels in silage of rehydrated corn grain**

The objective was to evaluate the best inclusion level of different levels of whole corn germ (GMI) in rehydrated corn silage, on the parameters of bromatological composition, effluent and gas loss, pH, production of organic acids and ethanol and in vitro digestibility of dry matter (DIVMS) and fiber in neutral detergent (DIVFDN). The experiment was conducted in an entirely randomized design, with six treatments and five repetitions, being, control treatment (whole ground corn), and other treatments with the inclusion levels of GMI of 5%, 10%, 15%, 20% and 25%, respectively. The rehydrated materials were standardized in 35% humidity, being ensiled in experimental silo made of vinyl chloride (PVC), with dimensions of 0.5m in length and 0.1m in diameter, equipped with a "Bunsen" valve. A filter bag with sand was added to the bottom of each silo, in order to determine the effluent loss. The density was standardized at 800 kg/m<sup>3</sup>. After 120 days of ensiling, the bromatological composition of the silos, gas and effluent losses, pH, production of organic acids and ethanol and in vitro digestibility were evaluated. The data collected were analyzed by simple linear and quadratic regression, in which the model fits were performed using the linear model (lm) and quadratic model function of the R software, adopting significance level of 5% and the highest order significant model. There was a reduction in gas and effluent losses as the inclusion level of GMI increased ( $p < 0.05$ ). pH values reduced linearly according to increasing inclusion of GMI ( $p < 0.05$ ). Regarding organic acids and ethanol, the rehydrated silages showed no variation in lactic acid, acetic acid, propionic acid and ethanol production, except for butyric acid production. In the bromatological composition there was an increase in the composition of mineral matter, ethereal extract, FDN and FDA. There was a reduction of DIVMS of the silages with the inclusion of the levels of GMI. It was concluded that according to the data presented, GMI can be included in the silage of ground corn grain up to 25%, but there is a need to evaluate its use in animals and the evaluation of economic viability.

Keywords: Coproducts. Digestibility. Bromatology.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Composição bromatológica do milho moído e do gérmen de milho integral .....	23
<b>Tabela 2</b> - Composição bromatológica da silagem de milho reidratado com diferentes níveis de inclusão de gérmen de milho integral.....	28
<b>Tabela 3</b> - Perda por gases (PG), perda de efluentes (PE), pH da silagem de grão de milho reidratado com diferentes níveis de inclusão de gérmen de milho integral.....	30
<b>Tabela 4</b> - Produção de ácidos orgânicos da silagem de grão de milho reidratado com diferentes níveis de inclusão de gérmen de milho integral.....	32
<b>Tabela 5</b> - Digestibilidade in vitro da matéria seca e da FDN da silagem de grão de milho reidratado com diferentes níveis de inclusão de gérmen de milho integral.....	33

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1-** Composição bromatológica em função do percentual de inclusão de gérmen de milho na ensilagem. A. Matéria mineral (Cinzas); B. Extrato etéreo, C. Fibra em detergente neutro (FDN); D. Fibra em detergente ácido (FDA).....29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASE	Amostra seca em estufa
DIVMS	Digestibilidade in vitro da matéria seca
DIVFDN	Digestibilidade in vitro da fibra em detergente neutro
EE	Extrato Etéreo
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GMI	Gérmen de Milho Integral
IF Sudeste MG	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais
L	Litros
MM	Matéria Mineral
Mm	Milímetros
PB	Proteína Bruta
PE	Perdas por efluentes
PG	Perdas por gases
pH	Potencial hidrogeniônico
PV	Peso vivo
PVC	Policloreto de Vinila
TNT	Tecido Não Tecido
UFV	Universidade Federal de Viçosa

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Particularidades do grão de milho	16
2.2	Silagem de grão de milho reidratado	17
2.3	Gérmen de milho	18
2.4	Gérmen de milho na nutrição de ruminantes	19
3	OBJETIVOS	20
3.1	Objetivo Geral	20
3.2	Objetivos Específicos	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	Local	20
4.2	Amostragem	20
4.3	Delineamento experimental e tratamentos	21
4.4	Análise da composição bromatológica dos ingredientes antes da ensilagem	21
4.5	Preparativos da ensilagem	21
4.6	Ensilagem	22
4.7	Abertura dos silos e mensuração do pH pós abertura	23
4.8	Avaliação de perdas fermentativas	23
4.9	Avaliação de ácidos orgânicos e etanol	24
4.10	Digestibilidade in vitro do material ensilado	24
4.11	Estatística	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	Composição bromatológica	25
5.2	Valores de pH, perda de gases e de efluentes	28
5.3	Produção de ácidos orgânicos	29
5.4	Digestibilidade in vitro da MS e da FDN	30
6	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

## 1. INTRODUÇÃO

O grão de milho é de grande importância na nutrição de ruminantes, sendo o principal alimento energético usado nas dietas de animais de produção (FABINO NETO *et al.*, 2020). No Brasil, 86% do consumo interno de milho da safra 2019/20 foram destinados para a alimentação animal (NIDEIRA SEMENTES, 2021). Este grão é composto por quatro partes, sendo: pericarpo, endosperma, gérmen ou embrião, e ponta (KOMATSU, 2018).

O endosperma duro é uma característica predominante entre a maioria dos grãos de milho brasileiro (PEREIRA *et al.*, 2014). Esta característica confere aos grãos de milho e de sorgo uma matriz proteica (prolamina) que envolvem os grânulos de amido, dificultando o ataque bacteriano, por isso apresentam maior disponibilidade quando processados (FAUSTINO *et al.*, 2018).

Os processamentos, tanto físico (moagem dos grãos), quanto a ensilagem (fermentação) são estratégias disponíveis para melhorar a digestibilidade e o desempenho dos ruminantes (OWENS; ZINN; KIM, 1986). Uma dessas estratégias é a silagem de grão reidratado, técnica que na última década vem aumentando o seu uso no Brasil (GOMES *et al.*, 2020). Essa técnica foi introduzida no país em 1981, inicialmente na produção de suínos e posteriormente em bovinos de corte e leite (JOBIM *et al.*, 2010).

O seu processo consiste na reidratação do grão até que o mesmo atinja umidade ideal, para então ser ensilado (BENINI *et al.*, 2020). Esta técnica permite que os produtores comprem grandes volumes de grãos quando os mesmos apresentam preços mais atrativos, e os armazenem de forma segura e econômica (ÁVILA *et al.*, 2018). Outra vantagem deste processo é o incremento de produção, devido ao aumento no aproveitamento do amido pela ação das bactérias e ácidos orgânicos (HOFFMAN *et al.*, 2011), aumento da digestibilidade, (FERRARETTO *et al.*, 2018), influenciando na redução de perdas e potencializando o desempenho animal, além de poder ser produzida durante todo o ano (SILVA *et al.*, 2020).

O milho que é o principal grão utilizado como fonte energética na dieta de ruminantes, sofreu grandes variações de preço nos últimos dois anos. Após o início da pandemia do Covid-19 a cotação deste grão chegou a dobrar no Brasil. A saca de 60 quilos de R\$ 50 no primeiro semestre de 2020, ultrapassou a marca de R\$ 100 em 2021, segundo o indicador do milho Esalq/BM&FBovespa CEPEA/ESALQ (2020).

Esta alta nos preços do cereal está influenciando diretamente no preço e na viabilidade da atividade pecuária (BENINI *et al.*, 2020).

Visando a redução dos custos de produção, uma possível alternativa praticada pelos técnicos e produtores é a utilização de coprodutos. Recentemente, várias pesquisas buscam quantificar tais alimentos, assim como determinar os níveis ótimos de inclusão nas dietas de ruminantes, os quais possam permitir a produtividade dos animais, e de preferência, que imprimam qualidade aos produtos (carne e leite), e possibilitem a redução dos custos com alimentação e aumento da rentabilidade dos sistemas de produção (KOTSAMPASI *et al.*, 2017).

Um destes coprodutos, provenientes do processamento do grão de milho para extração do amido de milho, é o gérmen de milho integral, resíduo da indústria alimentícia humana que pode ser destinado na alimentação animal. A obtenção depende de processos de moagem e extração do amido do milho, podendo ser por processos a seco, descrita por Paes *et al.*, (2006) ou úmidos conforme GONÇALVES *et al.*, (2003).

A composição química deste coproduto é de aproximadamente 11% de proteína bruta, 3,51% de matéria mineral, 22,91% de extrato etéreo, de acordo com (VALADARES FILHO *et al.*, 2018). Sendo que a concentração de lipídeos deste coproduto pode variar consideravelmente de acordo com o processo de moagem, sendo que a moagem úmida apresenta em torno de 50% e na moagem a seco apresenta aproximadamente 13% Paes *et al.*, (2006). A concentração de óleo presente neste coproduto influencia o seu tempo de armazenamento e o tipo de embalagem, sendo necessário o uso de embalagens plásticas bem vedadas para reduzir a oxidação lipídica.

O presente trabalho objetivou avaliar os efeitos da ensilagem de grão de milho reidratado com a adição de gérmen de milho em diferentes níveis de inclusão, uma vez que existem poucos estudos relacionados a ensilagem desse coproduto.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Particularidades do grão de milho**

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal caracterizado como ingrediente concentrado energético na nutrição de ruminantes. O milho possui em média 88,93% de matéria seca, 8,99% de proteína bruta, e 4,51% de extrato etéreo, 1,29% de matéria mineral, 2,42% de fibra bruta, (VALADARES FILHO *et al.*, 2018).

A caracterização anatômica do grão de milho é constituída por três partes principais: pericarpo, embrião e endosperma. O principal componente do grão é o endosperma, representando 80 a 85% do seu peso seco total. O amido de milho é armazenado neste endosperma dentro de grânulos de tamanho variável. Esses grânulos estão embutidos em uma matriz proteica que protege o amido do ataque enzimático. Estas proteínas, onde as prolaminas no milho são denominadas de zeína e compreendem 50-60% da proteína total do grão GARCIA *et al.*, 2021).

Com o avanço da maturidade da planta, há a perda no teor de umidade do grão de milho, aumento no teor de prolaminas, ocorrendo um encapsulamento do amido a uma matriz hidrofóbica composta por amido e proteína, o extensivo efeito produz o endosperma vítreo (PEREIRA, 2014). Por isso, pode se utilizar o termo vitriosidade para designar ao endosperma vítreo (SAPATERRO *et al.*, 2010). A vitriosidade do endosperma dos grãos está relacionada a presença de prolaminas envolvendo os grânulos de amido, logo quanto maior a vitriosidade, menor a digestibilidade do amido (FAUSTINO *et al.*, 2018). O teor de prolamina do milho seco varia entre 2,5 e 5,5% da matéria seca (HOFFMAN *et al.*, 2021).

Uma das estratégias para aumentar a degradabilidade ruminal do amido é o processamento de grãos, melhorando o aproveitamento do nutriente pelo animal PEREIRA (2012). Outra alternativa para melhorar a digestibilidade do amido é a ensilagem de grão de milho reidratado (MOMBACH *et al.*, 2019).

## **2.2 Silagem de grão de milho reidratado**

O princípio deste processo é elevar a umidade do grão maduro moído, que apresenta entre 10 a 14% de umidade para 30 a 40%, sendo essa etapa considerada crucial para garantir o processo de fermentação e estocagem do material (ÁVILA *et al.*, 2018). De acordo com FAUSTINO *et al.*, (2018) a reidratação deve alcançar obrigatoriamente o teor de umidade de no mínimo 30%, seguido do armazenamento dos grãos úmidos em condição anaeróbia. O teor de umidade acima de 40% pode causar redução na produção de ácido láctico e ácidos totais, devido a fermentação inadequada, corroborando para produção de gases indesejáveis como CO<sub>2</sub>, ácido butírico (REZENDE, *et al.*, 2014), além de menor estabilidade aeróbia BATISTA, (2019).

Além dos teores de umidade correto, a homogeneização do grão moído com a água é fundamental para a fermentação correta da silagem. Caso não seja feita a

reidratação do cereal de forma satisfatória, a fermentação da silagem ficara comprometida, permitindo o desenvolvimento de microrganismo indesejáveis, levando a perdas de matéria seca SILVA (2021).

Este processo permite a compra estratégica de grãos na safra, obtendo-se um sistema de armazenamento mais eficiente e duradouro, além de aumentar a digestibilidade ruminal do amido (PEREIRA *et al.*, 2013).

A fermentação da silagem produz ácidos que desempenham importante papel na degradação da matriz proteica que circunda os grânulos de amido dos grãos de milho e conseqüentemente causam aumento na digestibilidade do amido (JUNGS *et al.*, 2017). Assim, a digestibilidade do amido sofre efeito com a ação do tempo de ensilagem (FERRARETO *et al.*, 2017). O armazenamento de no mínimo 120 dias é o recomendado por Trivelato *et al* (2019).

### **2.3 Gérmen de milho**

Na composição do milho, o amido, é o componente nutricional mais importante e encontra-se em maior proporção no endosperma, em que essa estrutura contém 88% de amido. O gérmen é a segunda maior fração, de acordo com Paes *et al.* (2006), representa 11% do grão de milho e concentra lipídios, minerais, proteínas e açúcares.

Os coprodutos industriais do milho, são boa parte produzidos pelo milho destinados a alimentação humana. Existem dois grupos de indústria que processam o milho, as que processam por meio de moagem a seco e as de processamento de moagem úmida.

A moagem úmida produz produtos de milho com alto valor agregado, como por exemplo o amido, glucose, dextrose, gérmen e dentre outros produtos. Já a moagem a seco geram produtos de baixa rentabilidade, destinados diretamente ao consumo humano e como ingredientes para processamentos em outras indústrias, como exemplo o gritz, canjica, canjição, fubá e o gérmen (GONÇALVES *et al.*, 2003). Este processo de moagem é o mais utilizado no Brasil de acordo Araújo (2012).

Atualmente, de acordo com informações do site da Tereos Amido & Adoçantes Brasil, terceira maior produtora de amidos modificados e adoçantes do país, para cada 1 tonelada de milho, produz-se aproximadamente 70 Kg de gérmen de milho integral, rendimento industrial de 7%. Nesta empresa são processadas 203 mil toneladas de milho por ano, gerando uma produção anual de aproximadamente de 14 mil toneladas de gérmen de milho.

Este rendimento industrial pode ser alterado por vários fatores como a composição química, estrutura física e até mesmo o genótipo do milho, segundo ARAÚJO (2012). O mesmo autor avaliou o rendimento industrial na degerminação do grão e fracionamento do endosperma de milhos de alta qualidade proteica em comparação ao milho comum, e que encontrou menor rendimento de endosperma, maior rendimento de gérmen, e frações finas, e o mesmo rendimento de canjica.

#### **2.4 Gérmen de milho na nutrição de ruminantes**

O gérmen de milho por apresentar em sua composição elevado teor de lipídeos, até 22% de extrato etéreo, como descrito por VALADARES FILHO et al., (2018), sendo uma opção de fonte energética na nutrição de ruminantes. Uma vez que a gordura tem 2,25 vezes mais conteúdo energético que os carboidratos Vargas et al., (2002) e o seu uso visa principalmente aumentar o nível de energia das dietas AVRELLA JÚNIOR et. al., (2011).

Porém o uso de lipídeos como fonte energética na alimentação de ruminantes possui limitações, por que a fermentação ruminal pode ser inibida se o conteúdo de lipídios for superior a 7% da matéria seca da dieta (KOZLOSKI, 2011). As consequências negativas dessa alteração, conforme é demonstrado por MEDEIROS (2007) é devido principalmente ao efeito tóxico direto dos ácidos graxos sobre microrganismos do rúmen, fato que explica as gorduras saturadas serem menos problemáticas que as insaturadas.

A inclusão do gérmen de milho em dietas de ruminantes é possível desde que respeitando e considerando os limites de lipídeos totais da dieta. Porém, o elevado teor de extrato etéreo deste coproduto favorece o processo de rancificação e deterioração muito rápido, reduzindo o tempo de armazenamento na indústria, sendo necessários investimentos em sacarias plásticas bem vedadas, ou que seja feita a comercialização imediata de todo coproduto produzido.

O uso destas sacarias plásticas para o armazenamento adequado, onera em 50% no custo de armazenamento do GMI, segundo relato de um proprietário da indústria de extração de amido de milho para a alimentação humana, este tipo de sacaria plástica custa aproximadamente R\$ 2,25, enquanto as sacarias tradicionais de rafia custam aproximadamente R\$ 1,50.

Com o exposto, verifica-se a necessidade de conservação e armazenamento do gérmen integral de milho, assim, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de

diferentes níveis de gérmen de milho integral na ensilagem de milho reidratado, uma vez que existem poucos estudos relacionados a ensilagem deste coproduto.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Avaliar o melhor nível de inclusão de diferentes níveis de gérmen de milho integral na ensilagem de milho reidratado.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- 3.2.1 Analisar a composição bromatológica dos produtos a serem ensilados: gérmen de milho integral e grão de milho moído (controle);
- 3.2.2 Efetuar a ensilagem do coproduto e do grão de milho moído;
- 3.2.3 Avaliar a perda de efluente e gases;
- 3.2.4 Mensurar o pH do material pós ensilado;
- 3.2.5 Avaliar a produção de ácidos orgânicos e etanol;
- 3.2.6 Avaliar a composição bromatológica das silagens produzidas;
- 3.2.7 Avaliar a digestibilidade in vitro dos tratamentos.

### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 Local**

O estudo foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba, também no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa. Ambas as cidades estão localizadas na mesorregião da Zona da Mata de Minas Gerais.

O projeto de pesquisa foi registrado com protocolo nº 11/2021, sendo aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP-UFV) em reunião de 01 de abril de 2021.

#### **4.2 Amostragem**

Os materiais analisados foram o gérmen de milho integral (GMI) e o grão de milho moído. O coproduto foi oriundo da fábrica Casa Pinto Coelho Representações LTDA, indústria do ramo de nutrição humana, localizada na cidade de Coronel Fabriciano - MG. O grão de milho moído na peneira de 3 mm foi adquirido da fábrica

Rações Cristina, indústria de ração para alimentação animal localizada na cidade de Rio Pomba – MG.

#### 4.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizados composto por um tratamento controle e os cinco níveis de inclusão, com cinco repetições por tratamento, totalizando 30 silos experimentais. Os tratamentos corresponderam:

- \_ Tratamento controle (somente milho moído reidratado);
- \_ Tratamento GMI: grão de milho moído + cinco níveis de inclusão de gérmen de milho (GMI); 5,10,15, 20 e 25 % de inclusão, respectivamente;

#### 4.4 Análise da composição bromatológica dos ingredientes antes da ensilagem

Antes de iniciar a ensilagem, coletou-se uma amostra de 0,500 Kg de cada material a ser analisado. Após esse processo, foram submetidas as análises bromatológicas (Tabela 1) de acordo a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba.

**Tabela 1** - Composição bromatológica do milho moído e do gérmen de milho integral

Parâmetros	Milho Moído	Gérmen de Milho Integral
Matéria Seca (%)	90,89	92,32
Proteína Bruta (%)	8,69	12,12
Matéria Mineral (%)	1,22	3,55
Extrato Etéreo (%)	3,15	14,06
FDN (%)	8,69	17,83
FDA (%)	3,64	6,16

#### 4.5 Preparativos da ensilagem

Após determinados os teores de MS do coproduto a ser analisado, utilizou-se o quadrado de Pearson para determinar a proporção de inclusão dos tratamentos, com base na MS. Padronizando-se o teor de umidade de 35%, de acordo com Pereira (2013).

Os materiais reidratados foram ensilados em silo experimental constituído de Policloreto de Vinila (PVC), com dimensões de 0,5 m de comprimento e 0,1 m de

diâmetro, equipado com válvula de “Bunsen”, segundo metodologia aplicada por Pereira et al., (2004). Ao fundo de cada silo, foi adicionado um saquinho filtro de TNT (tecido não tecido), contendo 0,500 Kg de areia seca em estufa, tendo como objetivo a determinação da perda dos efluentes. Todos os silos possuíam formato cilíndrico, assim o volume foi calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Volume do cilindro (m}^3\text{)} = \pi r^2 h,$$

Em que  $r$  é a medida do raio e  $h$  é a altura do cilindro.

Após a determinação do volume, todos os silos experimentais foram pesados, para determinar a sua tara. Para estimar a densidade, relacionou - se o peso do material ensilado com a área ocupada pelo mesmo no silo. Padronizando-se em 800 kg/m<sup>3</sup>. O cálculo da densidade, foi feito pela fórmula:

$$\text{Densidade } \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{massa (kg)}}{\text{volume (m}^3\text{)}}.$$

#### 4.6 Ensilagem

Para iniciar a ensilagem, o primeiro passo foi a reidratação de cada material. Para esse processo utilizou-se uma caixa plástica com volume de 20 litros, um balde de plástico com volume de 5 litros e uma balança eletrônica Ramuza® de capacidade de 15 Kg.

Inicialmente, foi necessário mensurar a quantidade de água a ser adicionada em cada tratamento para ajustar a matéria seca. Para isso, pesou- se o balde plástico e tarou-se a balança, adicionou-se a quantidade de água até corresponder o peso necessário para ajustar a matéria seca de cada material a ser ensilado.

Em seguida, pesou-se a caixa plástica, e tarou-se a balança. Imediatamente, foi despejando-se o material a ser ensilado até completar o peso necessário para completar cinco silos experimentais, referentes as repetições de cada nível de inclusão por tratamento. Após a adição da água, realizou-se a mistura homogênea com auxílio de uma espátula.

Antes de fazer o enchimento dos silos, o mesmo era pesado sem a tampa, contendo ao fundo o saquinho filtro com areia seca. Após a pesagem e identificação, iniciava-se o enchimento. Este processo era feito de forma intercalada entre os silos do tratamento controle e dos demais tratamentos. Depois do enchimento, foi feita a compactação, em seguida o fechamento com a tampa contendo a válvula de “Bunsen”

e a vedação das junções com fita adesiva. Todos os silos após a vedação foram pesados.

O silo do tratamento controle foi o primeiro a ser ensilado, fazendo-se a hidratação, ajustando o teor de umidade para 35%.

Antes da hidratação, houve a pesagem e a adição do gérmen de milho integral de acordo com o nível de inclusão do tratamento em base de matéria seca. Logo após, foi feita a mistura uma mistura homogênea e, em seguida iniciou-se o fechamento e vedação.

Todos os silos foram adequadamente vedados e armazenados em temperatura ambiente, até completar 120 dias após a ensilagem (TRIVELATO *et al.*, 2019).

#### 4.7 Abertura dos silos e mensuração do pH pós abertura

Decorridos os 120 dias de ensilagem, os silos foram pesados e abertos, foram coletadas amostras (500 kg) do material após abertura. O material ensilado foi colocado em uma bandeja plástica e homogeneizado. Em seguida, usou-se a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) para determinação do pH, onde diluiu-se nove gramas de silagem fresca em 60 mL de água destilada e, após repouso de 30 minutos, mensura-se os valores de pH com o auxílio de um potenciômetro.

#### 4.8 Avaliação de perdas fermentativas

A determinação das perdas por gases foi feita pela subtração do peso dos silos cheios logo após a ensilagem e momentos antes da abertura. Estas perdas foram calculadas pela equação descrita por Jobim *et al.*, (2007):

$$PG = \frac{[(PCen - Pen)MSen] - (PCab - Pen)MSab}{(PCen - Pen)MSen} \times 100$$

Em que  $PG$  é perdas por gases (% da MS);  $PCen$  é o peso do silo cheio na ensilagem (kg);  $Pen$  é o peso do conjunto (tubo, tampa, areia, saquinho filtro) na ensilagem (kg);  $MSen$  é o teor de MS do material na ensilagem (%);  $PCab$  é o peso do silo cheio na abertura (kg);  $MSab$  é o teor de MS do material na abertura (%).

A perda por efluentes foi quantificada pela diferença de peso da areia na abertura dos silos e antes da ensilagem, usando a equação proposta por Jobim *et al.*, (2007):

$$E = \frac{Pab - Pen}{MVfen} \times 1000$$

Em que  $E$  é a produção de efluente (kg/t de massa verde);  $P_{ab}$  é o peso do conjunto (tubo, areia e tela) na abertura (kg),  $P_{en}$  é o peso do conjunto tubo, areia e tela) na ensilagem (kg); e  $MV_{fen}$  é a massa de forragem ensilada (kg).

As amostras coletadas foram pré secas a 55°C até estabilizar por 72 horas em estufa de ventilação forçada imediatamente após a abertura dos silos. Após a pré secagem, as amostras foram submetidas as análises de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutra (FDN), de acordo com a metodologia de Silva e Queiroz (2002), afim de comparar a composição bromatológica antes e após o período de ensilagem.

#### **4.9 Avaliação de ácidos orgânicos e etanol**

Em uma outra fração de amostra coletada pós abertura, realizou-se o mesmo procedimento de diluição para quantificação do pH, utilizando 10 mL desta diluição, que posteriormente foi acondicionado em recipientes contendo 2 mL de solução com ácido metafosfórico e posteriormente congelados para avaliação dos teores de ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) e etanol, por cromatografia gasosa. A metodologia de ácidos orgânicos foi descrita por Mota *et al.* (2011). A cromatografia gasosa foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, Minas Gerais.

#### **4.10 Digestibilidade in vitro do material ensilado**

Para a execução da análise de digestibilidade in vitro as amostras passaram pela secagem em estufa com ventilação forçada (55°C) e, em seguida, foram processadas em moinho de facas com peneira de porosidade 1 mm.

Foram pesadas, em triplicatas, para cada filter bags de TNT, 500 mg de amostra, perfazendo o total de 75 amostras, mais 15 amostras em branco, totalizando 90 amostras.

Os filter bags de TNT foram confeccionados para terem as medidas de superfície próximas aos filter bags F57, ou seja, 36 cm<sup>2</sup>, com dimensões de 4 cm x 4,5 cm. Após as amostras serem pesadas, os filter bags foram imediatamente selados a quente. Previamente aos procedimentos, todos os filter bags foram limpos e pesados conforme procedimentos sugeridos por Detmann *et al.* (2012).

Posteriormente, as amostras foram submetidas a uma etapa de digestão em líquido ruminal, omitindo-se a etapa com utilização de pepsina preconizada por Tilley e Terry (1963).

O inoculo ruminal foi obtido de dois bovinos machos, não-castrados, fistulados no rúmen. Todos os procedimentos de manejo conduzidos com o animal doador foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP, protocolo nº 011/2021). A dieta do animal doador foi composta por cana-de-açúcar e concentrado comercial com 22% de PB, sendo a relação volumoso: concentrado de 85:15 com base na MS. O animal teve acesso irrestrito a água e mistura mineral completa (90 g/kg de fósforo). O animal foi adaptado à dieta padrão por 14 dias anteriormente ao início das coletas. A digesta ruminal (líquido e sólidos) foi coletada em vários pontos da interface líquido sólido do ambiente ruminal imediatamente antes do início de cada bateria de incubação. Logo após a retirada, a digesta foi transferida para o interior de garrafas térmicas pré-aquecidas à temperatura de 39°C. Posteriormente, a digesta ruminal foi acondicionada em liquidificador, o qual foi mantido em sala climatizada (39°C), sendo homogeneizada por 30 segundos. Em seguida, o material homogeneizado foi filtrado em quatro camadas de gaze em frascos Erlenmeyer de 2 L, também mantidos em sala climatizada. Todo o processo de obtenção, transporte, homogeneização e filtragem do inóculo foi realizado cerca de 20 minutos antes do início das incubações. As avaliações *in vitro* para o método proposto por Tilley e Terry (1963), utilizando as incubadoras TE-150 seguiram as recomendações descritas no manual.

#### **4.11 Estatística**

Os dados coletados foram analisados por meio de regressão linear simples e quadrática, em que os ajustes dos modelos foram realizados utilizando a função linear model (*lm*) e quadrático model do software R (R CORE TEAM, 2021) adotando nível de significância de 5%, afim de verificar o efeito da inclusão de GMI sobre a perda de gases e efluentes, pH, composição bromatológica, ácidos orgânicos e digestibilidade *in vitro* da silagem. Adotou-se o modelo significativo de mais alta ordem.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Composição bromatológica**

A inclusão de diferentes concentrações de GMI na silagem de grão de milho reidratado, não apresentou variações bromatológicas nos valores médios de matéria seca (%) e de proteína bruta (%), ( $p > 0,05$ ), contudo houveram efeitos linear e

quadrático significativos para a composição de matéria mineral, extrato etéreo, FDN e FDA ( $p < 0,05$ ; Tabela 2).

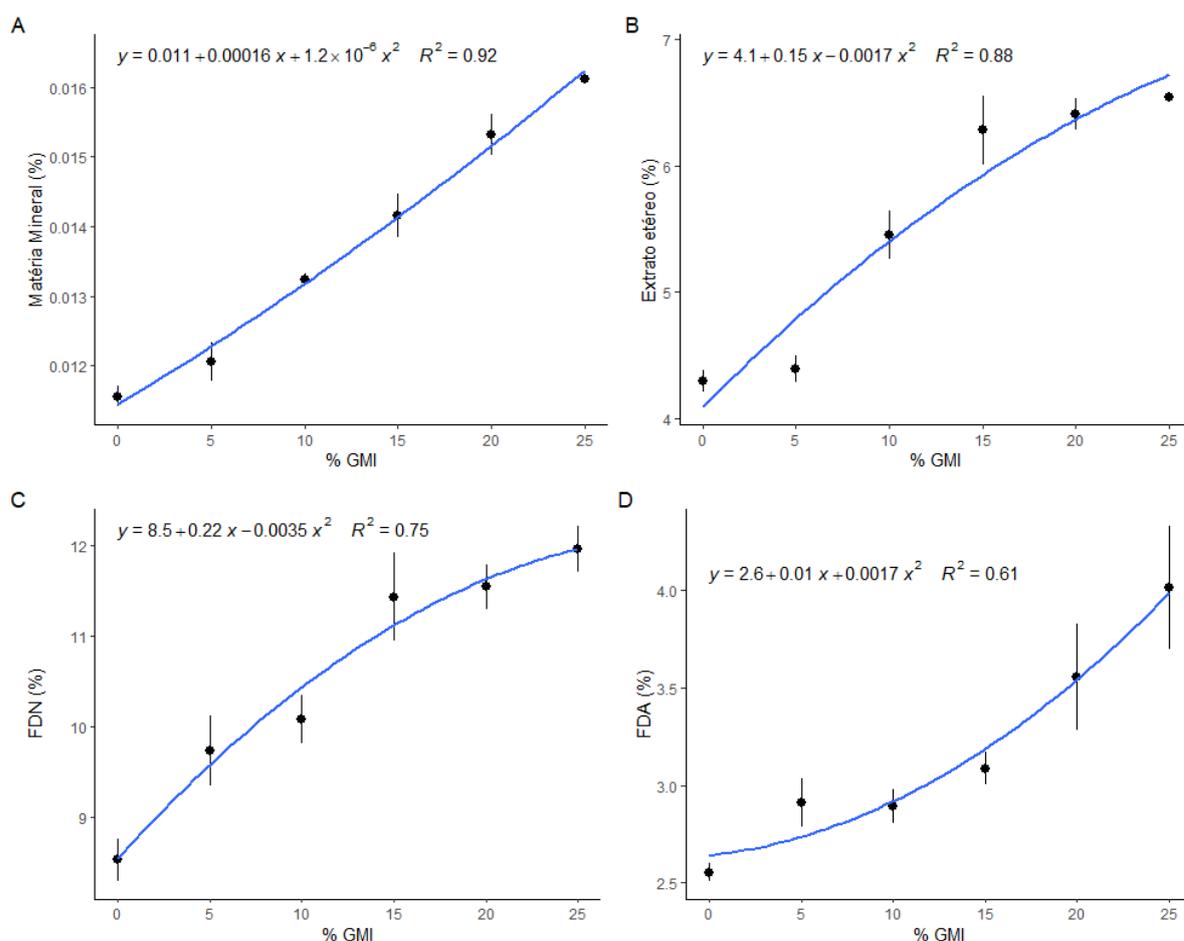
**Tabela 2** - Composição bromatológica da silagem de milho reidratado com diferentes níveis de inclusão de gérmen de milho integral

Item	Tratamentos (%GMI)						EPM	p-valor Quadrática	R <sup>2</sup>
	0	5	10	15	20	25			
Matéria seca (%)	59,29	57,56	58,36	58,09	58,72	57,66	0,800	0,7122	
Proteína bruta (%)	8,41	9,20	7,88	9,13	8,88	8,81	0,311	0,7574	
Matéria mineral (%)	1,16	1,21	1,32	1,42	1,53	1,61	0,0215	<0,0001 <sup>1</sup>	0,92
Extrato etéreo (%)	4,29	4,39	5,45	6,28	6,41	6,54	0,137	<0,0001 <sup>2</sup>	0,88
FDN (%)	8,51	9,72	10,07	11,43	11,54	11,95	0,326	<0,0001 <sup>3</sup>	0,75
FDA (%)	2,55	2,91	2,89	3,09	3,56	4,01	0,185	<0,0001 <sup>4</sup>	0,61

<sup>1</sup> $y = 1,14482 + 0,01608x + 0,00012x^2$ ; <sup>2</sup> $y = 4,08895 + 0,14832x - 0,00172x^2$ ; <sup>3</sup> $y = 8,54051 + 0,22446x - 0,00351x^2$ ; <sup>4</sup> $y = 2,64017 + 0,01032x + 0,00174x^2$ .

O gérmen de milho apresenta em sua composição, teores de matéria mineral, extrato etéreo, FDN e FDA superiores ao grão de milho moído (Tabela 1), possivelmente, ao aumentar os níveis de inclusão do GMI, há um efeito aditivo para estes componentes, quando comparado com a reidratação feita somente com o grão de milho moído (controle) (Tabela 2). Observa-se que com a inclusão de GMI na ensilagem de grão de milho moído há o aumento de matéria mineral, extrato etéreo, FDN e FDA (Figura 1).

Assim, evidencia-se que o aumento linear e quadrático da concentração da MM nas silagens, está associado aos aumentos gradativos da inclusão do GMI, uma vez de acordo com Benini et al. (2020) a matéria mineral é pouco afetada pela fermentação no interior do silo.



**Figura 1-** Composição bromatológica em função do percentual de inclusão de gérmen de milho na ensilagem. A. Matéria mineral (Cinzas); B. Extrato etéreo, C. Fibra em detergente neutro (FDN); D. Fibra em detergente ácido (FDA).

Elevado valor de EE nas silagens, pode corroborar para a redução da digestibilidade da matéria seca, na nutrição de ruminantes são admitidos níveis máximos de 6% de energia sobre a matéria seca da dieta, visto que, acima deste valor, a degradação ruminal é afetada Medeiros (2007).

De acordo com Carneiro et al. (2017), quando em excesso, a absorção dos ácidos graxos livres a partículas de alimento inibe o contato direto das células microbianas ao substrato ou a ligação das células bacterianas à celulose, com isso pode ocorrer a uma redução na digestão dos nutrientes e a um decréscimo no crescimento microbiano.

Os aumentos nos parâmetros FDN e FDA, podem implicar na redução da qualidade da digestibilidade da silagem. De acordo com ALVES *et al.*, (2016), a FDN

está relacionada aos carboidratos fibrosos (celulose, hemicelulose e pectinas) , o qual é associado a redução do aproveitamento da dieta pelo animal, e pode estimular ou inibir o consumo de alimento pelos ruminantes. Já a FDA é a parte menos digestível da parede celular dos alimentos, sendo formada, sobretudo por lignina e celulose, sendo a lignina o primeiro fator antinutricional nas dietas de ruminantes, embora não sendo um carboidrato, faz parte da parede celular do vegetal e diminui a digestibilidade da fibra SANTOS e CABRAL ( 2021).

### 5.2 Valores de pH, perda de gases e de efluentes

A porcentagem de perda de gases e de efluentes na silagem diminuiu quadraticamente ( $p < 0,05$ ; Tabela 3). Ao analisar com os parâmetros limiares de perdas de efluentes descritos por McDonald *et al.* (1991), de 5 a 7% das perdas de efluente totais, estes valores foram menores em todos os tratamentos. O coeficiente de regressão indica que ao acrescentar 1% de gérmen de milho há uma redução de 0,16% na perda de gases e de 0,054% na perda de efluentes.

**Tabela 3** - Perda por gases (PG), perda de efluentes (PE), pH da silagem de grão de milho reidratado com diferentes níveis de inclusão de gérmen de milho integral

Item	Tratamentos (%GMI)						EPM	p-valor		R <sup>2</sup>
	0	5	10	15	20	25		Linear	Quadrático a	
PG, (%)	9,9	7,0	11,7	7,5	5,7	6,1	1,217	0,0248 <sup>1</sup>	0,06454	0,17
	9	2	6	5	5	5				
PE, (kg/t)	3,5	2,4	4,12	2,6	2,0	2,1	0,426	0,0248 <sup>2</sup>	0,06454	0,17
	0	6	4	1	5					
pH	3,5	3,6	3,54	3,5	3,5	3,6	0,0203	0,03488 <sup>3</sup>	0,09797	0,15
	2	0	5	9	1	3				

$$^1y = 9,98179 - 0,15553x; ^2y = 3,49363 - 0,05444x; ^3y = 3,538952 + 0,002377x$$

Ao comparar os resultados deste trabalho, houveram resultados superiores para perdas de efluentes no trabalho realizado por Pereira (2012), após 56 dias de ensilagem, obtiveram 7,2 e 8,15% de perdas respectivamente, na silagem de milho

moído finamente reconstituído e silagem de milho moído reconstituído, para tratamentos com 38% de umidade.

De acordo com Oliveira *et al.* (2010), o conteúdo de matéria seca do material ensilado ou o grau de compactação influenciam o volume de efluente produzido no silo. Outra explicação deste mesmo autor sobre as baixas perdas de efluentes e de gases é que os baixos valores de pH permitem maior controle de microrganismos devido a maioria dos ácidos se encontrarem de forma não dissociada.

Os níveis de inclusão influenciaram nos valores de pH (Tabela 2) ocorrendo um aumento dos mesmos, com valores variando de 3,52 para a silagem controle a 3,62 para o tratamento com 25% de inclusão de GMI. De acordo com o coeficiente de regressão a cada 1% de aumento na inclusão de GMI há um aumento de 0,0024 no pH. A análise de regressão demonstrou pouca variação nos dados, (apenas 15%), foi significativa ( $\beta_1 \neq 0$ ), aferindo-se que o GMI tem efeito significativo sobre o pH, porém com pouca explicação para esta variação por apresentar um efeito bem pequeno.

Houve efeito do aumento linear dos valores de pH ( $p > 0,05$ ), sendo os valores médios obtidos e de pH entre 3,8 e 3,6. Estão dentro dos padrões de conservação de silagem, ratificando os valores ideais de pH, afim de garantir uma boa fermentação Guim *et al.* (2004) propõem uma faixa aceitável de pH de 3,5 a 4.

Em suma, os valores de pH obtidos nos tratamentos deste trabalho, evidenciam uma boa fermentação, porque de acordo com Woolford (1984), o valor de pH isolado não pode ser considerado um critério seguro para avaliar fermentações, sendo a concentração de ácidos orgânicos não dissociados o melhor indicador para qualidade fermentativa conforme afirmam Jobim *et al.*, (2007).

### **5.3 Produção de ácidos orgânicos**

A incorporação de diferentes níveis de inclusão do GMI, não promoveu variação linear e quadrática na produção de ácido láctico, ácido acético, ácido propiônico e etanol ( $p > 0,05$ ; Tabela 4). Os resultados obtidos neste experimento para a produção de ácido láctico, acético, tiveram comportamento semelhantes aos resultados encontrados por Gevasio (2021), avaliando o efeito do tamanho de partícula e tempo de estocagem no perfil fermentativo e degradabilidade de silagem de grão de milho reidratado, observou o aumento linear da produção de ácido láctico com o aumento do tempo de estocagem e redução do ácido butírico.

**Tabela 4** - Produção de ácidos orgânicos da silagem de grão de milho reidratado com diferentes níveis de inclusão de gérmen de milho integral

Item	Tratamentos (%GMI)						EPM	p-valor	
	0	5	10	15	20	25		Linear	Quadrática
Ácido láctico (mmol/L)	25,61	24,54	25,71	24,64	26,03	25,10	0,971	0,9147	0,9782
Ácido acético (mmol/L)	30,59	39,17	35,18	26,53	33,50	28,98	3,019	0,2340	0,3894
Ácido propiónico (mmol/L)	5,28	5,34	5,48	3,96	4,62	5,04	0,541	0,2956	0,4348
Ácido butírico (mmol/L)	1,57	1,25	1,34	1,49	1,17	1,10	0,095	0,0100	0,03521 <sup>1</sup>
Etanol (mmol/L)	24,80	26,82	28,57	24,83	25,62	29,90	1,88	0,2658	0,4984

$$y^1 = 1,466699 - 0,006512x - 0,000289x^2 \quad (R^2 = 0,22)$$

Ao analisar a produção de ácido butírico, nota-se a redução desse ácido ( $p < 0,05$ ); Tabela 4). É notável o comportamento de redução na produção de ácido butírico diante a inclusão de GMI na ensilagem de grão de milho moído.

#### 5.4 Digestibilidade in vitro da MS e da FDN

Os diferentes níveis de inclusão do GMI na silagem de grão de milho reidratado reduziram linear e quadraticamente a DIVMS dos materiais ensilados ( $p < 0,05$ ). Não havendo diferença de digestibilidade do FDN ( $p > 0,05$ , Tabela 5).

A variação na digestibilidade da matéria seca, possivelmente está relacionada com a variação da composição bromatológica das silagens de acordo com os aumentos dos níveis de inclusão do GMI.

**Tabela 5** - Digestibilidade in vitro da matéria seca e da FDN da silagem de grão de milho reidratado com diferentes níveis de inclusão de gérmen de milho integral

Item	Tratamentos (%GMI)						EPM	p-valor	
	0	5	10	15	20	25		Linear	Quadrática
DIVMS (g/Kg)	933,3 8	917,3 7	919,5 4	908,3 3	910,8 9	911,0 9	5,643	0,005 7	0,006936 <sup>1</sup>
DIVFD N (g/Kg)	755,6 8	594,2 0	781,6 4	760,6 4	734,5 1	747,7 7		49,02 7	

$$^1y = 931,6477 - 2,26210x + 0,0583x^2 (R^2 = 0,11)$$

A redução da digestibilidade da matéria seca, também ocorreu em trabalho realizado por Silva *et al.*,(2013), ao avaliarem a substituição do fubá de milho pelo gérmen integral de milho, em dietas de ovinos, notou-se a redução do consumo de matéria seca linearmente com os aumentos dos níveis de GMI, reduzindo 0,004 kg por dia no consumo de matéria seca, para cada 1% de substituição, logo os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes também reduziram, o que explica a redução de 0,301 kg por dia no coeficiente de digestibilidade da MS, ao aumentar 1% de substituição do fubá pelo GIM.

Este efeito na DIVMS deste trabalho pode se relacionar com a composição bromatológica das silagens, uma vez que houve aumento nos níveis de concentração de MM, EE, FDN e FDA, na qual o aumento linear do EE das silagens pode ter influenciado diretamente na redução da digestibilidade da matéria seca, conforme previsto por Carneiro *et al.*, (2017), que níveis elevados de extrato etéreo podem ocorrer a uma redução na digestão dos nutrientes e a um decréscimo no crescimento microbiano.

## 6 CONCLUSÃO

De acordo com os dados apresentados o GMI pode ser incluído na ensilagem de grão milho moído em até 25%, porém há a necessidade de se avaliar o seu uso em animais e a avaliação da viabilidade econômica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. M.; MACHADO, A. S.; GODOY, M. M.; RIOS, A. D. F.; BUSO, W. H. D. Gérmen integral de milho na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 13, p. 4677-4690, 2016.

ALVES, A.; PASCOAL, L.; CAMBUÍ, G.; TRAJANO, J.; SILVA, C.; GOIS, G. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **Pubvet**, v. 10, n. 7, p. 568-579, jul. 2016.

ANJOS, A. N. A.; FERREIRA, P. H.; VIEGAS, C. R.; ALMEIDA, J. C. C.; Ensilagem de gramíneas do gênero Panicum. **Applied Research & Agrotechnology**, Guarapuava-PR, v.13: e5639 2020.

ARCARI, M. A. **Efeito da vitreosidade, granulometria e inoculante bacteriano sobre a composição e qualidade de silagens de milho e sorgo reidratados**. 2018. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

ÁVILA, N. R. B.; SILVA, N. C. D.; LEITE, R. F.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V. Utilização de silagem do grão de milho reidratado e de resíduo de tilápia na alimentação animal. **Revista Ciência Animal**. v. 28 n.1, p. 145-161, 2018.

AVRELLA JÚNIOR, C. D.; SCHNEIDER, A. E. S.; ARALDI, D. F. Utilização de gordura protegida na dieta de vacas de leite. In: XVI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão- UNICRUZ. 2011

BENINI, M. C.; CARVALHO, W. T. V.; PEREIRA, R. V. G.; TAVARES, Q. G.; MINIGHIN, D. C.; NUNES, R. F. J.; SOUZA, L. P. F.; RIBEIRO, C. H. M.; SILVA, L. V. Avaliação química da silagem de grão de milho reidratado em diferentes níveis de adição de água. **Pubvet**, v. 14, n. 7, p. 1–6, jul. 2020.

CARNEIRO, M. M. Y.; DE GOES FILHO, É. C. C. Lipídios na dieta de ruminantes. In: X MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ / UFMS, 2017, Campo Grande. **Anais da X MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ / UFMS**, 2017 p. 8

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Suprema: Visconde do Rio Branco, 2012. 214p.

Ezequiel, Jane Maria Bertocco et al. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2006, v. 35, n. 2 pp. 569-575.

FABINO NETO, R.; ABRÃO, F. O.; MIYAGI, E. S.; GODOY, M. M.; BRAINER, M. M. A.; SANTOS, W. B. R. dos; PERON, H. J. M. C.; SILVA, B. P. A. PROBIÓTICOS FÚNGICOS NA DIETA DE ALTO GRÃO PARA RUMINANTES. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53562–53584, 2020.

FAUSTINO, T. F.; DIAS E SILVA, N. C.; LEITE, R. F.; SILVA, F. F. G.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V. Use of silage of rehydrated sorghum grain in the animal feeding. **Nucleus Animalium**, v. 10, n. 2, p. 47–60, 30 nov. 2018.

FERRARETTO, L. F. (2017) **Impact of starch content and digestibility in dairy cattle Diets.**

FERRARETTO, L.F.; SHAVER, R.D.; LUCK, B.D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3937–3951, maio 2018.

GARCIA, A.; SHULTZ, K. Feeding value of corn grain from different origins. **FEEDSTUFFS**. Oct, 2021.

GEVASIO, J. R. S. **Reidratação e ensilagem de grãos de milho com diferentes granulometrias e inclusões na dieta para bovinos de corte.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São Paulo. 2021.

GOMES, A. L. M.; BUENO, A. V. I.; JACOVACI, F. A.; DONADEL, G.; FERRARETTO, L. F.; NUSSIO, L. G.; JOBIM, C. C.; DANIEL, J. L. P. Effects of processing, moisture, and storage length on the fermentation profile, particle size, and ruminal disappearance of reconstituted corn grain. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 11, p. skaa332, 1 nov. 2020.

GONÇALVES, R. A.; SANTOS, J. P.; TOMÉ, P. H. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; ASCHERI, J. L. R.; ABREU, C. M. P. Rendimento e composição química de cultivares de milho em moagem a seco e produção de grits. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 643–650, jun. 2003.

HOFFMAN, P. C., N. M. ESSER, R. D. SHAVER, W.K. COBLENTZ, M. P. SCOTT, A. L. BODNAR, R. J. SCHMIDT, and R. C. CHARLEY. 2011. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**. 94:2465–2474.

JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F.; GAI, V.F.; CALIXTO JUNIOR, M.; SANTOS, G.T. Qualidade da silagem de grãos de milho com adição de soja crua e parâmetros de digestibilidade parcial e total em bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 107–115, fev. 2010.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R. A; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. suppl, p. 101–119, jul. 2007.

JUNGUES, D.; MORAIS, G.; SPOTO, M. H. F. F. Short communication: influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted com grain silages. **American Dairy Science. Association**, 2017.

KOMATSU, G.S.N. **Características químicas e físicas de diferentes tipos de milho segregados em mesa densimétrica e sua influência sobre o valor nutricional para frangos de corte.** Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

KOTSAMPASI, B.; CHRISTODOULOU, C.; TSIPLAKOU, E.; MAVROMMATIS, A.; MITSIOPOULOU, C.; KARAIKOU, C.; DOTAS, V.; ROBINSON, P.H.; BAMPIDIS, V.A.; CHRISTODOULOU, V.; ZERVAS, G. Effects of dietary pomegranate pulp silage

supplementation on milk yield and composition, milk fatty acid profile and blood plasma antioxidant status of lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 234, p. 228–236, dez. 2017.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011, 216p.

MEDEIROS, S. R.; **Uso de lipídios na dieta de ruminantes**. Informe Técnico, Macal Nutrição Animal, Campo Grande, 2007

MILLER, W.F.; SHIRLEY, J.E.; TITGEMEYER, E.C.; BROUK, M.J. 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, p. 3386–3391, jul. 2009.

MOMBACH, M.A.; PEREIRA, D.H.; PINA, D.S.; BOLSON, D.C; PEDREIRA, B.C. Silage of rehydrated corn grain. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 3, p. 959–966, jun. 2019.

MOTA, Á.D.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R; SOUZA, A.S.; REIS, S. T.; TOMICH, T.R.; CALDEIRA, L. A.; MENEZES, G. C. C.; COSTA, M. D. da. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1466–1473, jul. 2011.

NIDEIRA SEMENTES. O milho e a nutrição animal: entenda o papel do cereal na pecuária, 24,set,2021.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.61-67, 2010.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H., DRIEHUIS, F., KROONEMAN, J., GOTTSCHAL, J.C. AND SPOELSTRA, S.F. (1999) *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. In Proceedings of the 12th International Silage Conference, Swedish University of Agricultural Sciences, pp. 266– 267.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to Starch Digestion in the Ruminant Small Intestine<sup>1,2</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1634–1648, 1 nov.

PEREIRA, M. N.; VON PINHO, R.G; BRUNO, R.G.S.; CALESTINE, G.A. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 4, p. 358–363, 2004.

PEREIRA, Marcela Luzia Rodrigues. **Degradabilidade ruminal in vitro de grão reidratado e ensilado de milho e sorgo com diferentes granulometrias**. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Veterinária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

REZENDE, A. V.; RABELO, C. H.; VEIGA, R. M.; ANDRADE, L. P.; HÄRTER, C. J.; RABELO, F. H.; REIS, R. A. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, n. 1, p. 213-221, 2014.

SANTOS, G.C.L; CABRAL, A.M.D. Uso de técnicas laboratoriais na avaliação de sistemas de produção de ruminantes em ambientes semiáridos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e44010313531, 21 mar. 2021.

SANTOS, L.S.; POMAR, Candido; CAMPOS, P. H .F; DA SILVA, W.C; GOBI, J. P; VEIRA, A. M; FRAGA, A. Z.; HAUSCHILD, L. Precision feeding strategy for growing pigs under heat stress conditions<sup>1</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 11, p. 4789–4801, 21 nov. 2018.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, E.C. da et al. Substituição do fubá de milho por gérmen integral de milho na dieta de ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 442-449, 2013.

SILVA, Janaina Tayna. **Silagem de grãos reconstituídos de milho e sorgo sem e com adição de enzima amilolítica exógena**. 2021. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2021.

SILVA, J.S.; BORGES, A.L.C.C.; LOPES, F.C.F.; SILVA, R.R.; VIEIRA, A.R.; DUQUE, A.C.A.; BORGES, I.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. Degradabilidade ruminal in situ do sorgo grão em diferentes formas de reconstituição. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 6, p. 1822–1830, dez. 2014.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**., v.18, p.104-111, 1963.

TRIVELATO, M. J. L. Reidratação e ensilagem de grãos de milho com diferentes granulometrias. **In: 13º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2019** 30 e 31 de julho de 2019 – Campinas, São Paulo

VALADARES FILHO, S.C., LOPES, S.A. et al., CQBAL 4.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes. 2018. Disponível em: [www.cqbal.com.br](http://www.cqbal.com.br)

WOOLFORD, M. 1984. **The silage fermentation**. New York. Marcel Deckker. p. 350.

## ANEXO A – Aprovação Comitê de Ética



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
 COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO  
 CEUAP/UFV

*Campus Universitário – Viçosa, MG – 36570-900 – Telefone: (31) 3899.3275 – e-mail: [ceuap@ufv.br](mailto:ceuap@ufv.br) – site: [www.ceuap.ufv.br](http://www.ceuap.ufv.br)*

Viçosa, 26 de abril de 2021

### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "**Efeito da inclusão de gérmen de milho integral ou casca de milho na silagem de grão de milho reidratado**", protocolo nº 11/2021, sob a responsabilidade de **Rogério de Paula Lana** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo chordata, subfilo vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi apreciado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP-UFV) em reunião de **01 de abril de 2021**.

**Finalidade:** (x)Pesquisa ( )Ensino **Vigência do Projeto:** de 01 de maio de 2021 a 30 de junho de 2021.

**Espécie/linhagem:** Raça Nelore (Bos indicus)

**Nº de animais:** 2

**Peso:** 300Kg

**Idade:** 02 anos

**Sexo:** Macho/Femea

**Origem:**Laboratório Animal - DZO /UFV - CNPJ/CPF: 25.944.455/0001-96

### CERTIFICATE

We certify that the project entitled "**Effect of the inclusion of whole corn germ or husk corn in rehydrated corn grain silage**", protocol nº 11/2021, under the responsibility of **Rogério de Paula Lana** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum chordata, subphylum vertebrata (except man), for scientific research purposes (or education) - is in accordance with the law nº. 11.794, of October 8, 2008, Decree nº. 6899 of July 15, 2009, and the rules issued by the Brazilian National Council for Animal Experimentation Control (CONCEA), and was approved by the Ethics Commission on the use of farm animals of Universidade Federal de Viçosa (CEUAP-UFV) in its meeting on **April 01<sup>st</sup> of 2021**.

**Finality:** (x)Research ( )Education

**Duration of the Project:** from May 01<sup>st</sup> of 2021 to June 30th of 2021

**Species / strain:** Nelore (Bos indicus)

**Nº of animals:** 2

**Weight:** 300Kg

**Age:** 02 years

**Sex:** Male/ Female

**Source:** Laboratório Animal - DZO /UFV - CNPJ/CPF: 25.944.455/0001-96

*Luciana Navajas Rennó*

Luciana Navajas Rennó  
 Coordenadora da CEUAP/UFV