

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

ALANA MOHR

**VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE MILHO COM USO DE
ADITIVO ENZIMÁTICO E MICROBIANO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2021

ALANA MOHR

**VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE MILHO COM USO DE ADITIVO
ENZIMÁTICO E MICROBIANO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Fernando Riemann Skonieski.

DOIS VIZINHOS

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Gerência de Ensino e Pesquisa
Curso de Zootecnia



FOLHA DE APROVAÇÃO
TCC

VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE MILHO COM USO DE ADITIVO
ENZIMÁTICO E MICROBIANO

Autor: Alana Mohr

Orientador: Prof. Dr. Fernando Reimann Skonieski

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em 13 de julho, de 2021.

Profª. Emilyn Midori Maeda

Zootecnista Rodrigo Macgnan

Prof. Dr. Fernando Reimann Skonieski

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu orientador, professor Dr. Fernando Reimann Skonieski e ao professor Dr. Olmar Antônio Denardin Costa, pelo auxílio na realização do trabalho.

Ao meu colega de experimento Igor, pela ajuda e troca de conhecimentos.

A todos os professores que me passaram seus ensinamentos para que eu evoluísse como pessoa e como acadêmica e chegasse até aqui.

A UTFPR por dar a oportunidade de obter uma formação de alto nível de conhecimento.

A minha família que de diversas formas me deu alento para que eu conseguisse concluir essa fase da vida.

E a todos os amigos que estiveram comigo durante todo esse período de graduação.

RESUMO

MOHR, Alana. Valor nutricional de silagens de milho com uso de aditivo enzimático e microbiano. 2019. 30 f. Trabalho (Conclusão de Curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

A silagem é uma forma de evitar escassez de alimento em épocas de diminuição de oferta de forragem. O milho é a cultura mais utilizada para essa prática, por ser uma fonte muito energética e acessível. Objetivou-se com o trabalho avaliar o valor nutricional de silagens de milho com o uso de aditivo enzimático e microbiano em duas épocas de colheita. Os tratamentos foram constituídos por diferentes doses de inoculante (0, 500, 1000, 1500 e 2000 g/t MV) aplicadas no material no momento da ensilagem. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2 (cinco doses de inoculante e duas épocas de corte), com quatro repetições por tratamento. As silagens experimentais foram confeccionadas em mini silos laboratoriais. Foram determinados os teores de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, açúcares solúveis, amido e lignina, das silagens experimentais. Observou-se alterações nos valores de MS, MM e PB entre as silagens confeccionadas em datas diferentes. Houve interação entre datas e doses de aditivo enzimático e microbiano, diminuindo linearmente os teores de lignina em ambas as datas de corte e aumentando amido das silagens produzidas no dia 05/02/2019 até a adição de 1000g/t MV, com uma queda linear no teor de amido proporcional a adição das doses de aditivos na silagem da data de 12/05/2019.

Palavras-chave: Conservação de forragem. Qualidade do alimento. Aditivos.

ABSTRACT

MOHR, Alana. Nutritional value of corn silages using enzymatic and microbial additives. 2019. 30 f. Work (Course Completion) – Graduate Program in Bachelor of Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

Silage is a way to avoid food shortages in times of reduced forage supply. Corn is the most used crop for this practice, as it is a very energetic and accessible source. The objective of this work was to evaluate the nutritional value of corn silages using an enzymatic and microbial additive in two harvest periods. The treatments consisted of different inoculant doses (0, 500, 1000, 1500 and 2000 g/t MV) applied to the material at the time of ensiling. The experimental design used was completely randomized in a 5x2 factorial scheme (five inoculant doses and two cutting times), with four replications per treatment. The experimental silages were made in laboratory mini silos. The dry matter, mineral matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, soluble sugars, starch and lignin contents of the experimental silages were determined. Changes in DM, MM and CP values were observed between the silages made on different dates. There was an interaction between dates and doses of enzymatic and microbial additive, linearly decreasing the lignin contents on both cutting dates and increasing starch from the silages produced on 02/05/2019 until the addition of 1000g/t MV, with a linear decrease in the starch content proportional to the addition of the doses of additives in the silage on 05/12/2019.

Keywords: Forage conservation. Food quality. Additions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comportamento do Teor de Amido na Silagem Produzida em Diferentes Datas.....22

Figura 2 - Comportamento do Teor de Lignina na Silagem Produzida em Diferentes Datas.....23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
2.1. OBJETIVO GERAL	8
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	8
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1. CULTURA DO MILHO.....	9
3.2. SILAGEM DE MILHO.....	10
3.3. QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO	11
3.4. ADITIVOS PARA SILAGEM DE MILHO	12
3.5. ADITIVOS ENZIMÁTICOS E MICROBIANOS	13
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
6. CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS	25

1. INTRODUÇÃO

No referido trabalho foram testadas diferentes doses de aditivo enzimático e microbiano em um corte com grão em linha de leite e outra com grão em 2/3 farináceo e 1/3 leitoso para verificar se houve melhora no do valor nutricional ocasionado pela introdução do aditivo.

O milho é uma planta de alto valor nutricional, com alto rendimento por área, que chega em média a 5,15 t/ha (CONAB, 2019), possuindo maior teor energético, obtendo-se maior produtividade quando comparado ao sorgo, que vem sendo muito utilizado para produção de silagem e tem produtividade média de apenas 2,78 t/ha (CONAB, 2019). Pode ser produzido em quase todas as regiões do Brasil, sendo a maior parte da produção mundial destinada a produção animal, na forma de alimentos concentrados como rações e volumosos, como a produção de silagem (PAES, 2006).

As transições de estações (outono/inverno) e épocas com baixa precipitação, determinam o vazio forrageiro de pastagens em algumas épocas do ano no Brasil. Devido a isso, a silagem se torna uma grande aliada na busca para evitar a falta de alimento (LANES, et al, 2006). A silagem tem alto teor energético e grande aceitação pelos animais, mas para que a mesma consiga obter máxima qualidade deve sofrer uma boa fermentação, determinante para a disponibilidade de nutrientes (SANTOS; ZANINE; 2006).

Os aditivos podem ser usados como aliados para melhorar a fermentação e consequentemente manter a qualidade desse alimento, os aditivos enzimáticos e microbianos atuam elevando a disponibilidade de açúcares solúveis para bactérias benéficas, as quais fermentarão a massa ensilada, fazendo com que haja maior liberação de ácidos e acelere a queda do pH, assim a fermentação se estabilizará mais rápido e a quantidade de nutrientes disponíveis será maior, obtendo-se uma silagem final com maior teor de amido e açúcares solúveis (LOURES, et al, 2005).

Nesse contexto, o trabalho tem como objetivo testar níveis de um aditivo enzimático/microbiano sobre o valor nutricional de silagens de milho em duas épocas de ensilagem distintas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Determinar o valor nutricional de silagens de milho com uso de diferentes doses de aditivo enzimático e microbiano em duas épocas de corte.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliação de proteína bruta em função da inoculação de silagem com o uso de aditivos enzimáticos e microbianos;

Avaliação de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido em função da inoculação de silagem com o uso de aditivos enzimáticos e microbianos;

Avaliação do teor de amido em função da inoculação de silagem com o uso de aditivos enzimáticos e microbianos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CULTURA DO MILHO

Segundo a Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), na safra 2018/2019 o Brasil teve 5.018,5 mil ha de área total disponibilizada apenas para o plantio de milho, onde destes obtiveram-se 94 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2019).

Produzido em quase todos os países, o milho serve tanto para a alimentação animal quanto humana, bem como para a fabricação de diversos subprodutos. É um alimento rico em nutrientes, sendo eles amido, proteína, fibra e óleo, e de valor acessível, somente para a manutenção da cadeia animal são atribuídos aproximadamente 70% da produção mundial (PAES, 2006).

Com uma produção que vem crescendo cada vez mais, estima-se um aumento na produção de silagem de milho de 15,3 milhões de toneladas para esse ano, porém a demanda total de silagem se dá em torno de 93,5 milhões de toneladas, tendo assim um mercado com um grande déficit de produção e que tem muito a crescer (CONAB, 2019).

O grão de milho é formado por endosperma, pericarpo, gérmen e ponta, e o peso de um grão varia de 250 a 300 mg, onde 72% da sua matéria seca é amido, 9,5% são proteínas, 9% são fibras e 4% são óleos. O endosperma e gérmen são as partes do grão responsáveis por seus nutrientes, onde se encontra o amido, substância de reserva para o embrião, que é composto, como essência de proteína (PAES, 2006).

A escolha de cada cultivar é muito importante e varia de acordo com cada região. Deve se buscar as cultivares mais adaptadas e que apresentam a menor variação na sua produção tanto com climas favoráveis ou desfavoráveis. As plantas híbridas F1 são mais produtivas, e as diferentes cultivares podem ser divididas em superprecoces, precoces, ciclo médio e ciclo tardio, ocorrendo mudança nas unidades de luz que cada uma irá precisar para completar seu ciclo (CRUZ, et al, 2008).

A semeadura do milho pode ocorrer em quatro épocas diferentes, dependendo da região em que esse material será produzido, sendo elas: plantios antecipados que ocorrem entre final de agosto e início de outubro, plantios normais que são os que possuem boa produtividade em quase todas as regiões, se dando nos meses de outubro e novembro, plantios tardios que acontecem entre dezembro e janeiro, e a safrinha que dá-se apenas na região sul do país de fevereiro até metade de março (RESENDE, et al, 2017).

3.2. SILAGEM DE MILHO

O Brasil é um lugar de grande variação climática, onde ocorrem períodos de frio e calor intenso, dificultando a produção de forragens em épocas de transição e causando vazios forrageiros. Devido à isso a silagem se torna uma das alternativas mais acessíveis para os períodos intermediários entre uma estação e outra (LANES, et al, 2006).

Pode ser produzida em diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, com materiais contendo teores de matéria seca com menos de 30%, onde a época de corte será antecipada e irão ser encontrados maior concentração de proteína e umidade e menores concentrações de fibra e amido. Porém haverá um processo fermentativo ruim, principalmente pela alta umidade favorecendo o aparecimento de ácido butírico com formação de *Clostridium sp* e maior produção de efluente, ocorrendo perdas de nutrientes por lixiviação (PEREIRA, et al, 2015).

Materiais com teores ideais de matéria seca em sua composição, definido entre 30 a 35% de MS, possuem maior quantidade de amido e fibra, e menor proporção de proteína e umidade quando comparados a materiais com teores de matéria seca menores, facilitando o processo de compactação e fermentação, aumentando qualidade e a aceitação pelos animais (PEREIRA, et al, 2015).

Em silagens com teores acima de 35% de MS são encontradas maiores quantidades de amido, porém com baixa digestibilidade no material ensilado, tendo assim pouco aproveitamento, além de apresentar maior dificuldade durante o corte e compactação por ser um material mais fibroso, acrescentando a quantidade de ar entre as partículas, proporcionando assim pior processo de fermentação (SOUSA; SILVA; OLIVEIRA; 2011).

A silagem é conservada a partir da fermentação. Os ácidos orgânicos gerados através da quebra de açúcares solúveis são o que mantém o alimento conservado ao longo do tempo, ocorrendo diminuição de pH, morte da maioria dos microrganismos e retardamento no desenvolvimento de outros, entre esses ácidos o que se destaca é o ácido lático, principal ácido atuante em silagens com boa fermentação, bactérias produtoras de ácido lático utilizam menos nutrientes da silagem para sua liberação (SANTOS; ZANINE; 2006).

O milho é uma das plantas de maior utilização na produção de silagem, devido ao seu cultivo que se dá em quase todo o país, além de ser um alimento com ótima qualidade, quando bem ensilado, possuindo uma ótima aceitação pelos animais (DEMINICIS, et al, 2009).

A silagem de milho é um material de alto valor agregado, devido à isso recomenda-se oferecer apenas para animais de alta genética e produtividade, porém o método de produção da

mesma é o que pode definir o seu real preço, se forem feitos alguns procedimentos como verificar a fertilidade e condições físicas do solo, fazer a escolha correta de sementes, plantar em um período ideal, utilizar volume adequado de sementes, controlar plantas invasoras e pragas, fazer uso de irrigação, colher no período certo, entre outros fatores. Consegue-se obter um alimento de alta qualidade e com um custo menor, pois atendendo esses parâmetros espera-se que a produção por área seja maior (RESENDE, et al, 2017).

3.3. QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO

Para que a silagem tenha qualidade elevada, ela deve ter entre 30 e 35% de matéria seca e tamanho de partícula após a picagem entre 0,8 e 1,5 cm. Para que ocorra boa picagem a regulagem da ensiladeira deve ser realizada antes e durante o processo. Em um estudo feito no Instituto Volcani Center de Israel pelo doutor Gilad Aschebell verificou que vacas que consumiam silagem com teor de MS de 32%, ingeriam cerca de 1,89% do seu peso vivo, com produção de 16 kg/leite/dia, já animais que consumiam silagem com MS de 25% tinham consumo de 1,69% do seu peso vivo e produção de 14,6 kg/leite/dia, essa diferença de produção foi provavelmente ocasionada pela perda de nutrientes da silagem mais úmida através da lixiviação e pela maior presença do ácido butírico, diminuindo a palatabilidade dos animais (RESENDE, et al, 2017).

Silagens com mais de 35% de matéria seca possuem maior quantidade de amido, porém baixa digestibilidade dos nutrientes, as enzimas podem ser utilizadas como melhoradores deste processo, pois aumentam a degradabilidade deste material, obtendo então maior disponibilidade de açúcares solúveis, acelerando a queda do pH, auxiliando no aumento da digestibilidade ruminal e diminuindo as perdas pela excreção (SOUSA; SILVA; OLIVEIRA; 2011).

Silagens com umidade maior que 70% estão sujeitas à um aumento do aparecimento de *Clostridium sp*, bactérias que produzem ácido butírico e tem atuação negativa na queda do pH (ULIAN, 2013). Além disso, sem a utilização de aditivos podem chegar a ter uma redução de 40% do seu valor nutricional. Se adicionados aditivos que aumentam a produção de ácidos durante a ensilagem, como microrganismos, essa silagem teria uma grande diminuição das perdas nutricionais, tendo em vista que materiais com menores teores de MS tem maior disponibilidade de açúcares solúveis, poderia ocorrer a estabilização deste material com pH maior que 4 (NEUMANN, et al, 2010).

Em trabalhos que compararam a influência da altura de corte da planta em relação ao solo de 15 pra 45 cm, obtiveram-se valores maiores de PB, amido e MS, e menores pra FDN e FDA, onde ocorreu melhora de 4,7% da digestibilidade da matéria seca e 5% da digestibilidade do FDN (ULIAN, 2013).

A compactação e a vedação do silo são fundamentais para que não ocorram fermentação e microrganismos indesejáveis no processo. O tempo mínimo para que ocorra a fermentação é de 21 dias, e o processo quando bem feito pode conservar o alimento por vários anos (OLIVEIRA, 1998). É constituído por 5 fases:

Fase aeróbica - onde há presença de oxigênio, os microrganismos consomem o oxigênio utilizando os açúcares solúveis como fonte de energia produzindo água, calor e gás carbônico. Se houver muito ar entre as partículas, essa fase demora mais para terminar causando uma grande perda de nutrientes devido ao consumo destes pelas bactérias aeróbias com intuito de repor suas energias, pois elas realizam o processo de respiração, tendo assim um alto gasto energético. Além disto, o aumento da temperatura da silagem pode causar perdas dos componentes proteicos se a mesma ultrapassar 49°C, tornando-a indigerível (OLIVEIRA, 1998).

Fase anaeróbia 1- ausência de oxigênio ocorre entre 24 e 72 horas e acontece o desenvolvimento das enterobactérias e bactérias fermentativas que são resistentes ao calor e produzem ácido acético, etanol, ácido lático e CO₂ advindos da fermentação dos açúcares presentes na silagem, devido à presença desses ácidos o pH cai até 5 e começa a ocorrer a morte destes microrganismos (OLIVEIRA, 1998);

Fase anaeróbia 2 - com o pH baixo há um crescimento de bactérias produtoras de ácido lático e uma queda brusca do pH; ocorre produção de AGVs e isoácidos, porém com menor quantidade quando comparados ao ácido acético (OLIVEIRA, 1998);

Fase de estabilidade - quando o pH chega a 4 as bactérias morem e param de produzir ácidos mantendo aquele material preservado (OLIVEIRA, 1998);

Fase de abertura - fermentação após a abertura do silo, onde se tem o contato com o oxigênio, representada pelo crescimento de bactérias, fungos e leveduras aeróbias (OLIVEIRA, 1998).

3.4. ADITIVOS PARA SILAGEM DE MILHO

Muito tem-se feito no uso de aditivos durante a fabricação da silagem a busca de melhorar o processo. Na maioria dos casos são considerados aditivos todos os produtos

introduzidos no processo de ensilagem para otimizar a fermentação ou reduzir as perdas, melhorando ou inibindo a fermentação do alimento (LOURES, et al, 2005).

Segundo Schmidt; Souza; Bach, (2014), para um aditivo ser bom ele deve oferecer segurança para quem aplica, diminuir perdas, inibir fermentações indesejadas e otimizar o desempenho animal com o seu uso.

Podem ser classificados em cinco grupos, sendo eles: melhoradores de fermentação com o uso de bactérias e fontes energéticas; limitadores da fermentação utilizando ácidos; limitadores da depreciação aeróbia; componentes nutricionais e absortivos (Schmidt; Souza; Bach, 2014).

Os aditivos podem atuar também quando há a abertura do silo e o mesmo fica em contato com o ar, onde a silagem tende a rápida deterioração devido às bactérias aeróbias e aparecimento de fungos e leveduras que aumentam a temperatura da silagem, produção de CO₂ e pH, reduzindo seus nutrientes. Esse processo se agrava em temperaturas altas. Um exemplo de aditivos que impedem esse processo são as bactérias produtoras de ácido láctico (GIMENES, et al, 2006).

Leveduras, fungos e bactérias aeróbias, como *Bacillus* spp, *Aspergillus* spp, *Fusarium* spp e *Pencillium* spp, entre outros (LIMA, et al, 2015), são microrganismos que causam deterioração da qualidade da silagem, utilizando o lactato produzido pelas bactérias produtoras de ácido láctico, e consumindo todos os seus nutrientes, porém se a silagem alcançar uma alta produção de ácidos em menor quantidade de tempo esses microrganismos extinguem-se, e a quantidade de lactato na silagem aumenta. Isso se dá também pela falta de oxigênio advindo do consumo deste pelas bactérias homofermentativas. A inoculação de microrganismos benéficos para a fermentação diminui a degradação de proteína e aumenta a digestibilidade e a palatabilidade dos animais (ROCHA, et al, 2006).

3.5. ADITIVOS ENZIMÁTICOS E MICROBIANOS

Utilizando bactérias fibrolíticas aumenta-se a população de microrganismos desejáveis, pois há uma maior disponibilidade de alimentos através da alta degradação da fibra. Enzimas são compostos proteicos advindos de microrganismos e atuam acelerando as reações químicas em substâncias específicas (LOPES, 2016), as hemicelulases, celulasas, xilanases e pectinases, são as principais enzimas fibrolíticas utilizadas como forma de aumentar a disponibilidade de alimento para os microrganismos fermentativos (LOURES, et al, 2005).

Com a introdução de enzimas que degradam fibra no processo de ensilagem o animal tem um aumento na eficiência da digestão da matéria seca e FDN. As enzimas e os microrganismos se aderem ao substrato e podem romper ligações de polissacarídeos celulolíticos e celulosas, formando uma pré digestão e aumentando os sítios onde as bactérias do rúmen irão se aderir depois que o animal consumir o alimento. Isso faz com que esse alimento fermenta mais rápido e seja melhor aproveitado (CYSNEIROS, 2006).

Em um trabalho realizado na USP/Esalq de Piracicaba – SP, avaliaram-se 8 trabalhos publicados em revistas científicas em um período de dez anos com silagem de milho utilizando bactérias homofermentativas e enzimas, contendo várias cepas em sua composição, variando entre 1×10^5 e 9×10^9 UFC/g de massa fresca. As análises das silagens mostraram menores teores de celulose, hemicelulose e FDN, maiores teores de proteína bruta, aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca e redução do pH. Estima-se que esses resultados advenham da adição de enzimas fibrolíticas através da degradação da porção fibrosa e devido à isso, ocorre um aumento na proporção de PB (ZOPOLLATTO; DANIEL; NUSSIO; 2009).

Alguns trabalhos mostram que enzimas são mais eficientes quando adicionadas diretamente no alimento do que em contato direto com o rúmen, relatando que isso pode ocorrer devido à proteção fornecida entre a ligação da enzima com o substrato, diminuindo sua degradabilidade ruminal. Silagens com gramíneas ou leguminosas com alto teor de matéria seca e menor concentração de açúcares solúveis podem ser beneficiadas pelas enzimas fibrolíticas, devido ao aumento do fornecimento de açúcares às bactérias fermentativas, aumentando os níveis de ácido lático, por hidrólise da parede celular (CYSNEIROS, et al, 2006).

Existem dois segmentos de inoculantes microbianos: bactérias homofermentativas, que atuam na produção de ácido lático para estabilização da silagem e bactérias heterofermentativas, que produzem vários tipos de ácidos para manter a persistência de silagens expostas ao ar (SCHMIDT; SOUZA; BACH; 2014).

Para que a silagem aumente o seu número de bactérias benéficas é necessário ter em torno de 10^8 bactérias produtoras de ácido lático por grama de silagem, porém os aditivos microbiológicos são em número muito inferior a este, tendo então que se multiplicar em pouco tempo para que apresentem o resultado esperado. Esse mal desempenho dos aditivos pode se dar por competição com cepas já existentes e adaptadas, pouca disponibilidade de açúcares solúveis, o tipo de cultura, má compactação, alta quantidade de água na massa ensilada e má aplicação do produto (ZOPOLLATTO; DANIEL; NUSSIO; 2009).

Rodrigues, et al. (2004), realizou um trabalho utilizando três produtos diferentes de aditivos enzimáticos microbianos, contendo no primeiro *Streptococcus faecium*, *Pediococcus*

acidilactici e *Lactobacillus plantarum*, amilase, hemicelulase e celulase; o segundo formulado por *L. plantarum*, *S. faecium* e *Lactobacillus* sp.; e o terceiro com *S. faecium* e *L. plantarum*. Foi registrado aumento significativo nos teores de carboidratos solúveis e amido, sugere-se que a causa deste aumento foi devido a degradação e aumento de substratos para fermentação láctica advindos da ação enzimática, podendo ser também devido a transformação destes substratos em ácido láctico pelos microrganismos.

Em um trabalho utilizando soro ácido de leite para reidratação de milho grão e posterior fermentação do material, observou-se uma melhora no pH com aumento da produção de ácido acético e propiônico e diminuição da porção fibrosa (FDN e FDA) da silagem devido á diluição desses compostos (ANDRADE, 2013).

Por ser um subproduto de origem industrial, o soro de leite causa um grande impacto ambiental por não ter um destino adequado, com a sua utilização na fermentação de silagens espera-se um aumento de bactérias ácido lácticas devido à presença de lactose e derivados do leite. Um experimento utilizando soro de leite seco para testar o desenvolvimento de bactérias lácticas na fermentação de silagem de grão úmido de milho utilizando 1,85g, 3,7g e 7,4g de inoculante mostraram que houve aumento no número de bactérias fermentativas com a sua utilização (CAMPIOLO, 2014).

A maltodextrina é resultado da hidrólise do amido, possui alto teor energético, contendo de cinco a dez moléculas de glicose. Machado e Carvalho (2015), analisaram diversos trabalhos em que foram relatados o uso da maltodextrina como um aditivo de grande importância na produção animal, podendo substituir ingredientes caros em dietas sem afetar o desempenho animal, ela aumenta a propagação de microrganismos benéficos, diminuindo a proliferação dos demais.

A amilase realiza a degradação do amido através da hidrólise, separando suas cadeias moleculares em presença de água. Do mesmo modo de também se agem as proteases, hidrolisando cadeias peptídicas e aumentando a disponibilidade de proteínas solúveis (LOPES, 2016) e as lipases que aceleram a hidrólise de triglicerídeos, gerando subprodutos como glicerol e ácidos graxos livres (MALDONADO, 2006).

Em um trabalho realizado por Loures (2004) com silagem de Capim Tanzânia utilizando níveis de enzimas fibrolíticas em conjunto ou não com aditivos microbianos, observou-se aumento significativo da proteína bruta, podendo ter ocorrido diminuição da proteólise devido à presença do aditivo enzimático microbiano. Houve também diminuição da porção fibrosa desta silagem, com menores teores de FDA, FDN, celulose e hemicelulose, onde à presença de enzimas na planta durante a ensilagem e a adição de enzimas fibrolíticas como

celulose e hemicelulose como suplementação, atuaram hidrolisando a parede celular e diminuindo essa porção.

Segundo Santi; Berger; Silva; (2014), a parede celular vegetal é composta por celulose, hemicelulose e pectina responsáveis pela proteção da planta. A pectina possui em sua composição diversos açúcares como galactose, arabinose e xilose, para que esses açúcares possam ser liberados as enzimas pectinases atuam através da hidrolise ou da b-eliminação diretamente nas ligações, rompendo-as e liberando os substratos.

De acordo com Checoli (2014), os *Lactobacilos Acidophilus sp* são bactérias homofermentativas obrigatórias, elas transformam as glucoses e frutoses em ácido láctico, muito importante para a fermentação da silagem.

Segundo Saad (2006), os *Bifidobacterium thermophilum* e *Streptococcus faecium* são agentes probióticos, eles atuam aumentando ou diminuindo a ação de enzimas, além de diminuir os sítios de ligação livres, impedindo que bactérias indesejáveis consigam se proliferar, melhorando o processo da fermentação.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Dois Vizinhos* (latitude $-25^{\circ} 44' 01''$, longitude $-53^{\circ} 03' 26''$, com uma altitude de 509 metros).

O milho utilizado para o experimento foi o híbrido BM6602 VT Pro2, de ciclo precoce e grãos dentados, resistente a insetos da ordem lepidóptera e ao herbicida glifosato. A semeadura ocorreu em área de aproximadamente 7 ha. A amostragem das plantas ocorreu em vários pontos da lavoura, com uma área útil representativa de aproximadamente 150 m², em dois estágios de desenvolvimento (grão leitoso e grão dois terços leitoso e um terço farináceo).

Os tratos culturais envolveram a aplicação de 115 kg/ha da fórmula 8-20-15 e 245 kg/ha da fórmula 2-20-20 de adubação química durante o plantio. A adubação nitrogenada constou de 120 kg/ha na forma de ureia, metade aplicada no estágio fenológico de V4 e o restante em V6, 115 kg/ha da fórmula 8-20-15 e 245 kg/ha da fórmula 2-20-20 de adubação química durante o plantio. A aplicação de ureia no estágio vegetativo 4, com 4 folhas apresentando colar visível entre a bainha da folha com o colmo, é interessante pois entre V3 e V5 a planta ainda não definiu o número de folhas e espigas, estimulando a planta a aumentar esse número, de acordo com a sua genética. No estágio vegetativo V6, com seis folhas apresentando colar visível entre a bainha da folha com o colmo, estimula maior quantidade de fileiras de grãos por espiga, pois o pendão ainda está em desenvolvimento (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

As plantas foram colhidas nas datas 05/02/2019 e 12/02/2019. Após a colheita foram retirados de cada amostra dois pés de milho para a realização da separação botânica, onde foram separados em lâmina foliar, colmo, espiga, palha da espiga, pendão e matéria morta. Esse material foi colocado em estufa de ventilação de ar forçado a 65 graus até atingir peso constante, para estimar o peso médio da matéria seca dos componentes morfológicos. O peso destes componentes foi utilizado para verificação da influência da proporção de cada componente morfológico no resultado final.

Foram adicionadas doses de 0, 500, 1000, 1500 e 2000 g/t MV de aditivo enzimático e microbiano em aproximadamente 7 kg de material triturado com partículas de 1,5 cm em moinho forrageiro estacionário. Posteriormente a mistura foi colocada em mini silos experimentais constituídos por duas sacolas plásticas transparentes colocadas uma dentro da outra, sendo, uma com 1,5 kg de areia para absorção do efluente do milho fermentado, e a outra para a introdução do milho picado, onde foi furada a parte inferior para que ocorra a vazão do

efluente. Foi feita a compactação manual para obtenção de pelo menos 550 kg MV/m³. Esses silos foram envoltos por duas sacolas de cor preta para proteção da radiação solar evitando perda na sua qualidade.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2 (cinco doses de inoculante e duas épocas de corte) com 4 repetições por tratamento. Foram usadas as seguintes doses de inoculante microbiano e enzimático: 0, 500, 1000, 1500 e 2000 g/t MV. A composição básica do aditivo foi: Soro seco (6%), Maltodextrina 15%, Amilase (10%), Protease (15%), Celulase (15%), Lípase (15%), Pectinase (15%), *Lactobacilos Acidophilus* sp. (3%), *Bifidobacterium thermophilum* (2%) e *Streptococcus faecium* (2%).

O material permaneceu por 50 dias em processo de fermentação. Após esse intervalo de tempo os silos foram abertos e foram retiradas amostras de cada silo, sendo então levadas para a estufa de ventilação de ar forçado à 55°C por 72 horas até atingir peso constante e em seguida moídas em moinho de facas Willey com peneiras de crivo de 1mm.

A partir destas amostras foram realizadas as análises no laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Campus* Dois Vizinhos. Foram avaliados o teor de MS em estufa a 105°C durante oito horas (Método 967.03; AOAC, 1998), matéria mineral (MM) através de incineração em mufla a 600°C durante quatro horas e proteína bruta (PB) de acordo com o método Kjeldahl, (Método 2001. 11; AOAC 2001), os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina segundo Van Soest et al. (1991), Robertson e Lewis (1991), (LOURES, et al., 2005) utilizando sacos de poliéster de 16 micras, e autoclave a 110°C por 40 minutos (SENGER et al., 2008). Analisando ainda açúcares solúveis de acordo com Dubois et al. (1956) (LOURES, et al, 2005) das silagens experimentais. A determinação do amido foi realizada na Universidade Federal de Santa Maria usando o método proposto Walter et al. (2005).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), testando os fatores isoladamente e suas interações. Em caso de efeito significativo dos fatores de tratamento, foi procedida comparação de médias para o fator qualitativo e regressão polinomial (GIMENES, et al, 2006) para o fator quantitativo usando o procedimento de modelos mistos (Mixed) do SAS (SAS/STAT® 13.1 User's Guide, 2013), versão acadêmica.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve alteração significativa nos teores de matéria seca, matéria mineral e proteína bruta em função do estágio de maturação do milho (Tabela 1). O teor de matéria seca menor já era esperado na silagem milho, confeccionada em estágio de grão leitoso, obtendo-se uma média de 21,6% de MS, onde a planta de milho da data de 05/02/2019 (grão leitoso) apresentou proporções de 15,54% de folhas, 1,88% de pendão, 17,06% de palha da espiga, 23,82% de espigas e 25,22% de colmo, em comparação ao milho colhido no dia 12/02/2019 (grão 2/3 leitoso 1/3 farináceo) , que apresentou proporções de 15,43% de folhas, 1,58% de pendão, 13,03% de palha da espiga, 40,84% de espigas e 29,12% de colmo. A maior proporção de espigas na data de 12/02/2019 é um dos principais fatores explicativos do maior teor de MS, quando comparado à data de 05/01/2019.

Tabela 1 – Composição nutricional da silagem de milho em base seca (g/kg MS) inoculada com diferentes doses de aditivo microbiano e enzimático e baixos teores de matéria seca.

Doses do inoculante (g/t MV)	Grão leitoso					Grão 2/3 leitoso 1/3 farináceo					Valor de P		
	0	500	1000	1500	2000	0	500	1000	1500	2000	Data	Doses	Data*Doses
<i>Variáveis</i>													
Matéria seca	210,55	208,94	217,89	225,90	219,68	238,55	261,13	242,01	255,36	270,55	0,0011	0,5703	0,7376
Matéria mineral	39,32	35,61	34,97	37,79	42,03	47,28	47,32	50,95	50,98	43,31	0,0037	0,9271	0,3389
Proteína bruta	97,76	93,77	89,46	97,44	103,42	70,57	83,78	81,53	67,29	71,69	0,0002	0,6426	0,1183
Açúcares solúveis	28,05	29,47	21,97	29,19	23,52	18,48	21,21	22,55	25,94	20,46	0,0613	0,5380	0,5639
FDN	661,89	638,53	612,30	626,60	645,11	676,15	636,37	629,90	623,82	628,29	0,8297	0,0831	0,7697
FDA	325,05	323,04	214,05	342,62	293,39	287,25	296,50	288,26	341,65	309,09	0,5518	0,2288	0,1273
Amido	24,66	26,05	27,57	26,51	24,40	29,38	26,63	25,45	23,67	23,81	0,7933	0,0010	0,0001
Lignina	45,78	47,21	43,46	40,46	41,56	35,20	32,04	26,89	33,86	44,15	<0,001	0,0015	0,0015

MV= matéria verde; MS= matéria seca; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido.

Esse teor de umidade maior que 70%, poderá promover perdas no valor nutricional através da lixiviação (NEUMANN, et al, 2010), além de facilitar o aparecimento de *Clostridium sp*, dificultando o processo de fermentação e aumentando a produção de ácido butírico, obtendo um produto final com qualidade muito inferior (ULIAN, 2013), (MCDONALD, HENDERSON E HERON, 1991). Estudos comprovaram uma correlação negativa entre o teor de MS e a quantidade de perdas através de efluentes, quanto menor o teor de matéria seca maior será a perda de efluentes, junto com esses efluentes ocorre a perda nutricional de componentes nitrogenados, açúcares e minerais (VILELA, et al. 2008).

Entretanto, a silagem com menor teor de matéria seca, poderá ter aumento na digestibilidade da FDN, além de maior teor de PB. No entanto, a proporção de grãos, amido e matéria mineral é inferior ao esperado quando feita com um teor de matéria seca entre 30-35% (MARAFON, et al, 2015). Isso faz com que a sua produção não seja efetiva, pois ao produzir silagem se pensa em obter um alimento energético, e o teor energético se reduz proporcionalmente ao teor de MS.

A planta de milho cortada em estágio de grão leitoso oferece o equivalente a 50% da sua totalidade de produção de grãos e 75% da forragem, os aditivos foram introduzidos durante a fabricação para testar se há aumento da disponibilidade desses nutrientes no alimento final. Do mesmo modo ao cortar o milho em estágio ideal, com teor de matéria seca próximo a 35%, obtém-se 95% dos grãos e 100% da massa de forragem (MENDES, 2006).

Ocorreu interação ($p < 0,005$) entre data de colheita e dose de inoculante para o teor de amido das silagens (Figura 1). A silagem produzida no estágio de grão leitoso (05/02/2019) apresentou comportamento quadrático ($y = 24,483 + 0,00546 x - 0,00000274 x^2$; $r^2 = 0,46$; $p = 0,0253$) com maior teor de amido nas doses 0, 500 e 1000 g/t MV, e menor concentração de amido nas doses 1500 e 2000 g/t MV. Já no estágio de 2/3 leitoso 1/3 farináceo (12/02/2019) obteve-se uma diminuição linear da quantidade de amido na silagem, proporcional ao aumento da adição das doses de inoculante ($y = 28,614 - 0,00282 x$; $r^2 = 0,74$; $p < 0,0001$).

A diminuição do teor de amido proporcional ao aumento das doses de inoculante se deve principalmente pela atuação da enzima amilase contida na composição do mesmo, a qual proporciona a hidrólise do amido, separando as moléculas e as tornando disponíveis aos microrganismos fermentativos (MALDONADO, 2006), esperava-se que com uma maior disponibilidade de nutrientes o pH diminuísse mais rápido mantendo maior teor nutricional da silagem, no entanto, o menor teor de amido na composição final da silagem é algo negativo,

uma vez que considera-se a silagem um alimento energético e esse é o principal nutriente buscado durante a fabricação da mesma.

Ruminantes de alta produção necessitam de um aporte energético altíssimo para que tenham produção, gestação e manutenção adequadas, sem perdas econômicas ou de produção. O amido tem grande importância na produção animal, é uma das principais fontes de carboidrato com alta digestibilidade, no rúmen forma ácidos graxos voláteis capazes de produzir proteína microbiana de alto valor biológico. Além disso se consegue fazer um armazenamento da planta inteira de milho devido à presença de carboidratos solúveis, que disponibilizam substratos necessários para uma boa fermentação e estabilidade da silagem (JUNIOR, et al. 2011).

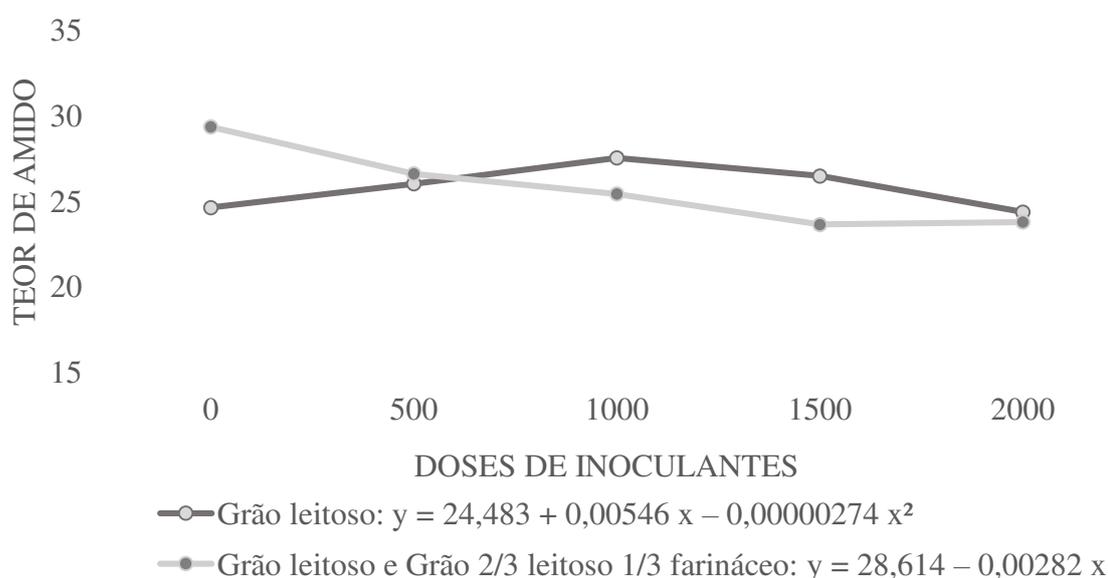


Figura 1: comportamento do teor de amido na silagem produzida em diferentes datas.
Fonte: o autor, 2019.

Os teores de lignina também sofreram interação significativa ($p < 0,005$) entre data de colheita e doses de inoculante. Obteve-se as seguintes equações de regressão em função das doses de inoculante: Grão leitoso: $y = 46,747 - 0,0030188x$; $r^2 = 0,20$; $p = 0$, Grão 2/3 leitoso 1/3 farináceo: $y = 36,108 - 0,019x + 0,0000115x^2$; $r^2 = 0,58$; $p = 0,0037$. De modo geral, para ambas datas de colheita, os modelos descreveram uma redução do teor de lignina nas silagens a medida que doses de inoculante foram adicionadas, embora no estágio de 2/3 leitoso 1/3 farináceo (12/02/2019), tenha se observado aumento do teor de a partir da dose de 1000 g/t MV (Figura 2).

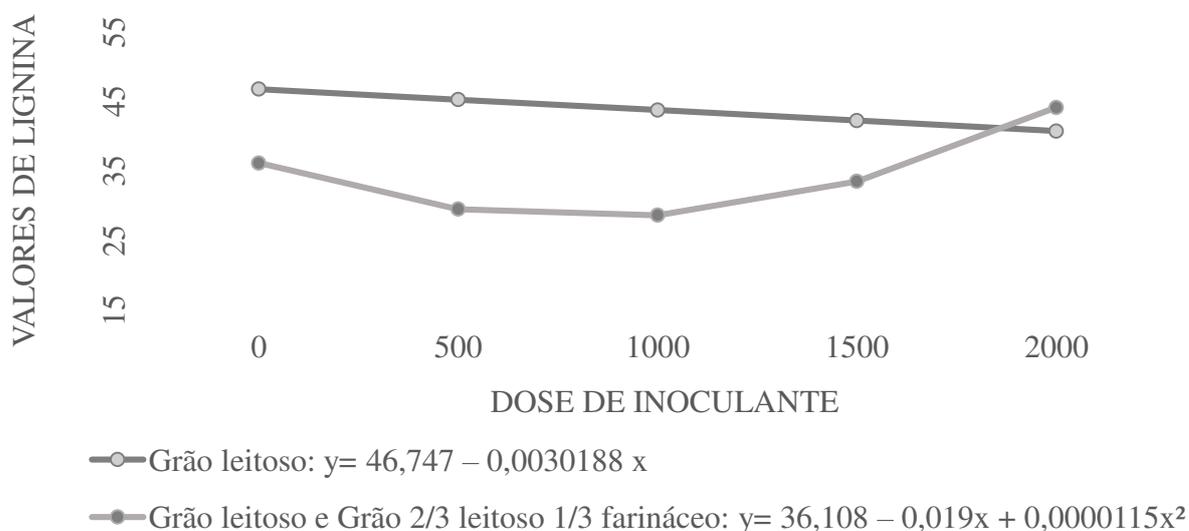


Figura 2: comportamento do teor de lignina na silagem produzida em diferentes datas.
Fonte: o autor, 2019.

Devido aos estádios diferentes de colheita do milho que gerou teores de MS diferentes, constatou-se que o inoculante utilizado pode ter um comportamento diferente do esperado de acordo com a disponibilidade de substrato para fermentação e pela atividade da água (RABELO, et al, 2014). Apesar do milho feito em estágio de grão leitoso ter menor quantidade de fibra observou-se um aumento na proporção de lignina quando comparado com a silagem feita com o grão mais duro, isso ocorreu possivelmente pela perda causada por lixiviação, aumentando assim a proporção fibrosa da silagem (NEUMANN, et al, 2010).

Já a diminuição significativa da lignina em ambas às silagens foi um resultado esperado uma vez que grande quantidade dos aditivos como celulase, pectinase, *Lactobacilos Acidophilus sp*, *Bifidobacterium thermophilum* e *Streptococcus faecium* que estão presentes no inoculante utilizado, tem a função de auxiliar na melhora do teor nutricional, aumentando a degradação da parte fibrosa (ANDRADE, 2013), (SAAD, 2006), (CHECOLI, 2014), (SANTI; BERGER; SILVA; 2014).

6. CONCLUSÃO

A silagem no estágio de grão leitoso resultou em um alimento com menor teor de matéria seca e matéria mineral e maior teor de proteína bruta quando se compara a silagem confeccionada com 2/3 grão leitoso 1/3 farináceo.

A silagem produzida no estágio de grão leitoso com adição de 0, 500 e 1000 g/t MV de aditivo produziu silagem com maior teor de amido em comparação com as doses 1500 e 2000 g/t MV de aditivo, sendo a dose de 1000g/t MV a mais indicada por proporcionar maior quantidade de amido em relação às demais. Já no estágio de grão 2/3 leitoso 1/3 farináceo observou-se uma diminuição linear da quantidade de amido na silagem, proporcional a adição das doses de inoculante, como o amido é um dos nutrientes mais importantes em uma silagem não se recomenda o uso deste aditivo enzimático e microbiano em silagens produzidas com grão 2/3 leitoso 1/3 farináceo.

Em relação à lignina houve uma diminuição em ambas os estádios de maturação em função das doses de inoculante. A dose de 2000g/t MV na silagem produzida no estágio de grão leitoso foi a que proporcionou um menor teor de lignina. Enquanto que na silagem produzida no estágio de grão 2/3 leitoso 1/3 farináceo a dose de 1000g/t MV foi a que apresentou maior redução.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. P. **Silagem de Grão de Milho Reidratado com Soro de Leite e Água**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência Animal – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, 2013.
- A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16a 2nd ed. Maryland, 1998.
- A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17th Edition Property, 2001.
- CAMPIOLO, R. S. **Ensilagem de Grão Úmido de Milho Utilizando Inoculante Microbiológico Comercial e Soro de Queijo**. Centro de pesquisa em ciências agrárias. Mestrado em ciência e tecnologia de leite e derivados, Londrina - PR, 2014.
- CHECOLI, M. B. **Silagens de Cana-de-Açúcar Tratadas com *Lactobacillus Kefiri* e *L. Brevis*: Efeitos no Perfil Fermentativo e na Estabilidade Aeróbia**. Dissertação de pós graduação do mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - Minas Gerais, 2014.
- CONAB. **Acompanhamento Da Safra Brasileira de Grãos**. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, p. 1-69, v.6, n.7, abril 2019.
- CRUZ, J. C. et al. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. 4ª edição. Setembro, 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/Cultivares>>. Acesso em: fevereiro de 2019.
- CYSNEIROS, C. D. S. S. et al. **Efeito De Enzimas Fibrolíticas Sobre A Composição Química Da Silagem De Milho**. Ciência Animal Brasileira, v. 7, out./dez. n. 4, p. 339-348, 2006.
- DEMINICIS, B. B. et al. **Silagem de Milho - Características Agronômicas e Considerações**. REDVET. Revista electrónica de Veterinária. ISSN: 1695-7504 2009 Vol. 10, Nº 2. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020209.html>>. Acesso em: fevereiro de 2019.
- DUBOIS, M. et al. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances**. *Analytical Chemistry*. v. 28, p. 350-356, 1956.
- GARDIN, J. P. P. et al. **Metodologia de Determinação de Açúcares Solúveis em Tecido Vegetal de Cafeeiro por Cromatografia Gasosa**. Universidade Federal de Lavras. Lavras--MG, 2016.
- GIMENES, A. L. D. G. et al. **Composição Química e Estabilidade Aeróbia Em Silagens de Milho Preparadas Com Inoculantes Bacteriano e/ou Enzimático**. Acta Sci. Anim. Sci, Maringá, v.28, n.2, p. 153-158, April/June 2006.

JUNIOR, C. S. R. et al. **Uso de Silagem de Milho no Balanceamento de Dietas para Vacas Leiteiras**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13, 2011.

LANES, E. C. M. et al. **Silagem de Milho Como Alimento Para o Período da Estiagem: Como Produzir e Garantir Boa Qualidade**. Juiz de Fora, MG, 2006.

LIMA, E. M. et al. **Deterioração Aeróbia de Silagens**. Revista eletrônica nutritime, artigo 299, v. 12, n. 02, p. 3996– 4003, Março/Abril 2015.

LOPES, N. M. **Efeito de Enzimas na Digestibilidade Ruminal e Perda de Matéria Seca da Silagem do Grão de Milho Reidratado**. Lavras – UFLA, p. 114, 2016.

LOURES, D. R. S. et al. **Efeito de Enzimas Fibrolíticas e do Teor de Matéria Seca em Silagens de Capim-Tanzânia sobre os Parâmetros Ruminiais, o Comportamento Ingestivo e a Digestão de Nutrientes, em Bovinos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.3, p.736-745, 2005.

LOURES, D. R. S. **Enzimas Fibrolíticas e Emurchecimento no Controle de Perdas da Ensilagem e na Digestão de Nutrientes em Bovinos Alimentados com Rações Contendo Silagem de Capim**. Universidade de São Paulo, tese de doutorado, Piracicaba, SP, fevereiro de 2004.

MACHADO, C. A.; CARVALHO L. S. S. **Maltodextrina na Alimentação Animal**. Revista Portuguesa de Ciência Veterinária. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2015.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da Produção de Milho**. Embrapa, Sete Lagoas, MG, dezembro, 2006.

MALDONADO, R. R. **Produção, Purificação e Caracterização da Lipase de *Geotrichum Candidum* Obtida a Partir de Meios Industriais**. Universidade Estadual de Campinas, dissertação de mestrado, Campinas, 2006.

MARAFON, F. et al. **Características nutricionais e perdas no processo fermentativo de silagens de milho, colhidas em diferentes estádios reprodutivos com diferentes processamentos de grãos**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 36, n. 2, p. 917-932, mar./abr, 2015.

McDONALD, P. J.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **Biochemistry of silage**. 2ed. Mallow: Chalcombe publications, p.340, 1991.

MENDES, M C. **Avaliação de híbridos de milho obtidos por meio de cruzamento entre linhagens com diferentes degradabilidades da matéria seca**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. p.57, 2006.

NEUMANN, M. et al. **Aditivos Químicos Utilizados em Silagens**. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v.3, Mai.- Ago. n2, 2010.

OLIVEIRA, J.S. **Produção e utilização da silagem de milho e sorgo**. Juiz de Fora, MG: Embrapa gado de leite, p.34, 1998.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006.

PEREIRA, L. E. T. et al. **Tecnologias Para Conservação de Forragens: Fenação e Ensilagem**. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

RABELO, C. H. S. Et al. **Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro**. Ciência Rural, Santa Maria, v.44, n.2, p.368-373, fevereiro de 2014.

RESENDE, H. et al. **Tecnologia e custo da silagem de milho**. Embrapa gado de leite. Juiz de Fora, MG, maio de 2017.

ROCHA, K. D. et al. Valor Nutritivo de Silagens de Milho (*Zea Mays L.*) Produzidas Com Inoculantes Enzimo-Bacterianos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.2, p.389-395, 2006.

RODRIGUES, P. H. M. et al. **Avaliação do Uso de Inoculantes Microbianos sobre a Qualidade Fermentativa e Nutricional da Silagem de Milho**. R. Bras. Zootec., v.33, n.3, p.538-545, 2004.

SAAD, S. M. I. **Probióticos e Prebióticos: o Estado da Arte**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, vol. 42, n. 1, jan./mar., 2006.

SALMAN, A. K. D. **Metodologias para Avaliação de Alimentos para Ruminantes Domésticos**. Embrapa Rondônia, Porto Velho – RO, 1ª edição, maio de 2010.

SANTI, L.; BERGER, M.; SILVA, W. O. B. **Pectinases e Pectina: Aplicação Comercial e Potencial Biotecnológico**. Caderno pedagógico, Lajeado, v. 11, n. 1, p. 130-139, 2014.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M. **Silagem de Gramíneas Tropicais**. Colloquium Agrariae, v. 2, Mar, n.1, p. 32-45, 2006.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C. M.; BACH, B. C. **Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar?**. SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5.ed., Maringá, 2014.

SENGER, C. C. D. et al. **Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs**. *Animal Feed Science and Technology*, v.146, p.169-174, 2008.

SOUSA, D. P.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, I. S. **Uso de Aditivos em Forragens Conservadas**. I SIMBOV – I Simpósio Matogrossense de bovinocultura de corte, 2011.

ULIAN, N. D. A. **Características Quanti-Qualitativas Da Silagem De Milho No Sistema De Integração Lavoura-Pecuária**. 2013. 39f. Dissertação de Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, agosto de 2013.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. **Methods for dietary 53 fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.** *Journal of Dairy Science*. v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VILELA, H. H. et al. **Valor nutritivo de silagens de milho colhido em diversos estádios de maturação.** *R. Bras. Zootec.* vol.37 no.7 Viçosa Julho, 2008.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; PERDOMO, D. M. X.; **Amido disponível e resistente em alimentos adaptação do método da AOAC 996.11.** *Alimento e nutrição*, v.16, n.1, p.39-43, 2005.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G. **Aditivos Microbiológicos Em Silagens no Brasil: Revisão dos Aspectos da Ensilagem e do Desempenho de Animais.** *Revista Brasileira de Zootecnia. USP/ESALQ, Piracicaba/SP*, v.38, p.170-189, 2009.