

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 08/04/2024.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DO PROCESSAMENTO, INOCULANTE
BACTERIANO E TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE A
QUALIDADE DA SILAGEM DA PLANTA INTEIRA DE MILHO**

Marina Elizabeth Barbosa Andrade

Mestra em Zootecnia

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DO PROCESSAMENTO, INOCULANTE
BACTERIANO E TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE A
QUALIDADE DA SILAGEM DA PLANTA INTEIRA DE MILHO**

Marina Elizabeth Barbosa Andrade

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis

Coorientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Silveira Rabêlo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

A553e

Andrade, Marina Elizabeth Barbosa

Efeito do processamento, inoculante bacteriano e tempo de armazenamento sobre a qualidade da silagem da planta inteira de milho / Marina Elizabeth Barbosa Andrade. -- Jaboticabal, 2022

77 p.: tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Ricardo Andrade Reis

Coorientador: Carlos Henrique Silveira Rabêlo

1. Qualidade da silagem. 2. Processador de grãos. 3. Inoculantes bacterianos. 4. Estabilidade aeróbia. 5. Desempenho animal. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

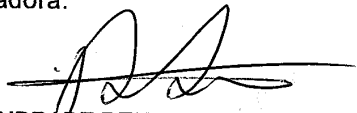
TÍTULO DA TESE: EFEITO DO PROCESSAMENTO, INOCULANTE BACTERIANO E TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE A QUALIDADE DA SILAGEM DA PLANTA INTEIRA DE MILHO

AUTORA: MARINA ELIZABETH BARBOSA ANDRADE

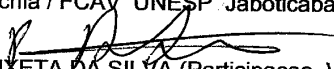
ORIENTADOR: RICARDO ANDRADE REIS

COORIENTADOR: CARLOS HENRIQUE SILVEIRA RABÊLO

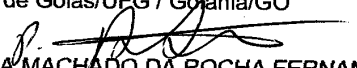
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



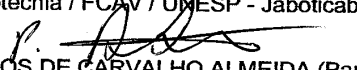
Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV UNESP Jaboticabal



Profa. Dra. NAIARA CAIXETA DA SILVA (Participação Virtual)
Universidade Federal de Goiás/UEG / Goiânia/GO



Dra. MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Prof. Dr. JOÃO CARLOS DE CARVALHO ALMEIDA (Participação Virtual)
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRJ / Seropédica/RJ



Pós-doutoranda JULIANA DUARTE MESSANA (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 08 de abril de 2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARINA ELIZABETH BARBOSA ANDRADE – nascida em 3 de abril de 1992 no município de Araguari, Minas Gerais. Iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Uberlândia, em março de 2010. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica e participou da coordenação do grupo de estudos e pesquisa em nutrição de ruminantes, ambos sob orientação do Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Junior. Em março de 2015 ingressou no mestrado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – Unesp, Jaboticabal-SP, sob orientação da Profa. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira, recebendo o título de mestra em julho de 2017. Em agosto do mesmo ano iniciou o doutorado em Zootecnia na mesma instituição sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis.

“If you can't fly then run, if you can't run then walk, if you can't walk then crawl, but whatever you do, you have to keep moving forward.”

Martin Luther King Jr.

“Dream on

Dream until your dream come true. “

Steven Tyler

DEDICO

A minha querida mãe Eliana, por não medir esforços e investir tudo em minha educação e de meu irmão.

Aos meus pais, Eliana e José César, exemplos de caráter e resiliência, pelo suporte, incentivo, amor incondicional e por lutarem ao meu lado incansavelmente.

Aos meus avós (*in memoria*) João, Teresina e Auristela, e tia Dolores (*in memoria*) pelo amor, cuidado e proteção.

Ao meu irmão Hugo e minha tia Aparecida, por sempre torcerem pela minha vitória, acreditarem na minha capacidade, e pelo auxílio nos momentos difíceis.

Aos meus sobrinhos Davi e Arthur, pela alegria e renovação que suas vidas trouxeram para minha.

Toda minha gratidão e amor por ter vocês em minha vida!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida e por não deixar faltar nada em nenhum momento, por cuidar de cada detalhe, por colocar pessoas maravilhosas em meu caminho, e por essa jornada repleta de aprendizagem.

Aos meus pais Eliana e César, por todo amor, cuidado e dedicação. Por nunca desistirem da luta apesar de todas as dificuldades, por passarem privações para dar o melhor para seus filhos, por serem exemplos de caráter e perseverança, por compreenderem minhas ausências. Devo tudo a vocês. Amor e gratidão.

Ao meu amor, Ney, pelo companheirismo, por enxugar minhas lágrimas e me segurar nos momentos em que eu me via sem forças. Obrigada por suportar meus estresses e dias difíceis, me abraçar e afirmar que os dias difíceis iriam passar, por fazer de minha luta a sua luta e permanecer sempre ao meu lado e cuidar de mim com tanto cuidado. Obrigada por me dar o meu melhor presente, Maria Zuri, que me salva todos os dias e me dá forças para continuar. Te amo.

Ao meu irmão Hugo, cunhada Márcia, e sobrinhos Davi e Arthur, por serem essa família linda que sempre me apoiou e esteve do meu lado, que renovaram minhas forças em todos os poucos momentos que pude estar presente fisicamente.

A minha tia Cida, madrastras Leila e Luiza, por cuidarem dos meus pais em minha ausência, pelas orações e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus tios Nivaldo (*in memoria*), Vicente, Lazinha e Adelzia, primos Mariana, Fabiano, Elizabeth e Leonardo e madrinha Nilva, pelas orações e por torcerem pela minha vitória.

Aos meus amigos João e Edleusa, que me deram todo suporte no início da minha vida acadêmica e sempre torceram por minha vitória. Sou muito grata por tanto.

A minha grande amiga/irmã Raiza que passou todos os momentos durante a pós-graduação ao meu lado. Deus não poderia ter escolhido uma companheira melhor para dividir alegrias, angústias, casa, laboratório, academia, inglês, caixa de chocolate, cachorra, livros, entre outras coisas. Obrigada por estar sempre ao meu lado em todos os momentos e me ensinar tanto todos os dias. Te amo.

A minha amiga/irmã Fabíola, ao André, Ana e Matheus, por ser família, por me acolherem sempre, pela preocupação, apoio, torcida e mesmo de longe se fazem presentes em minha vida em todas as etapas.

Ao meu grande mestre Prof. Dr. Gilberto agradeço todas as oportunidades, desenvolvimento pessoal e profissional que me proporcionou, ensinamentos, direcionamento, como também a todos do grupo GEPNutRi. Meu agradecimento se estende a todo corpo docente da UFU, por todas as experiências vividas e ensinamentos, onde iniciou a construção profissional de quem eu sou hoje.

A minha orientadora de mestrado Izabelle, por fazer parte dessa jornada, pela relação que construímos e todas as trocas, pela paciência, confiança e ensinamentos. Meu agradecimento se estende ao grupo Cabritolândia e todos seus membros, em especial Amélia, Bruno, Márcia e Prof. Kléber que me acolheu com muito carinho durante o mestrado e me ensinaram tanto.

A minha coorientadora de mestrado e amiga Carla Härter, pelos ensinamentos, apoio, carinho, preocupação e cuidado.

Ao meu orientador Prof. Ricardo, por todo suporte, paciência, ensinamentos, confiança, ajuda e por acreditar em minha capacidade. Sou muito grata por todo caminho que percorremos e não tenho palavras para agradecer. Obrigada por tanto.

Ao meu coorientador Carlos, por toda ajuda e disponibilidade, paciência, ensinamentos, pela amizade, conselhos e muito mais. Sou muito grata por ter percorrido esse caminho comigo e toda nossa troca.

A minha banca de qualificação, composta pela Profa. Márcia, Prof. João Daniel, Prof. Carlos e Prof. Gustavo, pelas sugestões, que foram essenciais para a melhoria desse trabalho.

A minha banca de defesa, composta pela Profa. Márcia, Profa. Naiara, Profa. Juliana e Prof. João Carlos, por aceitarem essa missão e por toda contribuição.

Ao meu grupo UnespFor, Luiz Gustavo, Débora, Mariane, Carol Corrêa, Abmael, Ana Luiza, Vânia, Carol, Letícia, Nathália, Andressa, Karine, Rhaony, Erick, Vanessa, Francisco, Gilmar, Camila, Yuri, Matheus, Izabela, Profa. Ana, e todos os demais membros, estagiários, funcionários, como também agradeço a Aline Spaggiari, Cíntia Carol, Clebson, Yury, Kênia, Paloma, Rayanne, Sergio e Larissa, eu aprendi muito com cada um de vocês e vou levá-los sempre em meu coração. Obrigada pelo acolhimento e toda a troca, pela ajuda nos experimentos e análises. Eu não teria conseguido sem a ajuda de vocês.

A minha amiga Jéssica Gervásio por toda ajuda com todas as análises, mesmo que a distância, conselhos, correções, por todo apoio e troca que tivemos, e por nunca largar minha mão.

Minha amiga Letícia Marra, por todo apoio, risadas, troca, consolo, sororidade.

Meu amigo Marcelo Gindri, pela ajuda e consultoria estatística, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, por todos os ensinamentos e por ser exemplo de resiliência e perseverança, por acreditar junto comigo.

Minhas amigas Débora, Mariane e Carol, por ser meu apoio, sempre estar ao meu lado, por toda ajuda, companheirismo, colo, abraço, e tudo que vivemos juntas.

As minhas amigas de graduação Luana, Paola, Bruna, Jeane, Izabel, Érica e Miriã, e minhas amigas de colegial Fabíola, Bruna, Ana Laura e Luciana por sempre estarem ao meu lado, me dando forças para continuar, me incentivando e torcendo pela minha vitória. Amo vocês!

As “donas da casa”, minha segunda família, primeiramente a Claudênia e a Flávia por me acolherem com tanto carinho e cuidar, apoiar e estar comigo em todos os momentos. Posteriormente, Raiza, Maria Clara, Stefany, Cíntia, kétuly, Roberta e todos os estagiários que aqui passaram, pela palavra amiga, compreensão, ajuda e todos os momentos que passamos juntas.

A minha querida amiga Izabel e sua mãe Tuniquinha, por ser lar, pelo acolhimento, amor, cuidado, risadas, conselhos, momentos maravilhosos e por fazer o melhor arroz com pequi que existe.

A minha família de Ibitiúva, Dona Maria, Ana Elisa, Dominique, Ana Maria, Silvana, Denilson, Diony e Lucas por todo amor, preocupação, acolhimento, os jogos de dominó e os divertidos domingos.

A minha amiga Joelma e sua família, por toda torcida, acolhimento, carinho e cuidado comigo.

A minha amiga Nina por todo cuidado e amor, conversas, puxões de orelha, conselho e risadas.

A Edilene e toda equipe Field, pela amizade, apoio, troca de conhecimento, paciência e cuidado. Todos os professores da Field que tive oportunidade de ser aluna me ensinaram tanto e parte do meu crescimento pessoal e profissional é graças a

dedicação de cada um deles. Sou muito grata por tudo que a Field me proporcionou e por todo suporte oferecido.

Aos padrões da minha mãe, Weverton e Elisângela, Flávio e Roberta, pela torcida e apoio em toda essa caminhada, e por não nos deixar faltar nada.

A Unesp Jaboticabal, juntamente com a cidade de Jaboticabal, que me acolheram de uma forma aconchegante e me deram um lar.

A todos os funcionários, porteiros, seguranças, em especial Seu Tião, Juninho, Ana Paula Sader, Lucas, a Greice da EsalqLab e os funcionários da seção técnica de pós-graduação, sempre solícitos, prontos para ajudar, meus mais sinceros agradecimentos.

Ao CNPq pela bolsa concedida, e a FAPESP pelo financiamento do projeto, sem esse apoio financeiro não seria possível realizar esse projeto da maneira com que foi realizado.

A todos que diretamente ou indiretamente auxiliaram e torceram para que eu conseguisse vencer mais essa etapa, minha gratidão eterna. Obrigada!



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



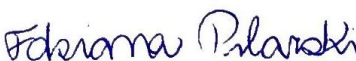
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Efeito do estágio de maturidade, inoculante bacteriano e processamento do grão de milho sobre a qualidade da silagem de milho"**, protocolo nº 017453/18, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 06 de dezembro de 2018.

Vigência do Projeto	01/02/2019 a 01/07/2019
Espécie / Linhagem	Ovina
Nº de animais	52
Peso / Idade	20- 65kg
Sexo	Macho
Origem	FCAV- UNESP

Jaboticabal, 06 de dezembro de 2018.


Profª Drª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

EFEITO DO PROCESSAMENTO, INOCULANTE BACTERIANO E TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE A QUALIDADE DA SILAGEM DA PLANTA INTEIRA DE MILHO

RESUMO – Objetivou-se avaliar o impacto da utilização de processador de grãos, inoculação bacteriana e tempo de armazenamento, e suas interações sobre a fermentação, estabilidade aeróbia, características nutricionais e físicas da silagem de milho. Adicionalmente, avaliou-se a inoculação de silagem de milho com *Lentilactobacillus buchneri* armazenada por 360 dias no desempenho de cordeiros. Assim foram conduzidos três estudos: sendo o primeiro e segundo estudo realizados para avaliar o efeito do processamento e inoculação com *L. buchneri*, respectivamente, sobre o processo fermentativo, composição química, características físicas e degradabilidade *in situ* (DIS) da MS e amido de silagens de milho armazenadas por diferentes tempos. Com o terceiro estudo pode-se avaliar os efeitos da inoculação bacteriana de silagem de milho armazenadas por 360 dias e seus efeitos sobre o desempenho de ovinos terminados no confinamento. Nos estudos 1 e 2, os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, como medidas repetidas no tempo, sendo que no estudo 1 foi considerado o efeito de processamento (sem e com utilização de processador de grãos na ensilagem) e sua interação com o tempo de armazenamento. No estudo 2 foi considerado o efeito de inoculação (sem e com utilização de *L. buchneri* CNCM I-4323 em uma concentração de 1×10^5 ufc / g de forragem na ensilagem) e sua interação com o tempo de armazenamento. Já o estudo de desempenho, foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, utilizando dois tratamentos (sem e com utilização de *L. buchneri* CNCM I-4323 em uma concentração de 1×10^5 ufc / g de forragem na ensilagem). Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (SAS® Studio, SAS Institute Inc., Cary, NC). Em todos os testes, médias foram comparadas pelo teste Tukey e diferenças significativas foram consideradas a 5% de probabilidade. No estudo 1, a proporção de FDN, FDA, lignina e carboidratos solúveis (CS), foram maiores quando se utilizou o processador de grãos no momento da ensilagem. Já o NNP, amido e prolamina foram menores quando se utilizou o processador. As proporções de MM, FDN e FDA diminuíram com o tempo de armazenamento, diferentemente do NNP o qual aumentou. No ácido butírico e NNH_3 , houve interação entre processamento e tempo de armazenamento. O etanol, 1,2 propanodiol e ácido acético não foram afetados pelo processamento. O ácido láctico foi maior quando se utilizou o processador de grãos no momento da ensilagem, já os valores de ácido propiônico, pH, perdas de MS e produção de efluentes foram menores. O tempo de armazenamento não interferiu nos valores de etanol, pH e produção de efluentes, contudo, a proporção de 1,2 propanodiol, ácido láctico, acético e propiônico, e perdas de MS foram afetadas. Na temperatura máxima houve interação entre processamento e tempo de armazenamento. A estabilidade aeróbia (EA), ADITE e perdas de MS durante o tempo de estabilidade (PMSE), não diferiram entre os processamentos de grãos (uso ou não). Por outro lado, todas essas variáveis apresentaram diferenças quando avaliado em relação ao tempo de armazenamento. Houve interação entre processamento e tempo de armazenamento nas proporções retidas na peneira de 8 e 4 mm. O KPS, a peneira de 19 mm e o fundo foram afetadas pelo tipo de processamento utilizado durante a ensilagem. A utilização ou não de processador de grãos na ensilagem resultou em maior DIS do amido (12h), contudo

o tempo de armazenamento não afetou essa variável. A DIS da MS (12h), DIS da MS (24h) e a DIS do amido (24h) não apresentaram diferenças quando comparadas quanto ao tipo de processamento, tempo de armazenamento e a interação desses fatores. Conclui-se que a utilização do processador de grãos na ensilagem aumentou o KPS, melhorou a DIS do amido (12h) e a qualidade fermentativa da massa ensilada. As variáveis relacionadas com estabilidade aeróbia das silagens apresentaram melhores resultados em tempos mais prolongados de armazenamento. No estudo 2, nas proporções de NNP e CS houve interação entre inoculação e tempo de armazenamento. A MS, FDN, Lignina, PB, amido e prolamina não foram afetadas pelo uso de inoculante. O tempo de armazenamento não interferiu na lignina, PB e prolamina. As proporções de MM, FDN e FDA diminuíram ao longo do tempo de armazenamento, enquanto as proporções de amido aumentaram. O etanol não foi afetado pela inoculação, assim como os valores de pH, NNH_3 , perdas de MS e produção de efluentes. Contudo, o 1,2 propanodiol, o ácido láctico, o ácido acético e o ácido propiônico, foram maiores e o ácido butírico menor quando se utilizou *L. buchneri* como inoculante na ensilagem. O tempo de armazenamento não interferiu nos valores de etanol, 1,2 propanodiol, ácido láctico, ácido acético e NNH_3 . Contudo, o ácido propiônico, ácido butírico, pH, perdas de MS e produção de efluentes foram afetadas quando armazenadas por diferentes tempos. Na EA e ADITE houve interação entre a inoculação e o tempo de armazenamento. A temperatura máxima e PMSE, não diferiram entre os tratamentos. Por outro lado, essas variáveis apresentaram diferenças quando avaliado em relação ao tempo de armazenamento. O KPS e as proporções retidas nas peneiras de 19, 8, 4 mm e fundo não foram afetadas pelo tempo de armazenamento. A DIS da MS (12h), apresentou interação entre o tempo de armazenamento e a inoculação. Na DIS da MS (24h) e na DIS do amido (24h) observamos diferenças nos tempos diferentes de armazenamento, contudo, a inoculação não afetou essas variáveis. A inoculação e o tempo de armazenamento não afetaram a DIS do amido (12h). Conclui-se que o tempo mais prolongado de armazenamento melhorou a DIS (24 h) da MS e amido. As variáveis relacionadas com a estabilidade aeróbia responderam positivamente ao tratamento utilizando inoculante até os 150 dias de armazenamento, após 150 dias de armazenamento a utilização ou não de *L. buchneri* foi indiferente considerando essas variáveis. A inoculação com *L. buchneri* na ensilagem melhorou a qualidade fermentativa da massa ensilada. No estudo 3, não foram encontradas diferenças na composição química das silagens de milho armazenadas por 360 dias, utilizando ou não *L. buchneri* como inoculante no momento da ensilagem. Igualmente, o consumo de nutrientes, ganho de peso médio diário, eficiência alimentar, rendimento de carcaça e as perdas por resfriamento dos cordeiros durante o confinamento, não apresentaram diferenças estatísticas. Já dentre os produtos da fermentação, os valores de 1,2 propanodiol, ácido acético e propiônico foram maiores quando se utilizou *L. buchneri* como inoculante, e menores no ácido butírico e N-NH_3 . Conclui-se que a inoculação com *L. buchneri*, aliada ao longo tempo de armazenamento, modificou o padrão fermentativo das silagens, contudo essas mudanças não foram suficientes para alterar o consumo de matéria seca e de nutrientes pelos cordeiros, como também não afetou o desempenho.

Palavras-chave: características nutricionais, degradabilidade *in situ*, estabilidade aeróbia, KPS, *Lentilactobacillus buchneri*, processo fermentativo

EFFECT OF PROCESSING, BACTERIAL INOCULANT AND STORAGE TIME ON WHOLE PLANT CORN SILAGE QUALITY

RESUMO – The objective was to evaluate the impact of using a grain processor, bacterial inoculation and storage time, and their interactions on fermentation, aerobic stability, nutritional and physical characteristics of corn silage. Additionally, the inoculation of corn silage with *Lentilactobacillus buchneri* stored for 360 days on the performance of lambs was evaluated. Thus, three studies were conducted: the first and second studies were to evaluate the effect of processing and inoculation with *L. buchneri*, respectively, on the fermentation process, chemical composition, physical characteristics and *in situ* degradability (ISD) of DM and starch from corn silages stored for different times. In the third study, it was possible to evaluate the effects of bacterial inoculation of corn silage stored for 360 days and the results on the performance of sheep finished in feedlots. The studies 1 and 2, were made in a completely randomized design, with repeated measures in time. In study 1, the processing effect (with and without the use of a grain processor in the ensilage) and its interaction with storage time were evaluated. In study 2, the inoculation effect (with and without the use of *L. buchneri* CNCM I-4323 at a concentration of 1×10^5 cfu / g of forage in the ensilage) and its interaction with storage time were evaluated. The performance study was made in a completely randomized design, using two treatments (without and with the use of *L. buchneri* CNCM I-4323 at a concentration of 1×10^5 cfu / g of forage in the ensilage). Data were analyzed using the SAS MIXED procedure (SAS® Studio, SAS Institute Inc., Cary, NC). In all tests, means were compared using the Tukey test and significant differences were considered at 5% probability. In study 1, the proportions of NDF, ADF, Lignin and soluble carbohydrates (SC) were higher when the grain processor was used at the time of ensiling. On the other hand, NNP, starch and prolamin were lower when the processor was used. The proportions of MM, NDF and ADF decreased with storage time, unlike NNP which increased. In butyric acid and NH_3 , there was interaction between processing and storage time. Ethanol, 1,2 propanediol and acetic acid were not affected by processing. Lactic acid was higher when the grain processor was used at the time of ensiling, while the values of propionic acid, pH, DM losses and effluent production were lower. The storage time did not affect the values of ethanol, pH and effluent production, however, the proportion of 1,2 propanediol, lactic, acetic and propionic acid, and DM losses were affected. At maximum temperature, there was an interaction between processing and storage time. Aerobic stability (AS), ADITE and DM losses during stability time (DMLS) did not differ between grain processing (use or not). On the other hand, all these variables showed differences when evaluated in relation to storage time. There was interaction between processing and storage time in the proportions retained in the 8-mm and 4-mm sieve. KPS, 19-mm sieve and bottom were affected by the type of processing used during ensiling. The use or not of a grain processor in the silage resulted in higher starch ISD (12h), however the storage time did not affect this variable. DM ISD (12h), DM ISD (24h) and starch ISD (24h) did not show differences when compared with regard to the type of processing, storage time and the interaction of these factors. It is concluded that the use of the grain processor in the silage increased the KPS, improved the ISD of the starch (12h) and the fermentative quality of the ensiled mass. The variables related to aerobic stability of silages showed better results in longer storage times. In study 2, in the

proportions of NNP and SC, there was an interaction between inoculation and storage time. DM, NDF, Lignin, CP, starch and prolamin were not affected by inoculant use. Storage time did not affect lignin, CP and prolamin. The proportions of MM, NDF and ADF decreased over time of storage, while the proportions of starch increased. Ethanol was not affected by inoculation, as well as pH values, NNH₃, DM losses and effluent production. However, 1,2 propanediol, lactic acid, acetic acid and propionic acid were higher and butyric acid was lower when *L. buchneri* was used as inoculant in silage. Storage time did not affect the values of ethanol, 1,2 propanediol, lactic acid, acetic acid and NNH₃. However, propionic acid, butyric acid, pH, DM losses and effluent production were affected when stored for different times. In AS and ADITE, there was an interaction between inoculation and storage time. The maximum temperature and DMLS did not differ between treatments. On the other hand, these variables showed differences when evaluated in relation to storage time. KPS and proportions retained on 19, 8, 4 mm and bottom sieves were not affected by storage time. DM ISD (12h) showed interaction between storage time and inoculation. In DM ISD (24h) and starch ISD (24h) were observed differences in different storage times, however, inoculation did not affect these variables. Inoculation and storage time did not affect starch ISD (12h). It was concluded that the longer storage time improved the ISD (24 h) of DM and starch. The variables related to aerobic stability responded positively to the treatment using inoculant up to 150 days of storage, after 150 days the use or not of *L. buchneri* was indifferent considering these variables. Inoculation with *L. buchneri* in the silage improved the fermentative quality of the ensiled mass. In study 3, no differences were found in the chemical composition of corn silages stored for 360 days, using or not *L. buchneri* as inoculant at the time of ensiling. Also, during feedlots the consumption of nutrients, daily weight gain, feed efficiency, carcass yield and losses due to cooling of lambs did not show statistical differences. Among the fermentation products, the values of 1,2 propanediol, acetic and propionic acid were higher when using *L. buchneri* as inoculant, and lower in butyric acid and N-NH₃. It was concluded that the inoculation with *L. buchneri*, combined with the long storage time, modified the fermentation pattern of the silages, however these changes were not enough to alter the dry matter and nutrients intake by the lambs, but also did not affect performance.

Keywords: nutritional characteristics, in situ degradability, aerobic stability, KPS, *Lentilactobacillus buchneri*, fermentation process

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1.1 Introdução

A silagem de milho representa a principal fonte de volumoso na alimentação do rebanho leiteiro e de bovinos confinados no Brasil (Bernardes & Rêgo, 2015; Silvestre & Millen, 2021), e de bovinos leiteiros em todo o mundo (Ferraresso et al., 2017). Sabe-se que a principal fonte de energia deste volumoso é proveniente de carboidratos não fibrosos, destacadamente do amido presente nos grãos, bem como da fração fibrosa potencialmente digestível (Allen et al., 1997). No entanto, os híbridos de milho comercializados no país são basicamente do tipo flint (Pereira et al., 2004).

Híbridos flint são largamente utilizados por apresentarem maior resistência a condições ambientais adversas e ataque de pragas e doenças, porém, o grão de milho destes híbridos possui maior resistência ao ataque dos microrganismos ruminais devido à maior proporção de endosperma vítreo comparado com os híbridos dentados (Philippeau et al., 1999), reduzindo a digestibilidade do amido (Correa et al., 2002). Desta maneira, a busca por estratégias que melhorem a eficiência de utilização da silagem de milho e da fração amido visando otimizar a produção animal se faz necessária.

Estudos têm apontado que o processamento de grãos na ensilagem (Bal et al., 2000; Johnson et al., 2003; Salvati, 2019), a utilização de inoculantes bacterianos (Hu et al., 2009; Saylor et al., 2020) e o tempo de armazenamento da silagem (Daniel et al., 2015; Der Bedrosian et al., 2012; Hoffman et al., 2011; Hristov et al., 2020) podem alterar o processo fermentativo e podem ter efeito direto sobre a disponibilidade do amido. De maneira geral, as hipóteses associadas a cada um dos fatores de forma isolada e descritas acima para aumentar a disponibilidade do amido atualmente são bem aceitas. Contudo, muitas dúvidas ainda existem quando consideramos a interação entre o processamento de grãos, inoculação bacteriana e tempo de armazenamento, e os resultados atuais se mostram controversos.

Embora esteja elucidado que o *Lentilactobacillus buchneri* possa atuar em tempos prolongados de fermentação e o mesmo poderia alterar o processo fermentativo (Kleinschmit & Kung, 2006) e, conseqüentemente, melhorar a

digestibilidade do amido e também da matéria seca – MS (Salvo et al., 2013), estudos conduzidos com silagem de milho reportaram que não houve qualquer efeito deste microrganismo de forma isolada (Filya, 2003; Rabelo et al., 2017) ou associado às bactérias ácido-láticas homofermentativas (Junges et al., 2015) sobre as variáveis citadas acima.

A utilização de máquina automotriz equipada com sistema de rolos esmagadores, tem mostrado resultados promissores em relação ao aumento da digestibilidade do amido, devido ao processo de picagem onde ocorre a quebra uniforme dos grãos do milho, o que reduz o tamanho da partícula desses grãos e facilita o acesso aos microrganismos (Bal et al., 2000; Cooke; Bernard, 2005; Johnson et al., 2003, Salvati, 2019). Por outro lado, há poucos estudos mostrando como a utilização de um maquinário acoplado a colhedora, que quebra os grãos durante o processo de picagem da planta de milho, afeta as variáveis relacionadas à qualidade das silagens produzidas em condições tropicais, utilizando híbridos flint, assim como a sua interação com tempo de armazenamento.

4.5 Conclusões

A inoculação das silagens de milho com *L. buchneri*, aliada ao longo tempo de armazenamento, modificou o padrão fermentativo das silagens, contudo essas mudanças não foram suficientes para alterar o consumo de matéria seca e de nutrientes pelos cordeiros, como também não afetou o desempenho.

4.6 Referências Bibliográficas

AOAC - Association of official analytical chemist (1996) **Official methods of analysis**. 16th edition. AOAC International, Washington, D.C: Association of Official Analytical Chemists.

Basso FC, Rabelo, CHS, Lara EC, Siqueira GR, Reis RA (2018) Effects of *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788 and forage: Concentrate ratio on the growth performance of finishing feedlot lambs fed maize silage. **Animal Feed Science and Technology** 244: 104 - 115.

Bernardes TF, Rêgo AC (2014) Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science** 97: 1852-1861

Daniel JLP, Junges D, Nussio LG (2015) A meta-analysis of the effects of length of storage on starch digestibility and aerobic stability of corn silages. In: XVII International Silage Conference, **Resumos...**Piracicaba, 2015: 306-307.

Der Bedrosian MC, Nestor KE, Kung Jr. L (2012) The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. **Journal of Dairy Science** 95: 5115-5126.

Detmann, E.; Souza, M. A.; Valadares Filho, S. C.; Queiroz, A. C.; Berchielli, T. T.; Saliba, E. O. S.; Cabral, L. S.; Pina, D. S.; Ladeira, M. M.; Azevêdo, J. A. G. (Eds.) **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 214p., 2012.

Driehuis F, Oude Elferink, SJWH, Spoelstra SF, (1999). Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology** 87: 583-594.

Dische, Z. (1962). Color reactions of carbohydrates. In: Methods in carbohydrate chemistry, Vol. 1 (Whistler, R. L. & Wolfrom, M. L. (Eds)). **Academic Press**, New York and London, 478-512.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2021) Clima e solo. Embrapa Milho e Sorgo. **Sistema de Produção**, 1. 8ª edição. ISSN 1679-012X.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 412p. ISBN: 85-7383-056-5.

Ferraretto LF, Shaver RD, Luck BD (2017). Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. **Journal of Dairy Science** 101: 3937-3951.

Ferreira G, Mertens DR (2005) Chemical and Physical Characteristics of Corn Silages and Their Effects on In Vitro Disappearance. **Journal of Dairy Science** 88: 4414–4425.

Hall MB (2009) Analysis of starch, including malto oligosaccharides in animal feeds: a comparison of methods and a recommended method for AOAC collaborative study. **Journal – Association of Official Analytical Chemists** 92:42-49.

Hoffman PC, Esser NM, Shaver, R.D, Coblenz W, Scott MP, Bodnar AL, Schmidt R, Charley B. (2011) Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of Dairy Science** 94: 2465-2474.

Hristov AN, Harper MT, Roth G, Canale C, Huhtanen P, Richard TL e DiMarco K (2020) Effects of ensiling time on corn silage neutral content fiber degradability and relationship between laboratory fiber analyses and in vivo digestibility. **Journal of Dairy Science** 103: 2333-2346.

Hu W, Schmidt RJ, McDonnell EE, Klingerman CM, Kung Jr L (2009) The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. **Journal of Dairy Science** 92: 3907-3914.

Jobim CC, Nussio LG (Eds.) (2013) Princípios Básicos da Fermentação na Ensilagem. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos recursos forrageiros**. Jaboticabal, 649p.

Kleinschmit, DH, Kung Jr L. The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage during various stages of ensiling. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 3999-4004, 2006.

Kung LJr., Grieve DB, Thomas JW, Huber JT (1984) Added ammonia or microbial inoculant for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science** 67, 299–306.

Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology** 57: 347-358.

Nellis SE, Hoffman PC, Shaver RD (2013) Technical note: a modified method to quantify prolamin proteins in dry and high-moisture. **Journal of Dairy Science** 96: 4647–4652. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6575>

National Research Council – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants. Sheep, goats, cervids and New World camelids.** National Academy Press, Washington, DC. 2007. 384p.

Rabelo CHS, Basso FC, Lara EC, Jorge LGO, Harter CJ, Mesquita LG, Silva LFP, Reis RA (2017) Effects of *Lactobacillus buchneri* as a silage inoculant and as a probiotic on feed intake, apparent digestibility and ruminal fermentation and microbiology in wethers fed low-dry-matter whole-crop maize silage. **Grass and Forage Science** 1:1 - 11.

Rossi LG (2020) **Impacto do estágio de maturidade, do uso de inoculante bacteriano e do tempo de armazenagem sobre a qualidade da silagem de milho.** Tese (doutorado) 98p. – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

Salvo PAR, Basso FC, Rabelo CHS, Oliveira AA, Sader AP, Casagrande DR, Berchielli TT, Reis RA (2013) Características de silagens de milho inoculadas com *Lactobacillus buchneri* e *L. plantarum*. **Archivos de Zootecnia** 62:1 – 12.

Saylor BA, Casale F (2020) Effect of microbial inoculation and particle size on fermentation profile, aerobic stability, and ruminal in situ starch degradation of high-moisture corn ensiled for a short period. **Journal of Dairy Science** 1:379-395.

Silvestre AM, Millen DD (2021) The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia** 50: e20200189. DOI: 10.37496/rbz5020200189

Soil Survey Staff (2006) **Soil taxonomy: Keys to Soil Taxonomy.** 10ed. US Department of Agriculture (USDA), Natural Resources Conservation Service (NRCS). Government Printing Office, Washington, DC, USA.

Weissbach F, Strubelt C (2008) Correcting the dry matter content of maize silages as a substrate for biogas production. **Landtechnik** 63: 82–83.

Weinberg ZG, Muck RE, Weimer PJ, Chen Y, Gamborg M (2004) Lactic acid bacteria used in inoculants for silage as probiotics for ruminants. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Clifton, v. 118, p. 1-9.