

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Silagem de Grãos de Milho Reidratado com a
Utilização de Aditivos**

Felipe Almeida Soares

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Silagem de Grão de Milho Reidratado com a Utilização de Aditivos

FELIPE ALMEIDA SOARES

Sob a Orientação do Professor
João Carlos de Carvalho Almeida

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Abril de 2020

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S676s Soares, Felipe Almeida, 1989-
Silagem de grão de milho reidratado com a
utilização de aditivos / Felipe Almeida Soares. -
Barbacena, 2020.
28 f.

Orientador: João Carlos de Carvalho Almeida.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA, 2020.

1. Grão de Milho Reidratado. 2. Inoculante
Bacteriano. 3. Ureia. 4. Soro de leite. I. Almeida,
João Carlos de Carvalho, 1956-, orient. II
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

FELIPE ALMEIDA SOARES

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 09/04/2020



João Carlos de Carvalho Almeida Dr. UFRRJ
(Presidente)



Fábio Teixeira de Pádua. Dr. IFRJ



Adenilson José Paiva. Dr. UFRRJ

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao saudoso amigo Eduardo da Cunha Rocha Amaro (Dudu).

AGRADECIMENTO

Agradeço à Deus por ter concedido esta oportunidade e possibilitado chegar até aqui.

A meus pais, Clarice e Edmar (*in memoriam*), que com muito amor e paciência investiram na minha trajetória.

A minha irmã Bárbara, pela amizade e apoio.

A meu orientador e grande amigo, João Carlos, pela oportunidade, companheirismo, ensinamento e conselhos.

Aos amigos Guilherme, Jéssica, Amanda, Carlos Renato, Ana Luíza e Joice pela amizade e auxílio na condução do projeto.

A Eliane, pela grande amizade e conselhos.

Aos amigos das repúblicas Taiada, Sem Lei, Rebenta o Galo, The Power, Subaco de Cobra e 614 pelos momentos de descontração e incentivo nessa longa caminhada.

Aos funcionários do DNAP do Instituto de Zootecnia pela amizade e ajuda na condução desse trabalho.

A UFRRJ, que possibilitou a minha formação profissional e permitiu conhecer grandes amigos.

Ao PPGZ, pela oportunidade e auxílio durante esta caminhada.

A CAPES, por ter concedido a bolsa e possibilitado a minha permanência no programa.

E a todos que possibilitaram esta empreitada, o meu muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)-Código de Financiamento 001.

BIOGRAFIA

Felipe Almeida Soares, filho de Edmar Soares e Clarice Celeste de Almeida, nasceu em 10 de fevereiro de 1989, na cidade de Barbacena- MG.

Concluiu o ensino médio no ano de 2006 no Instituto Tenente Ferreira, Barbacena- MG.

No ano de 2009 ingressou no curso de Zootecnia, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em Seropédica-RJ, concluindo-o em 2016.

Em 2018, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, submetendo-se à defesa de dissertação em nove de abril de 2020.

RESUMO

SOARES, Felipe Almeida. **Silagem de grão de milho reidratado com a utilização de aditivos**. 2020. 28 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

O objetivo do estudo foi avaliar o efeito de três aditivos (inoculante bacteriano, ureia e soro de leite) na ensilagem de grão de milho triturado e reidratado. Foram realizados três ensaios em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento. Foram utilizadas duas fontes de milho triturado (milho A e B) adquiridas no comércio local, visto que não havia quantidade necessária para a confecção dos silos experimentais com apenas uma fonte de milho. No experimento 1, o milho A foi reidratado com água destilada e/ou utilização de inoculante bacteriano comercial (*Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici*) nas doses de: 0; 50; 75; 100; 125; e 150% da dose recomendada pelo fabricante, totalizando 24 unidades experimentais. No experimento 2 foi utilizado a ureia nas doses: 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5% da matéria natural (MN), totalizando 24 unidades experimentais. No experimento 3, o milho B foi reidratado com água destilada e/ou utilização de soro de leite, nas doses: 0; 25; 50; 75; e 100% em substituição à água, totalizando 20 unidades experimentais. O grão triturado, após aplicação dos tratamentos, foi acondicionado em mini-silos de PVC e compactado. Os mini-silos tinham as dimensões de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, providos de tampas com válvulas do tipo *Bunsen* e, no fundo havia um saco de tecido (TNT) contendo areia para acúmulo de efluentes. Após 45 dias do fechamento, os mini-silos foram pesados, abertos e recolhidas amostras para as avaliações químicas. Determinou-se conteúdo de matéria seca (MS), teor de proteína bruta (%PB), matéria mineral (%MM), extrato etéreo (%EE), energia bruta (EB kcal/kg) e carboidratos totais (%CHT), pH, perda por gases (%PG), efluente (PE kg/tMN) e recuperação da matéria seca (%RMS). Os resultados foram analisados para normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, homogeneidade, pelo teste de Bartlett e pela Análise de Variância (ANOVA) com significância de 5%. Utilizou-se análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote ExpDes.pt do software estatístico RStudio®, versão 3.5.3. O inoculante bacteriano reduz as perdas por gases, aumenta a recuperação da matéria seca e proporciona menores valores de pH. Com base nos resultados observados, preconiza o uso de 100% da dose recomendada pelo fabricante. A ureia eleva os valores de proteína bruta e pH, porém, há aumento das perdas por gases, com menor recuperação da matéria seca. Para esse aditivo recomenda-se inclusões de até 1,18% da MN. A utilização de soro de leite foi eficaz em reduzir o pH. A dose de 52% apresentou as menores perdas por gases e maior conteúdo de matéria seca.

Palavras chave: Inoculante microbiano, Soro de leite, Ureia

ABSTRACT

SOARES, Felipe Almeida. **Rehydrated corn grain silage with additives**. 2020. 28 f. Dissertation (Master in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2020.

The study aimed to evaluate the effect of three additives (bacterial inoculant, urea and whey) on the silage of crushed and rehydrated corn grain. Three trials were carried out in a completely randomized design, with four replicates per treatment. Two sources of crushed corn (corn A and B) purchased from local stores were used, since there was no amount necessary for making experimental silos with only one source of corn. In experiment 1, corn A was rehydrated with distilled water and / or the use of commercial bacterial inoculant (*Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici*) in the doses of: 0; 50; 75; 100; 125; and 150% of the dose recommended by the manufacturer, totaling 24 experimental units. In experiment 2, urea was used in doses: 0; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; and 2.5% of fresh matter (FM), totaling 24 experimental units. In experiment 3, corn B was rehydrated with distilled water and / or the use of whey, in the doses: 0; 25; 50; 75; and 100% replacing water, totaling 20 experimental units. The crushed grain, after application of the treatments, was packed in PVC mini-silos and compacted. The mini-silos were 50 cm high and 10 cm in diameter, fitted with lids with Bunsen-type valves, and at the bottom there was a fabric bag (TNT) containing sand for the accumulation of effluents. After 45 days of closing, the mini-silos were weighed, opened and samples were collected for chemical evaluations. Content were determined dry matter (DM), crude protein (CP), mineral matter (MM), ethereal extract (EE), gross energy (GE) and total carbohydrates (CHT), pH, gas losses (GL), effluent losses (EL) and dry matter recovery (DMR). The results were analyzed for normality, by the Shapiro-Wilk test, homogeneity, by the Bartlett test and by the Analysis of Variance (ANOVA) with 5% significance. Regression analysis was used. Statistical analyzes were performed using the ExpDes.pt package of the RStudio® statistical software, version 3.5.3. The bacterial inoculant reduces gas losses, increases dry matter recovery and provides lower pH values. The bacterial inoculant reduces gas losses, increases dry matter recovery and provides lower pH values. Based on the observed results, it recommends the use of 100% of the dose recommended by the manufacturer. Urea increases the values of crude protein and pH, however, there is an increase in gas losses, with less recovery of dry matter. For this additive, inclusions of up to 1.18% of the MN are recommended. The use of whey was effective in reducing the pH. The 52% dose showed the lowest gas losses and the highest dry matter content.

Keywords: Microbial inoculant, Urea, Whey

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Características do Grão de Milho	12
2.2 Importância do Milho na Alimentação de Ruminantes	12
2.3 Silagem de Grão de Milho Reidratado	13
2.4 Aditivos Utilizados na Ensilagem do Grão de Milho Reidratado	14
2.4.1 Inoculante Microbiano	14
2.4.2 Ureia	14
2.4.3 Soro de Leite	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Local do Estudo	16
3.2 Reidratação do Grão de Milho e preparo dos mini-silos	16
3.3 Tratamentos e Delineamento Experimental	16
3.4 Abertura do Silo e Preparação das Amostras para as Análises Bromatológicas	17
3.5 Análises Estatísticas	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	24
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUÇÃO

O rebanho de bovinos brasileiro tem 213,5 milhões de cabeças (IBGE 2018), sendo grande parte desses animais criados a pasto. Devido a isso, a produção animal fica atrelada a sazonalidade das pastagens, o que pode impactar de forma negativa no potencial produtivo da propriedade.

A utilização de suplementação na forma de concentrado é uma tecnologia que pode ser utilizada com o intuito de intensificar a produção dessas propriedades e diminuir o efeito negativo da escassez das pastagens durante o ano.

O milho, além de ser um dos cereais de maior produção mundial, é a principal fonte energética utilizada na dieta de bovinos no Brasil. Atualmente, a produção brasileira é de 100 milhões de toneladas (ABIMILHO, 2019).

O consumo do grão está distribuído em três principais setores: avicultura (57,9%), suinocultura (26,5%) e destinados a alimentação de ruminantes (8,4%), sendo o restante destinados a outras espécies (ABIMILHO, 2019). Tem o amido como principal carboidrato (70 a 80% da matéria seca), além de proteínas, fibras, vitaminas e óleos. Contudo, a grande maioria de híbridos cultivados no Brasil, apresenta elevada vitreosidade e endosperma duro, diminuindo assim a sua digestibilidade, o que pode ocasionar menor desempenho produtivo em ruminantes (PEREIRA et al., 2004).

No Brasil, a grande maioria das propriedades rurais apresentam problemas de infraestrutura de armazenagem e, a tendência é que com o passar do tempo ocorram perdas qualitativas e quantitativas desses cereais.

Uma das formas de solucionar esses problemas seria através da ensilagem desses grãos, estando eles úmidos ou reidratados. Em condições adequadas, obtém-se um sistema de armazenagem prolongado da safra, além da possibilidade da produção de um alimento de melhor qualidade nutricional para os animais.

Para tanto, a utilização de aditivos na ensilagem pode contribuir na obtenção de um produto de melhor qualidade. Existem diversos produtos que podem ser utilizados para essa finalidade. Os aditivos podem estimular ou inibir fermentações, diminuir as perdas de nutrientes, bem como interagir com o valor nutritivo original do material ensilado.

Deste modo, na busca pela intensificação da produção, a aplicação da tecnologia da ensilagem de grãos úmidos e/ou reidratados pode auxiliar na melhoria da produtividade animal e, devido à grande importância econômica deste alimento como constituinte de rações, impactar diretamente no custo de produção.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de três aditivos (inoculante bacteriano, ureia e soro de leite), na a ensilagem do grão de milho triturado e reidratado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características do Grão de Milho

O grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas: pericarpo, endosperma, embrião (gérmen) e pedicelo (ponta), as quais influenciam o seu aproveitamento no processo digestivo dos ruminantes. Os grãos de milho são protegidos pelo pericarpo, o qual é muito resistente à degradação microbiana ruminal e digestão enzimática no intestino delgado, o que dificulta a digestão dos seus componentes nutricionais (McALLISTER et al., 2001).

Após o seu rompimento através da mastigação ou processamento, a taxa de fermentação dos grânulos de amido é determinada pela concentração e rigidez da matriz proteica (zeína) e pela presença da parede celular das células do endosperma. A matriz proteica do milho é extremamente resistente a degradação explicando o porquê de mais de 40% do amido do milho escapar da fermentação ruminal e chegar ao intestino delgado (ORSKOV et al., 1986). Para que essas barreiras sejam superadas pelas bactérias amilolíticas é necessária a ação conjunta das bactérias celulolíticas que irão quebrar a parede celular e das bactérias proteolíticas quebrando as proteínas, para que assim, os grânulos de amido fiquem acessíveis aos microrganismos amilolíticos (McALLISTER et al., 2001).

A degradabilidade do amido do grão normalmente diminui com o avanço na maturidade da planta, podendo variar também de acordo com o genótipo da planta (dentados e duros), que se diferenciam pela textura do endosperma. Estudos avaliando o estágio de maturação do milho mostram forte variabilidade na degradação ruminal do amido em função do genótipo (PHILIPPEAU et al., 1996).

Sendo assim, a digestibilidade do grão de milho é influenciada pelo tipo de híbrido, composição da dieta e método de processamento. Estudos com silagem de grãos úmidos de milho mostram que há aumento na digestibilidade da matéria orgânica, devido ao aumento na digestão do amido. Antes de completar a maturação do grão, a matriz protéica que encobre os grânulos de amido, no milho duro, já está em formação e limitará a digestão ruminal do amido (PHILIPPEAU et al., 1996).

Em razão disso, a colheita do milho para ensilagem com maior teor de umidade, em relação ao grão seco, pode ter efeito benéfico sobre a digestibilidade ruminal da matéria seca (MS) porém, o ponto ideal de colheita para a produção de silagem de grão húmido ocorre quando este apresenta de 32 a 36% de umidade, em contrapartida, a janela de colheita desse tipo de grão é muito estreita, o que pode aumentar as chances de ocorrerem falhas na ensilagem (LAZZARI & LAZZARI et al., 2001).

A silagem de milho reidratado é uma alternativa para reduzir os problemas e riscos da silagem de grãos úmidos, que possui um curto período destinado para o ponto de colheita (PEREIRA et al., 2011; PEREIRA & PEREIRA et al., 2013).

2.2 Importância do Milho na Alimentação de Ruminantes

O milho é uma alternativa de suplementação na dieta de ruminantes, pois possui características importantes por ser alimento energético, chegando a conter entre 70 e 80% de amido na sua composição, com base na MS (ROSTAGNO et al., 2000), além de ser encontrado em quantidade considerável nas misturas de alimentos concentrados destinados a alimentação desses animais. Deste modo, melhorando o aproveitamento do amido, pode-se obter ganhos em produtividade e eficiência.

Os grãos possuem uma matriz protéica complexa ao redor do amido, fazendo com que haja resistência à ação dos microrganismos, sendo assim, o processamento desses grãos pode elevar a sua digestão, disponibilizando energia para o desenvolvimento dos mesmos e, com isso

e levar a produção de ácidos graxos voláteis (PASSINI et al., 2008). Nesse sentido, estudos realizados com novilhos de corte e com vacas leiteiras resultaram em desempenho superior quando fontes de amido foram degradadas no rúmen em comparação com a digestão de amido no intestino (THEURER et al., 1999; ALIO et al.2000; LOZANO et al., 2000).

Uma das formas de se aumentar essa disponibilidade do amido é através da ensilagem. Isso se deve ao fato da zeína ser degradada através da atividade de microrganismos e/ou sofrer solubilização por compostos orgânicos originados no processo fermentativo (HOFFMAN et al., 2011; FERRARETTO et al., 2015).

Cordeiros consumindo concentrado com 100% de silagem de grão de milho reidratado em substituição ao grão seco, apresentaram maior ganho de peso (REIS et al., 2001), evidenciando que essa é uma tecnologia que pode contribuir para o melhor aproveitamento do amido pelos ruminantes, uma vez que a intensidade de degradação do amido é influenciada pela ensilagem (KUNG JR et al., 2014), melhorando os índices de produtividade animal e reduzir o custo de produção (GOBETTI et al., 2013).

2.3 Silagem de Grão de Milho Reidratado

A silagem de grão de milho reidratado tem sido utilizada no Brasil pelos produtores de bovinos, principalmente, objetivando estocar os grãos de maneira tal que haja menores perdas pelo ataque de insetos e roedores, podendo apresentar, ainda, um produto de melhor qualidade.

A reidratação consiste em devolver aos grãos maduros, secos e triturados a umidade entre 30 e 35% (ANDRADE FILHO et al., 2010) para que o mesmo seja fermentado e conservado pela ensilagem (DEFORR et al., 2006).

A ensilagem do grão reidratado apresenta as vantagens da ensilagem do grão úmido, sem o risco de insucesso proveniente do ponto de colheita avançado, quando a umidade do grão cai abaixo de 28%, o que reduz a atividade de água necessária para o crescimento microbiano durante a fermentação (PEREIRA et. al., 2011).

A produção da silagem de grãos reidratados inicia com a moagem dos grãos e adição de água até atingir 30 a 35% de umidade, junto à água pode ser adicionado algum aditivo para favorecer a fermentação e/ou a estabilização aeróbia. Durante a ensilagem ocorre proteólise da matriz protéica que envolve os grânulos de amido pelas enzimas microbianas, aumentando a digestibilidade ruminal do amido (PEREIRA et al., 2011).

O teor de umidade da massa ensilada não pode ultrapassar a 40%, pois prejudica o desenvolvimento das bactérias homofermentativas. Já em situações em que o teor de umidade é inferior a 28%, a adição de água limpa e não clorada pode ser uma saída para evitar fermentações indesejáveis.

Comparando a adição do grão reidratado em substituição ao grão seco na dieta de bovinos em confinamento, foi observado melhor digestibilidade da matéria seca e degradabilidade da proteína (BENTON et al., 2009). Resultados corroborados por Pereira et al. (2011) demonstrando que a degradabilidade da matéria seca do grão de milho moído fino e reidratado (71,6%) foi superior ao grão de milho moído fino e seco (42,8%).

As silagens de grãos de milho maduros apresentam concentrações variáveis de carboidratos solúveis e menor número de bactérias produtoras de ácido lático quando comparadas às silagens de grão úmido (CARVALHO et al., 2015), o que pode comprometer a ensilagem (McDONALD et al., 1991). Deste modo a utilização de aditivos que promovam a melhoria do processo fermentativo pode se mostrar promissora na ensilagem desse tipo de alimento.

2.4 Aditivos Utilizados na Ensilagem do Grão de Milho Reidratado

2.4.1. Inoculante microbiano

Inoculantes são aditivos utilizados na ensilagem e tem como objetivo minimizar as perdas decorrentes do processo, inibir o crescimento de microrganismos aeróbios e anaeróbios indesejáveis, adicionar microrganismos para dominar a fermentação, estimulando a produção de ácido lático, formar produtos finais para estimular o consumo e a produção do animal e, melhorar a recuperação de matéria seca do material ensilado (KUNG JR. et al., 2003).

Inoculantes microbianos usados como aditivos incluem bactérias homofermentativas (ou heterofermentativas facultativas), como os *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* e *Pediococcus cerevisiae*, e heterofermentativas como o *Lactobacillus buchneri*. O primeiro grupo representa microrganismos capazes de intensificar a produção de ácido lático e reduzir o pH das silagens. O segundo grupo é caracterizado pelos microrganismos que utilizam ácido lático e glicose como substrato para produção de ácido acético e propiônico, os quais são efetivos no controle de fungos em baixo pH (PAHLOW et al., 2003) e durante a fase aeróbia. A bactéria homofermentativa (heterofermentativa facultativa) mais estudada na ensilagem de milho é o *Lactobacillus plantarum* e a heterofermentativa, é o *Lactobacillus buchneri*.

A inoculação pode ser feita em água para a reidratação ou diluída em água pulverizada sobre a massa ensilada a cada 10 cm na camada do grão moído, e quanto melhor a distribuição do inoculante, melhor será a qualidade da silagem (SOUZA et al., 2001).

A inoculação da silagem de grão de milho reidratado com a utilização da dose de *Lactobacillus buchneri* na concentração de 1×10^5 UFC/g de massa ensilada mostrou-se eficaz no controle de leveduras e fungos, além de promover o aumento na estabilidade aeróbia (SOUZA et al., 2001; REIS et al., 2008).

Portanto, os inoculantes bacterianos além de melhorar as características da silagem já citadas têm a capacidade de influenciar no perfil microbiano, sendo a proteólise bacteriana a principal responsável pelo aumento da degradabilidade da matriz proteica aumentando a disponibilidade do amido (JUNGES et al., 2017; SILVA et al., 2018).

2.4.2 Ureia

A ureia é um composto orgânico sólido, solúvel em água e higroscópico. Quimicamente classificada como amida, pertence ao grupo de compostos nitrogenados não proteicos. Quando adicionada ao material ensilado, a ureia é hidrolisada a amônia, favorecendo a redução das perdas de matéria seca devido ao efeito inibidor que a amônia possui sobre a população de microrganismos (KUNG JR. et al., 2003). Além disso, a utilização da ureia promove a melhora do valor nutritivo do material ensilado através do fornecimento de nitrogênio não proteico, solubilização da parede celular com redução dos teores da fibra em detergente neutro (FDN) e aumento da digestibilidade do material tratado (PIRES et al., 2003; CARVALHO et al., 2006).

A utilização de até 3% de ureia na ensilagem de cana-de-açúcar promoveu o aumento do valor nutritivo e a melhora das características fermentativas das silagens, com incremento nos teores de MS, proteína bruta (PB) e redução da FDN (DIAS et al., 2014).

Em outro estudo, Jobim et al., (2008), demonstraram que a silagem de grão úmido com utilização de ureia como aditivo melhorou a composição bromatológica, a estabilidade em aerobiose e diminuiu as perdas de MS.

2.4.3 Soro de leite

O soro de leite é um subproduto do processamento de leite para produção de queijo, onde, em média, para produzir 1Kg de queijo são gerados em torno de 9 litros de soro, representando assim, cerca de 90% do volume do leite gasto, retendo 55% dos nutrientes do mesmo (SILVA et al., 2008). O soro tem em sua composição água (93%), lactose (5%), proteínas (0,85%), gorduras (0,36%), minerais (0,53%), sais de cálcio e outros (PESCUMA et al., 2010). Além desses compostos, o soro apresenta ainda ácido láctico, vitaminas do complexo B e nitrogênio não proteico (IGARASI et al., 2008). Apresenta baixo valor comercial quando *in natura*, sendo que seu excedente, quando descartado de maneira incorreta em rios e redes de esgoto, promove severos danos ambientais, pois gera uma elevada demanda biológica de oxigênio e nos solos, pode alterar sua estrutura físico-química, comprometendo as colheitas (LEITE et al., 2012).

Por apresentar elevadas proporções de água e minerais, a utilização do soro *in natura* como fonte de nutrientes na alimentação animal é limitada (SILVA et al., 2006). Mesmo assim, tem sido atrativo para pequenos produtores de suínos, colaborando para redução de seu descarte no meio ambiente pelas indústrias de laticínios (MACHADO et al., 2001), apesar disso, grandes quantidades são descartadas de maneira incorreta ou geram custos elevados aos laticínios para seu devido tratamento antes do descarte. Nesse sentido, o seu uso como aditivo à ensilagem pode se apresentar como uma opção viável uma vez que as quantidades utilizadas seriam elevadas.

O efeito da adição de diferentes níveis de soro de queijo (0%, 2,5% e 5,0% na matéria natural) sobre a composição bromatológica, pH, N-amoniaco, perda por gases (PG), efluente (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) promoveu menores valores de pH e N-amoniaco nas silagens tratadas com soro, sem comprometer a sua composição bromatológica (SANTOS et al., 2006).

Pelo fato de o soro de leite ser fonte de carboidrato solúvel (lactose), sua adição no momento da ensilagem, geralmente, resulta em fermentação mais rápida, refletindo na melhor qualidade da silagem (REZENDE et al., 2014).

Na reidratação da silagem de grãos de milho com água ou soro de leite, constatou-se a elevada capacidade do soro de leite em melhorar o processo de fermentação e estabilidade aeróbia das silagens, fazendo com que esta técnica represente mais uma alternativa a fim de se buscar um destino mais adequado ao soro de leite (REZENDE et al., 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Estudo

O estudo foi conduzido no Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizada em Seropédica, RJ, Brasil (Latitude: 22°46'59'' S. Longitude: 43°40'45''W e altitude de 33 m). O clima da região é do tipo Aw, pela classificação de Köppen, com temperatura média anual de 27°C.

3.2 Reidratação do Grão de Milho e Preparo dos Mini-Silos

Foram utilizadas duas fontes de milho triturado (Tabela 1) para o experimento, em função dos períodos de suas efetivações, as quais foram adquiridas no comércio local e, antes da reidratação foram retiradas amostras de 1kg para determinação de suas granulometrias conforme Zanotto & Bellaver (1996), os quais apresentaram granulometria de 2,6 e 3,8 mm respectivamente. Outras amostras foram reservadas para a determinação de suas composições químicas.

Tabela 1. Composição bromatológica dos grãos de milho antes da ensilagem

Parâmetros (%MS)	Milho A	Milho B
MS	89,5	88,0
PB	9,0	8,5
MM	1,2	1,17
EE	6,0	3,2
CHT	83,8	87,10
EB kcal/kg	4079,55	4092,49

Milho A: utilizado nos tratamentos com a utilização do inoculante bacteriano comercial e ureia; Milho B: utilizado nos tratamentos com soro de leite; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; CHT: carboidratos totais

A reidratação foi realizada com quantidade de água e/ou aditivo suficiente para alcançar 35% de umidade no milho. Para tanto, o grão triturado foi acondicionado em um recipiente com adição de água e/ou aditivos, de acordo com os tratamentos. Em seguida, foi colocado dentro do mini-silo de PVC e compactado. Os mini-silos tinham as dimensões de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, com capacidade de 3.926 cm³, com tampas providas de válvulas do tipo *Bunsen*, de forma a impedir a entrada de ar e permitir o livre escape dos gases da fermentação e, no fundo de cada mini silo, havia um saco de tecido (TNT) contendo areia para acúmulo de efluentes.

Os sacos de areia, após secagem em estufa, foram pesados antes da introdução nos mini-silos. Os mini-silos foram pesados antes da introdução do milho a ser ensilado e após sua introdução e fechamento do silo.

3.3 Tratamentos e Delineamento Experimental

Foram realizados 3 ensaios experimentais em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento.

No experimento 1, o milho triturado A foi reidratado com água destilada e/ou inoculante bacteriano comercial para silagens de milho e sorgo, grão úmido ou planta inteira composto de *Lactobacillus plantarum*, *Propionibacterium acidipropionici*, aglutinante dióxido de silício e

sacarose nas doses de: 0; 50; 75; 100; 125; e 150% da dose recomendada pelo fabricante totalizando 24 unidades experimentais. No experimento 2, o milho triturado A foi reidratado com água destilada e/ou utilizado a ureia como aditivo nas doses de: 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5% da matéria natural (MN), totalizando 24 unidades experimentais. No experimento 3 o milho triturado B foi reidratado com água destilada e/ou utilizou-se soro de leite nas doses de: 0; 25; 50; 75; e 100% em substituição à água totalizando 20 unidades experimentais.

Após o preparo do material, 3.700g foram colocados no interior dos mini-silos aos poucos, compactando manualmente, de forma a se obter uma densidade de 950kg/m³. Após completado o enchimento dos mini-silos, estes foram fechados e as tampas vedadas por meio de abraçadeiras metálicas e pesados.

3.4 Abertura do Silo e Preparação das Amostras para as Análises Bromatológicas

Após 45 dias do fechamento, os mini-silos foram pesados, abertos e recolhidas amostras para as avaliações químicas.

Após abertura dos silos, foi realizado o descarte das porções superior e inferior do material ensilado, e a porção mediana dividida em duas partes, sendo uma parte encaminhada para análise química e outra encaminhada para determinação do pH, conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2006).

As amostras destinadas as análises químicas foram pesadas, identificadas e acondicionadas em saco de papel e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 55°C até peso constante, em seguida processadas em moinho tipo Willey dotado de peneira com crivos de 1 mm de diâmetro para determinação do conteúdo de matéria seca (MS) (MS: AOAC 924.01), teores de proteína bruta (PB) (PB: AOAC 954.01) e matéria mineral (MM) de acordo com a metodologia descrita na AOAC (1990). Extrato etéreo (EE) (EE: AOAC 920.29) e energia bruta (EB) segundo Silva & Queiroz (2006).

Os teores de carboidratos totais (CHT) foram obtidos pela equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$.

Foram quantificadas a recuperação de matéria seca (RMS) e as perdas de matéria seca nas silagens sob as formas de gases (PG) e efluentes (PE) conforme as equações abaixo (JOBIM et al., 2007).

$$PG = \left[\frac{PSf - PSa}{MMe \times MSe} \right] \times 100$$

Em que: PG: Perdas por gases durante o armazenamento (% da MS inicial); PSf: peso do silo no fechamento; PSa: peso do silo na abertura; MMe: massa do material na ensilagem (Kg de MN); MSe: Teor de MS do material ensilado (%).

$$PE = \left[\frac{Pab - Pen}{MMe} \right] \times 100$$

Em que: PE: Produção por efluentes (Kg/t matéria natural); Pab: Peso do conjunto (silo + saco de areia) na abertura (Kg); Pen: Peso do conjunto (silo + saco de areia) na ensilagem; MMe: Massa de material ensilado (Kg)

$$\text{RMS} = \left[\frac{\text{MMab} \times \text{MSab}}{\text{MMfe} \times \text{MsMfe}} \right] \times 100$$

Em que: RMS (%): recuperação de matéria seca (%); MMab: massa de material na abertura (Kg); MSab: Teor de MS na abertura (%); MMfe: Massa de material no fechamento (Kg); MsMfe: Teor de MS do material no fechamento (%).

3.5 Análises Estatísticas

Os resultados foram analisados para normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, homogeneidade, pelo teste de Bartlett e pela Análise de Variância (ANOVA) com significância de 5% de acordo com o modelo estatístico abaixo.

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = valor observado referente à variável Y na unidade experimental que recebeu o tratamento i (i=1,2,...,I) na repetição j (j=1,2, ..., J); m = constante; t_i = efeito do tratamento i; e_{ij} = contribuição da variação não controlada referente à observação Y_{ij} .

Utilizou-se análise de regressão para a avaliação dos efeitos da inclusão dos níveis de cada aditivo. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote ExpDes.pt do software estatístico RStudio®, versão 3.5.3 (R CORE TEAM, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes a utilização do inoculante microbiano comercial encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Composição bromatológica, pH, perdas por gases, efluentes e recuperação da matéria seca (RMS), da silagem de grão de milho reidratado com uso de inoculante microbiano nas doses de 0, 50, 75, 100, 125 e 150% da dose recomendada pelo fabricante

Variáveis	Equação	P-valor	R ²	EPM
MS ¹	ns	-	-	-
PB ¹	$9,29 - 0,0188x + 0,0001x^2$	$5,0 \times 10^{-5}$	0,39	0,13
EE ¹	$5,46 + 0,0105x - 0,0001x^2$	0,0124	0,60	0,14
EB ²	ns	-	-	-
MM ¹	$1,23 + 0,0028x - 0,00002x^2$	0,003	0,55	0,02
PE ³	ns	-	-	-
PG ⁴	$0,018 - 0,0001x$	$<1,0 \times 10^{-5}$	0,71	0,0009
RMS	$98,80 + 0,0045x$	$<1,0 \times 10^{-5}$	0,65	0,06
PH	$4,33 - 0,0064x + 0,00004x^2$	0,00011	0,94	0,02
CHT ¹	$84,03 + 0,0053x$	0,0262	0,32	0,14

MS¹: matéria seca; PB¹ proteína bruta; EE¹: extrato etéreo; EB²: energia bruta (kcal/kg); MM¹: matéria mineral; PE³: perdas por efluentes (kg/ton de MN); PG⁴: perdas por gases (%MS inicial); CHT¹: carboidratos totais; ¹: %MS; ns: não significativo

Não houve diferença no conteúdo de MS ($p > 0,05$), EB ($p > 0,05$) e PE ($p > 0,05$). A PB apresentou comportamento quadrático, com teor mínimo de 8,4% na dose de 94,0% de inoculante. A baixa carga de microrganismos adicionada ao material ensilado pode não ter sido suficiente para que houvesse um processo fermentativo adequado, desencadeando o aumento na proteólise com queda no valor de PB. Entretanto, o aumento das doses de aditivo pode ter inibido fermentações secundárias indesejáveis, fazendo com que os teores de PB se mantivessem próximos ao encontrados na silagem controle (McDONALD et al., 1991). Estudos realizados por Silva et al (2018) e Ferrareto et al (2015), demonstraram que o uso de aditivos microbianos não alteraram o teor de PB do material ensilado, observação também de Sebastian et al. (1996), avaliando a inoculação de silagens de grãos úmidos de milho (média de 7,31% PB). Entretanto, Schaefer et al. (1989), ao contrário do presente trabalho, registraram queda no teor de PB em silagens de grãos úmidos de milho, inoculadas ou não, obtendo médias de 9,9 e 10,2% de PB, respectivamente.

A MM apresentou comportamento quadrático, com valor máximo de 1,3% na dose de 70% de inoculante. Segundo Wascheck et al. (2008), a redução do teor de MM das silagens é um indicativo de boa conservação da massa de forragem ensilada, visto que quando ocorrem fermentações secundárias indesejáveis, material orgânico é consumido, gerando aumento no teor de MM. Deste modo, com o aumento das doses após o ponto de máximo (70% de inoculante), foi observado decréscimo na MM, o que pode ser um indicativo de queda nas fermentações secundárias, refletindo na melhora do material ensilado.

A PG apresentou efeito linear negativo, variando de 0,021 a 0,009% na MS. A redução das perdas por gases pode estar associada a inclusão de microrganismos via inoculante, favorecendo as fermentações desejáveis e inibindo fermentações secundárias deletérias dentro do silo, as quais têm como um dos produtos de suas fermentações o CO₂, promovendo melhor conservação do material ensilado (McDONALD et al., 1991). Estudos realizados por Silva et

al. (2018) com intuito de comparar a utilização de diferentes tipos e doses de inoculantes na ensilagem do grão de milho reidratado, observaram perdas por gases variando de 1,31 a 2,34%, ficando acima das relatadas no presente estudo.

A RMS apresentou efeito linear positivo, com acréscimo de 0,0045 pontos percentuais para cada 1% de inoculante adicionado ao material a ser ensilado. Segundo Pedroso et al. (2005), a RMS tem alta correlação com a perda por gases (98,4%). Portanto, como no presente estudo o tratamento com inoculante bacteriano diminuiu as PG era de se esperar que a RMS fosse maior, como de fato foi observado.

Consoante ao pH, os tratamentos apresentaram comportamento quadrático, tendo valor mínimo de 4,1 na dose de 80% de inoculante. A silagem controle apresentou o maior valor para o pH (4,3), evidenciando que a adição de microrganismos via inoculante proporcionou maior produção de ácidos dentro do silo, reduzindo os valores de pH, o que pode promover uma silagem de melhor qualidade.

Os carboidratos totais apresentaram comportamento linear positivo, com acréscimo de 0,0053 pontos percentuais para cada 1% de inoculante adicionado. O aumento dos CHT, em um primeiro momento, pode ser explicado pelo decréscimo no valor de PB devido às menores doses de aditivo utilizada e, posteriormente, pela redução nos teores de MM observadas com o aumento das doses de inoculante.

O teor de extrato etéreo apresentou comportamento quadrático para os diferentes tratamentos, atingindo o ponto máximo de 6,3% quando foi adicionado 50,0% da dose de inoculante recomendada pelo fabricante, tendo esse valor decaído logo em seguida com o aumento das doses.

Os dados referentes a utilização da ureia como aditivo se encontram na Tabela 3. A variável PE ($p > 0,05$) não foi afetada pelos tratamentos.

A MS apresentou comportamento linear negativo com redução de 0,4446 pontos percentuais para cada 1% de ureia adicionada. O aumento das doses de ureia levou a maiores perdas por gás e calor durante a fermentação (VAN SOEST, 1994), o que contribuiu para as diferenças observadas. No entanto, nenhum dos tratamentos extrapolou os limites considerados satisfatórios para que o material tenha fermentação adequada, que para a ensilagem de grãos fica em torno de 30 a 35% de umidade (ANDRADE et al., 2010).

Tabela 3. Composição bromatológica, pH, perdas por gases, efluentes e recuperação da matéria seca (RMS), da silagem de grão de milho reidratado com uso de ureia nas doses de 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; e 2,5% da matéria seca

Variáveis	Equação	P-valor	R ²	EPM
MS ¹	$67,02 - 0,4446x$	$3,0 \times 10^{-5}$	0,35	0,15
PB ¹	$9,13 + 1,75x$	$1,0 \times 10^{-5}$	0,96	0,32
EE ¹	$5,28 + 0,6396x - 0,2709x^2$	0,0428	0,24	0,10
EB ²	$4.093,36 + 6,193x$	0,0206	0,003	19,36
MM ¹	$1,23 - 0,0518x$	$1,0 \times 10^{-5}$	0,24	0,02
PE ³	ns	-	-	-
PG ⁴	$0,017 + 0,0038x$	$1,0 \times 10^{-5}$	0,54	0,001
RMS	$98,83 - 0,2882x$	$< 1,0 \times 10^{-5}$	0,70	0,07
PH	$4,09 + 0,8124x$	$< 1,0 \times 10^{-5}$	0,94	0,15
CHT ¹	$84,12 - 1,657x$	$< 1 \times 10^{-5}$	0,97	0,07

MS¹: matéria seca; PB¹ proteína bruta; EE¹: extrato etéreo; EB²: energia bruta (kcal/kg); MM¹: matéria mineral; PE³: perdas por efluentes (kg/ton de MN); PG⁴: perdas por gases (%MS inicial); CHT¹: carboidratos totais; ¹: %MS; ns: não significativo

Por outro lado, Fernandes et al. (2009), em estudos para avaliar a adição de ureia na ensilagem de sorgo forrageiro, também observaram comportamento quadrático para a MS com a utilização das diferentes doses testadas (0; 2,5; 5,0 e 7,5% com base na MS). Entretanto, estudo realizado por Jobim et al. (2008) com o intuito de avaliar a composição química e a estabilidade em aerobiose de silagens de grãos de milho, ensilados com adição de soja crua, girassol ou uréia, não observaram diferença nos teores de MS das silagens tratadas com uréia, apresentando valores médios de 64,6% de MS.

A proteína bruta (PB) apresentou comportamento linear positivo com acréscimos de 1,75 pontos percentuais para cada 1% de ureia adicionada ao material ensilado. O aumento no teor de PB pode ser explicado pelo incremento de nitrogênio não proteico (NNP) em doses crescentes pelo tratamento com ureia. Fato corroborado por Pádua et al. (2011), que avaliando os efeitos das doses de uréia e diferentes períodos de tratamento sobre o feno de grama batatais (*Paspalum notatum*), observaram que o teor de PB aumentou com os níveis crescentes de ureia utilizada no estudo. Da mesma forma, Sousa et al. (2019) avaliando a composição química bromatológica da palha de milho amonizada com ureia (0, 2, 4, 6 e 8% da MS), observaram elevação no teor de proteína bruta com a inclusão das doses de ureia com valores variando de 5,36 a 11,22 (%MS). Em outro estudo, Jobim et al. (2008) avaliando a composição química e estabilidade em aerobiose de silagens de grãos de milho, ensilados com adição de soja crua, girassol ou ureia, relataram aumento de 50% no valor de PB quando a ureia foi utilizada como aditivo.

As perdas por gases apresentaram comportamento linear positivo, com acréscimo de 0,0038 pontos percentuais para cada 1% de ureia adicionada. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de a ureia sofrer hidrólise dentro do silo com formação de compostos voláteis (CO_2 e NH_3), o que pode ter contribuído para o aumento das perdas por gases (McDONALD et al., 1991).

A recuperação de matéria seca apresentou comportamento linear negativo com decréscimo de 0,2882 pontos percentuais para cada 1% de ureia adicionada ao material ensilado. O aumento das doses de ureia aplicadas resultou em maior produção de gases e calor durante a fermentação, aumentando as perdas e, por consequência, menor RMS.

O pH apresentou efeito linear positivo, com acréscimo de 0,8124 para cada 1% de ureia adicionada ao material ensilado. Quando aplicada ao milho, a ureia produz silagens com maiores valores de pH do que em silagens não tratadas. Resultado que pode ser explicado pelo aumento da capacidade de tamponamento resultante da liberação de amônia da ureia (McDONALD et al., 1991). O que corrobora com estudo de Fenandes et al. (2009), que também observaram efeito linear positivo para esta variável quando a ureia foi utilizada como aditivo na ensilagem de sorgo forrageiro.

Houve efeito quadrático para o extrato etéreo, com teor máximo de 6,25% para a dose de 1,18% de ureia. De modo contrário, Jobim et al (2008), não observaram efeito da adição de ureia sobre essa variável na ensilagem de grãos de milho.

A energia bruta apresentou comportamento quadrático, com teor mínimo de 3.918,4 kcal/kg na dose de 1,5% de ureia adicionada ao material.

Os carboidratos totais apresentaram comportamento linear negativo, com decréscimo de 1,657 pontos percentuais para cada 1% de ureia adicionada. O aumento das doses de ureia leva ao incremento dos teores de PB, devido a isso, os teores de CHT tendem a diminuir, pelo fato dessa variável ser calculada pela diferença de $100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$.

Os dados referentes a utilização de soro de leite como aditivo se encontram na Tabela 4. A PB, EB, PE e RMS não foram afetadas significativamente pelos tratamentos.

Tabela 4. Composição bromatológica, pH, perdas por gases, efluentes e recuperação da matéria seca (RMS), da silagem de grão de milho reidratado com uso de soro de leite nas doses de 0, 25, 50, 75 e 100% em substituição à água destilada

Variáveis	Equação	P-valor	R ²	EPM
MS ¹	$65,15 + 0,0686x - 0,0008x^2$	$1,3 \times 10^{-4}$	0,32	0,45
PB ¹	ns	-	-	-
EE ¹	$3,99 + 0,1001x - 0,0008x^2$	$6,5 \times 10^{-5}$	0,64	0,34
EB ²	ns	-	-	-
MM ¹	$1,20 + 0,0019x$	$4,4 \times 10^{-4}$	0,49	0,03
PE ³	ns	-	-	-
PG ⁴	$0,0147 - 0,0002x + 0,000002x^2$	$<1,0 \times 10^{-5}$	0,70	0,0006
RMS	ns	-	-	-
pH	$4,10 - 0,0020x$	$<1,0 \times 10^{-5}$	0,55	0,02
CHT ¹	$85,53 - 0,0311x$	$<1 \times 10^{-5}$	0,50	0,36

MS¹: matéria seca; PB¹ proteína bruta; EE¹: extrato etéreo; EB²: energia bruta (kcal/kg); MM¹: matéria mineral; PE³: perdas por efluentes (kg/ton de MN); PG⁴: perdas por gases (%MS inicial); CHT¹: carboidratos totais; ¹: %MS; ns: não significativo

A MS apresentou comportamento quadrático, com valor máximo de 66,6% na adição de 42,9% de soro de leite em substituição à água destilada. O maior conteúdo de MS com o uso dessa dose pode estar relacionado com a melhora do perfil fermentativo pelo estímulo do desenvolvimento de bactérias produtoras de ácidos orgânicos (principalmente ácido lático), fato esse que pode ser respaldado pelo valor de pH observado nesta pesquisa, que se encontra dentro da faixa ideal para que haja boa fermentação (3,8- 4,2) (McDONALD et al., 1991), e nas PG onde o menor valor para essa variável foi observado com a utilização da dose de 50% desse subproduto.

Estudo realizado por Rezende et al. (2014), utilizando diferentes doses de soro de leite na ensilagem do grão de milho reidratado, observaram maiores valores de MS quando o soro foi utilizado como aditivo nas silagens. Por outro lado, Santos et al. (2006), avaliando a aplicação de diferentes doses de soro de queijo na ensilagem do capim elefante, observaram menores valores de matéria seca quando esse subproduto foi utilizado.

Para as variáveis EE e MM foi observado comportamento linear positivo com acréscimo de 0,0187% e 0,0019%, respectivamente, para cada 1% da dose de soro adicionada. O soro de leite tem em sua composição cerca de 1% de EE e 10,6% de MM (REZENDE et al., 2014), o que explica o aumento do teor dessas variáveis com o aumento das doses de soro.

O pH apresentou comportamento linear negativo, com decréscimo de 0,002% para cada 1% de soro de leite adicionado. O soro de leite é rico em nutrientes, sendo a lactose aquele que se apresenta em maior quantidade (GHERI et al., 2003). É, ainda, fonte de bactérias lácticas que podem melhorar o perfil fermentativo das silagens (SANTOS et al., 2006). Sendo assim, sua utilização como aditivo pode levar ao decréscimo do pH por ação dessas bactérias lácticas, conforme foi observado por Rezende et al. (2014), devido ao aumento da produção de ácidos orgânicos na silagem estudada.

Os carboidratos totais apresentaram comportamento linear negativo, com decréscimo de 0,0311% para cada 1% de soro adicionado ao material ensilado. O aumento das doses de soro levou ao incremento dos teores de MM e EE e, por consequência, queda nos valores de CHT.

Os tratamentos apresentaram comportamento quadrático para PG, apresentando valor mínimo de 0,0097% quando a inclusão de soro de leite foi de 50%. A adição de soro de leite

reduziu as perdas por gases quando comparado ao tratamento controle. Como mencionado anteriormente, o aporte de carboidratos solúveis, bem como a adição de bactérias lácticas presentes nesse subproduto, contribuiu para que houvesse a redução de fermentações secundárias pela estimulação da fermentação láctica e conseqüentemente queda nas PG.

5 CONCLUSÃO

O inoculante bacteriano reduz as perdas por gases, aumenta a recuperação da matéria seca e proporciona menores valores de pH. Com base nos resultados observados, preconiza o uso de 100% da dose recomendada pelo fabricante.

A ureia eleva os valores de proteína bruta e pH, porém, há aumento das perdas por gases. Com menor recuperação da matéria seca. Para esse aditivo recomenda-se inclusões de até 1,18% da MN.

A utilização de soro de leite foi eficaz em reduzir o pH. A dose de 52% apresentou as menores perdas por gases e maior conteúdo matéria seca.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMILHO. Associação Brasileira do Milho. 2019. Acesso em: 20/01/2020 Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatistica>>.

ALIO, A.; THEURER, C. B.; LOZANO, O.; HUBER, J.T.; SWINGLE, R.S.; DELGADO-ELORDUY, A.; CUNEO, P.; DEYOUNG, D.; WEBB, KE, JR. Splanchnic nitrogen metabolism by growing beef steers fed diets containing sorghum grain flaked at different densities. **Journal Animal Science**, v. 78, n. 5, 2000.

ANDRADE FILHO, R.; REIS, R. B.; PEREIRA, M. N.; SOUZA, R. C. Reconstituição, inoculação e ensilagem de grãos de milho maduros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, SBZ, 1 CD, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15 ed., Virginia: Arlington. p. 1117,1990.

BENTON, J.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; ERICKSON, G.E. Effects of corn moisture and length ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. **Nebraska Beef Cattle Report** (File MP83-A, Institute of Agriculture and Natural Resources, 2009).

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES A.F.; FREIRE M.A.L.; SILVA F.F.; SILVA R.R.; CARVALHO B.M.A. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.125-132, 2006.

CARVALHO, P. A.; BIGATON, A. D.; FERNANDES, J.; SANTOS, M. C.; DANIEL, J. L. P.; DUARTE, A. P.; NUSSIO L. G. Shifts in bacterial population of high moisture corn silages and its correlation with fermentation end-products. p. 556–557 in **Proceedings...** 17th International Silage Conference, Piracicaba, SP, Brasil. ESALQ-USP, Piracicaba, Brasil, 2015.

DEFOOR, PAUL J.; BROWN, MIKE S.; OWENS, FRED N. Reconstitution of grain sorghum for ruminants. In: **Invited presentation. Oklahoma cattle grain processing symposium**. v. 8, p. 93, 2006.

DIAS, A.M.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; BLAN, L.R.; GOMES, E.N.O.; SOARES, C.M.; LEAL, E.S.; NOGUEIRA, E.; COELHO, E.M. Ureia e glicerina bruta como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1874-1882, 2014.

FERNANDES, F.E.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O. G.; CARVALHO G. G. P.; OLIVINDO, C. S. Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2111-2115, 2009.

FERRARETTO, L.F.; FREDIN, S. M.; SHAVER, R. D. Influence of ensiling, exogenous protease addition, and bacterial inoculation on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal in vitro starch digestibility in rehydrated a high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**. v. 98, p. 7318-7327, 2015.

GHERI, E. O.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Resposta do capim tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.753-760, 2003.

GOBETTI, S. T. C.; NEUMAN, M.; OLIBONI, R.; OLIVEIRA, M. R. Utilização de Silagem de Grão Úmido na Dieta de Animais Ruminantes. **Revista Ambiência**, Guarapuava, v.9 n.I, p. 255-239, 2013.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em: 29/03/2020. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>>.

IGARASI, M. S.; ARRIGONI, M. B.; SOUZA, A. A.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.37, n.3, p.513-519, mar. 2008.

JOBIM, C. C.; LOMBARDI, L.; DE MACEDO, F. A. F.; BRANCO, A. F. Silagens de grãos de milho puro e com adição de grãos de soja, de girassol ou ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 5, p. 649-656, 2008.

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

JUNGES, D.; MORAIS, G.; SPOTO, M. H. F.; SANTOS, P. S.; DESOGAN, A.T.A.; NUSSIO, L. G.; DANIEL, J.L.P. Short communication: Influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 9048-9051, 2017.

KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage Science and Technology**. Wisconsin: ASA; CSSA; SSSA, p.305-360, 2003.

KUNG, L. Jr.; WINDLE, M.C.; WALKER, N. The effect of an exogenous protease on the fermentation and nutritive value of high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**. v. 97, p. 1707–1712, 2014

LAZZARI, F.A., LAZZARI, S.M.N. Aspectos sanitários da silagem de grãos úmido de milho. In: LAZZARI & LAZZARI, **Silagem de grãos úmido de milho**, Ed. Leal Ltda, Curitiba, p.39-46 2001.

LEITE, M.T.; BARROZO, M. A. S; RIBEIRO, E. J. Canonical analysis technique as an approach to determine optimal conditions for lactic acid production by *Lactobacillus helveticus* ATCC 15009. **International Journal of Chemical Engineering**, London, v.2012, p. 9, 2012. ID 303874

LOZANO, O. THEURER, C.B; ALIO, A.; HUBER, J.T; DELGADO-ELORDUY, A.; CUNEO, P.; DE YOUNG, D.; SADIK, M.; SWINGLE. R.S. Net absorption and hepatic metabolism of glucose, L-lactate and volatile fatty acids by steers fed diets containing sorghum grain processed as dry-rolled or steam-flaked at different densities. **Journal of Animal Science**, v 78, n. 5, p. 1364-1375, 2000.

MACHADO, R.M.G.; SILVA, P.C.; FREIRE, V.H. Controle ambiental em indústrias de laticínios. **Brasil Alimentos**, Juiz de Fora, v.7, n. 7, p.34-36, 2001.

McALLISTER T.A., HRISTOV A.N., BEAUCHEMIN K.A. Enzymes in ruminant diets. In: Bedford M.R., Partridge G.G. **Enzymes in farm animal nutrition**. Oxfordshire: Cab International, p.273-298. 2001.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.

ORSKOV ER. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, 63 (5):1624-1633, 1986.

PADUA, F.T.; ALMEIDA, J.C.C.; NEPOMUCENO, D.D.; CABRAL NETO, O.; DEMINICIS, B.B. Efeito da dose de uréia e período de tratamento sobre a composição do feno de *Paspalum notatum*. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.29, p. 57-62, 2011.

PAHLOW, G; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; STEFANIE, J. W. H.; SPOELSTRA S. F. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H (Eds). **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 31-94, 2003.

PASSINI, R., SILVEIRA, A. C., RODRIGUES, P. H. M., CASTRO, A. L., TITTO, E. A. L., ARRIGONI, M. B., COSTA, C. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgo ensilados. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 24, p.1147-1154, 2008.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; LOURES, D. R. S.; IGARASI, M. S.; COELHO, R. M.; PACKER, I. H.; HORII, J.; GOMES, L. H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.

PEREIRA, M. N.; PEREIRA, R. A. N. Processamento de milho por re-hidratação e ensilagem. In: ENCONTRO DE CONFINAMENTO, 8, 2013, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Coan, p.141-162, 2013.

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

PEREIRA, M., LINO, F., & MELO, A. Degradabilidade de grão reconstituído de milho e sorgo ensilados com diferentes granulometrias. In: **Anais... XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E MERCADO CONSUMIDOR**. 2011.

PESCUMA, M.; HÉBERT, E. M.; MOZZI, F.; DE VALDEZ, G. F. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.141, n. 1-2, p. 73-81, jun. 2010.

PHILIPPEAU, C., CHAMPION, M., MICHALET-DOREAU, B. Influence du genotype et dustade de maturite surla digestion ruminale de l'amidon de mais recolte austade ensilage. In: Symposium on Silage maize, 1996, Nantes. **Annales...** Nantes, p.379-380, 1996.

PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; SOUZA, A.L.; SILVA, F.F., VELOSO, C.M.; CARDOSO, G.C.; OLIVEIRA, T.N.; SILVA, P.A. Avaliação do consumo de silagens de sorgo tratadas com amônia anidra, e, ou, sulfeto de sódio na alimentação de novilhas $\frac{3}{4}$ Indubrazil/Holandês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, p. 1525-1531, 2003.

R CORE TEAM (2019). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation or Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P., ALMEIDA, E. O.; JANUSCKIEWICZ, E. R.; BERNARDES, T. F.; ROTH, A. P. T. P. Efeito de Doses de *Lactobacillus Buchneri* “Cepa Ncimb 40788” Sobre as Perdas nos Períodos de Fermentação e Pós-Abertura da Silagem de Grãos Úmidos de Milho. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 923-934. 2008.

REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N.; CECATO, U. Características da Carcaça de Cordeiros Alimentados com Dietas Contendo Grãos de Milho Conservados em Diferentes Formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.4, p.1308-1315, 2001.

REIS, W.; JOBIM, C.C.; MARTINS, E. N.; MACEDO F. A. F.; CECATO, U.; SILVEIRA, A. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de grãos úmidos

de milho e de grãos de milho hidratados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, n. 2, p. 525-532, 2001.

REZENDE, A. V.; RABELO, C. H. S.; VEIGA, R. M.; ANDRADE, L. P.; HÄRTER, C. J.; RABELO, F. H. S.; BASSO, F. C.; NOGUEIRA, D. A. N.; REIS, R. A. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 197, n.2, p. 01-09, nov. 2014.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, p. 141, 2000.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; PEREIRA, O. G.; ALMEIDA, J. C. C. Efeito da adição do soro de queijo sobre a composição bromatológica, fermentação, perdas e recuperação de matéria seca em silagem de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7(3), p. 235-239, 2006.

SCHAEFER, D.M.; BROTZ, P.G.; ARP, S.C.; COOK, D. K. Inoculation of corn silage and high moisture corn with lactic acid bacteria and its effects on the subsequent fermentations and on feedlot performance of beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.25, p.23-38, 1989.

SEBASTIAN, S.; PHILIP, L.E.; FELLNER, V.; IDZIAK, E.S. Comparative assessment of bacterial inoculation and propionic acid treatment on aerobic stability and microbial populations of ensiled high-moisture ear corn. **Journal of Animal Science**, v.74, p.447-456, 1996.

SILVA, E. G. **Avaliação técnica e econômica do uso do soro de queijo de coalho na alimentação de suínos**. 2008. 47f. Tese (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife- PE, 2008.

SILVA, M.A.A.; FURLAN, A. C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; JOBIM, C. C.; BARCELLOS, L. C. G. Avaliação nutricional do milho com maior teor de óleo, nas formas de grãos secos e silagens para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 830-839, 2006.

SILVA, N. C.; NASCIMENTO, C. F.; NASCIMENTO, F. A.; RESENDE, F. D.; DANIEL, J. L. P.; SIQUEIRA, G. R. Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4158-4167, 2018.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. Ed. Viçosa: UFV, p.235, 2006.

SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., & RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA, G. O. C.; RODRIGUES, R. C.; LIMA, J. R. L.; LIMA, N.M.; MIRANDA, B.E.C.; JESUS, A.P.R.; PARENTE, H.N.; COSTA, C.S. Nutritional value of dehydrated maize straw ammoniated with urea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.20, p.01-11, Salvador, 2019.

SOUZA, O. W. Elaboração de silagem de grão úmido de milho em pequenas propriedades. In: LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. **Silagem de Grão Úmido de Milho**. Gráfica Leal Ltda, p. 19-32, 2001.

THEURER, C. B.; HUBER, J. T. DELGADO-ELORDUY, A.; WANDERLEY, R. Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 1950-1959, 1999.

WASCHECK, R. C.; MOREIRA, P. C.; COSTA, D. S.; DUTRA, A. R.; FERREIRA NETO, J. F.; MOREIRA, L.; CAMPOS, R. M.; LAFORGA, C. S.; REZENDE, P. L. P.; RABELO, N.A. Características da silagem de capim coloniã (Panicum maximum, jacq) submetido a quatro tempos de emurchecimento pré-ensilagem. **Revista Estudos**, v.35, n.3, p.385-399, 2008.

ZANOTTO, D.L.; BELLAVAR, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. **Comunicado Técnico**. EMBRAPA. CNPSA. p.1-5. 1996.