

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTO DA INOCULAÇÃO BACTERIANA NA QUALIDADE
DA SILAGEM DE MILHO E NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS
EM CONFINAMENTO**

**Matheus Mello Silva
Engenheiro Agrônomo**

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**IMPACTO DA INOCULAÇÃO BACTERIANA NA QUALIDADE
DA SILAGEM DE MILHO E NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS
EM CONFINAMENTO**

Discente: Matheus Mello Silva

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis

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

2023

S586i

Silva, Matheus de Mello

Impacto da inoculação bacteriana na qualidade da silagem de milho e na terminação de bovinos em confinamento / Matheus de Mello Silva.

-- Jaboticabal, 2024

61 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Ricardo Andrade Reis

1. Silagem. 2. Desempenho animal. 3. Inoculante. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IMPACTO DA INOCULAÇÃO BACTERIANA NA QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO E NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

AUTOR: MATHEUS MELLO SILVA

ORIENTADOR: RICARDO ANDRADE REIS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia, pela Comissão Examinadora:



Documento assinado digitalmente
RICARDO ANDRADE REIS
Data: 27/06/2023 18:33:09 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

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



Documento assinado digitalmente
JULIANA DUARTE MESSANA
Data: 28/06/2023 18:33:00 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

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



Documento assinado digitalmente
RONDINELI PAVEZZI BARBERO
Data: 27/06/2023 17:47:23 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. RONDINELI PAVEZZI BARBERO (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal / Universidade Federal Rural - Rio de Janeiro/RJ

Jaboticabal, 27 de junho de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MATHEUS MELLO SILVA – nascido em 14 de outubro de 1996 na cidade de São Paulo, São Paulo. Iniciou o curso de graduação em Agronomia na Universidade Brasil, em Fernandópolis, São Paulo, em fevereiro de 2015. Durante a graduação foi bolsista de iniciação científica e participou da coordenação do grupo de estudos e pesquisa. Em março de 2020 ingressou no mestrado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – Unesp, Jaboticabal-SP, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e proteção concedidas ao longo desta jornada, permitindo-me trilhar meu caminho até aqui.

À minha mãe, Eliane, meu mais profundo reconhecimento. Obrigado por acreditar em mim e, acima de tudo, por me trazer ao mundo. Sou imensamente grato pela sua dedicação, pelo exemplo de renúncia e por abrir mão de seus próprios desejos para que eu pudesse alcançar os meus. Você me deu educação, valores e o incentivo necessário para me tornar um homem batalhador e um profissional dedicado.

Aos meus avós, João e Dilva, que sempre estiveram presentes e desempenharam um papel fundamental na minha formação. Cada conselho, ensinamento e demonstração de amor foram pilares no desenvolvimento do meu caráter e da pessoa que sou hoje. Obrigado por nunca medirem esforços para me apoiar em todas as fases da vida.

Ao meu tio, Wilson, que sempre foi um exemplo dentro do nosso círculo familiar. Seu trabalho incansável, dedicação e determinação são inspirações para mim. Obrigado por ser um modelo de homem batalhador e por tudo que fez por mim.

Ao meu orientador, Dr. Ricardo Andrade Reis, deixo minha mais sincera gratidão. Obrigado por acreditar no meu potencial e confiar a mim a condução deste experimento. Seus ensinamentos e orientações moldaram não apenas meu trabalho acadêmico, mas também a pessoa e o profissional que sou hoje. As reuniões intensas, os puxões de orelha e as discussões construtivas foram essenciais para alcançar muitos dos meus objetivos. Obrigado por ser um verdadeiro mentor.

Aos membros da banca, Dr. Juliana Messana e Dr. Rondinelli Barbero, meu mais sincero agradecimento. Suas contribuições enriqueceram este trabalho com detalhes valiosos e fundamentais.

Ao Dr. Abmael Cardoso, meu agradecimento especial. Sua confiança e incentivo ao meu crescimento acadêmico foram indispensáveis. Em breve, estaremos juntos nos EUA, dando continuidade ao nosso trabalho como pesquisadores.

Ao meu grande companheiro de lida durante o mestrado, Anderson Firmino —

carinhosamente apelidado por mim de “Big Anderson” ou “Big Johnson” —, meu muito obrigado. Sua experiência foi um alicerce nos momentos de estresse, e sua parceria tornou as vitórias ainda mais especiais. Obrigado por fazer parte desta história!

Ao Lucas (Bagrão), meu braço direito durante o experimento, deixo minha gratidão. Foram muitos vagões misturados, manejos realizados e coletas feitas lado a lado. Sua dedicação e parceria foram excepcionais. Somos uma dupla imbatível, e é um privilégio poder contar com você até hoje.

Ao meu amigo e companheiro de trabalho, Junior Ferrari, não tenho palavras para expressar minha gratidão. Foram muitas as ligações sobre cochos quebrados, bebedouros vazando e bois destruindo as cordoalhas das baias e o curral. No entanto, também compartilhamos momentos de felicidade e muitas risadas. Obrigado pela sua ajuda e, principalmente, por sua amizade ao longo destes anos.

Agradeço imensamente a Izabela, que foi minha companheira nos melhores e nos piores momentos — e foram muitos piores momentos, rrsrs! Sua participação neste trabalho e na minha vida é uma dádiva. Tornei-me uma pessoa melhor ao longo desses anos, e grande parte disso é graças a você. Obrigado por tudo, sempre! Não sei o que seria de mim sem você.

Aos meus colegas de pós-graduação, meu muito obrigado. Em especial, Andressa (Caninha), Natalia (Fiona), Guilherme (Matias) e Fernando (Onga), vocês me ensinaram muito, e sou grato por tudo que fizeram por mim.

Ao time Dream Team Corn Silage, Luis Rossi (Belo), Marina e Felipe (Knastra), meu agradecimento especial. Marina, em particular, obrigado por ensinar as metodologias e passar tantas horas comigo ajudando nos minisilos.

Aos estagiários do grupo UNESPFOR, minha sincera gratidão. Sem o empenho e a colaboração de vocês, nada disso seria possível. Vocês foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

Aos funcionários da FEPE, pelo auxílio durante os experimentos e a ensilagem dos materiais, meu muito obrigado. Em especial ao Sr. Arnaldo Ferrari, que com sua atenção aos detalhes me ensinou a importância de um trabalho cuidadoso na cobertura do silo. Também agradeço ao Uanderson (Taturana), supervisor de agropecuária da FEPE. Obrigado, meu amigo, pelos conselhos, pela ajuda — seja no pensar ou na força bruta. Você é fera, mestre!

A FAPESP, Processo nº 2018/21568-9 e CAPES pela concessão da bolsa e financiamento para realização do trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta caminhada. Cada gesto, palavra de incentivo e apoio recebido tiveram um impacto imensurável em minha trajetória.

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

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução	1
1.2. Revisão da literatura.....	3
1.2.1. Silagem de milho	3
1.2.2. Particularidades da silagem Brasileira.....	5
1.2.2.1. Milho Flint	5
1.2.2.2. Perspectivas futuras da silagem de milho	6
1.2.3. Inoculante Bacteriano.....	7
1.2.3.1. <i>Lentilactobacillus buchneri</i>	10
1.2.3.1.1 Generalidades e mecanismo de ação	10
1.2.3.1.2 Influencia do <i>L. buchneri</i> no ganho de peso dos bovinos.....	11
1.2.3.1.3 Estabilidade Aeróbia	12
1.2.3.1.4 Perdas de matéria seca.....	13
1.2.4 Terminação de bovinos em confinamento.....	13
1.3 Referências	14
CAPÍTULO 2 – IMPACTO DA INOCULAÇÃO BACTERIANA NA QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO E NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO	23
2.1 Introdução	25
2.2 Material e métodos.....	28
2.2.1 Tratamentos e processo de ensilagem.....	28
2.2.1 Análises químicas.....	29
2.2.1.1 Ácidos graxos de cadeia curta, Nitrogênio amoniacal e pH	29
2.2.1.2 Análises bromatológicas	30
2.2.3 Desempenho animal e dietas	31
2.2.4 Abate e avaliação de carcaças	33
2.2.5 Delineamento e análises estatísticas.....	33
2.3 Resultados e discussão.....	34
2.4 Conclusões.....	43
2.5 Referências	44

IMPACTO DA INOCULAÇÃO BACTERIANA NA QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO E NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

Resumo- Com o crescimento do rebanho bovino brasileiro e a baixa oferta de forragem no período seco, a fim de fugir das intempéries climáticas e buscando a valorização da arroba na entressafra, foi observado o aumento do número de animais confinados. A silagem de milho é o principal volumoso do rebanho bovino confinado, desta forma a busca por informações sobre esse volumoso se faz necessário no atual cenário. Estudos sobre o uso do *Lentilactobacillus buchneri*, são disponíveis na literatura, contudo há necessidade de estudos sobre os efeitos do período de armazenamento e sua relação com o processo fermentativo, composição química da silagem de milho e desempenho animal. O experimento foi conduzido durante a fase de terminação de bovinos, utilizando 36 tourinhos anelados, com peso médio inicial (PMI) de 380 kg, submetidos aos seguintes tratamentos: T1- controle (silagem sem inoculante), T2- silagem inoculada com *L. buchneri* (1×10^5 ufc/g de forragem) e T3- silagem inoculada com *L. buchneri* (5×10^5 ufc/g de forragem), ensilados com aproximadamente 34% de MS, e as silagens foram armazenadas durante 200 dias. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (Doses de inoculantes) e quatro repetições (bacias). Os objetivos do estudo foram avaliar o efeito de doses de *L. buchneri* sobre a qualidade da silagem de milho e desempenho de tourinhos nelore. Não ocorreram efeitos significativos da inoculação das silagens com *L. buchneri* sobre a qualidade, consumo e desempenho animal. Entretanto, observou-se aumento nos teores de ácido acético nas silagens inoculadas com altas doses de *L. buchneri*, resultando em menores perdas durante o desabastecimento dos silos.

Palavras-chave: forragem conservada, ganho de peso, desempenho animal, *L. buchneri*.

IMPACT OF BACTERIAL INOCULATION ON THE CORN SILAGE QUALITY IN BEEF CATTLE FINISHING IN FEEDLOT

ABSTRACT: With the growth of the Brazilian cattle herd and the low feed supply in dry season, the number of animals in feedlot systems increases annually. Corn silage is the main forage source used in feedlot cattle herd, so the search for information about the forage supply is necessary in the current scenario. Studies related to *Lentilactobacillus buchneri* are available in the literature, however little is known about the effects of the storage period and its relationship with the fermentation process, chemical composition of corn silage and animal performance. The experiment was carried out during the finishing phase of cattle, using 36 young bulls, with an average initial body weight (PMI) of 380 kg, fed with the following treatments T1- control (silage without inoculant), T2- silage inoculated with *L. buchneri* (1×10^5 cfu/g of forage) and T3- silage inoculated with *L. buchneri* (5×10^5 cfu/g of forage), all the treatments ensiled with approximately 34% DM, silos opening occurred after 200 days of storage. The experiment was carried out in a completely randomized design (DIC) with 3 treatments (Doses of inoculants) and 4 replications (pen). The objectives of the study were to evaluate the effect of inoculation with *L. buchneri* on the nutritive value of corn silage and different doses of inoculant on animal performance. There were no significant effects of silage inoculation with *L. buchneri* on quality, intake and animal performance. However, an increase in acetic acid levels was observed in silages inoculated with high doses of *L. buchneri*, resulting in lower losses during silage utilization in the feedlot.

Keywords: forage conservation, average daily gain, animal performance, *L. buchneri*.

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho bovino superior a 197,8 milhões de cabeças, dos quais, 41,96 milhões de animais foram abatidos, resultando em 10,62 milhões de toneladas de equivalente de carcaça, onde apenas 16,58% foram provenientes de animais confinados (ABIEC, 2024), o que demonstra um grande potencial de crescimento da cadeia de produção de animais confinados.

Em 2019, o Brasil atingiu seu maior pico de abates de animais provenientes de confinamento, totalizando 7,2 milhões de cabeças, desde então, esse número varia ano a ano, que no ano de 2023, foram abatidas 6,96 milhões de cabeças confinadas (ABIEC, 2024).

As práticas modernas de confinamento de bovinos evoluem para uma utilização estratégica, permitindo a redução das taxas de lotação das pastagens nas fazendas, evitando o baixo desempenho durante o período seco, quando animais mantidos a pasto apresentam menor potencial de ganho de peso devido à redução da oferta e da qualidade da forragem (Reis et al., 2005, 2009). Visando minimizar os efeitos da estacionalidade da produção de forragem, Reis et al. (2008) sugeriram o confinamento dos animais nesse período.

Os confinamentos brasileiros vêm adotando dietas com maior teor energético, como demonstrado por um levantamento técnico realizado em confinamentos no Brasil, que também destacou que as inclusões de volumoso nas dietas variam de 35% a 7,17% da MS total, com uma média de 16,8% (Silvestre & Millen, 2021). Esse valor sofreu uma redução expressiva na última década, passando de 28,8% para o atual, representando uma queda de aproximadamente 42% na inclusão de volumoso em dietas de confinamento (Millen et al., 2009).

A produção eficiente de volumosos, como a silagem de milho, permite maior inclusão desses ingredientes nas dietas de confinamento, ocasionando na redução de custos, que com a melhora da sua qualidade, e redução de perdas durante a produção e utilização, diminui-se a necessidade do uso de concentrados (Oliveira Filho, 2015; Reis et al., 2005).

A silagem de milho é a principal fonte de volumoso na alimentação de rebanhos leiteiros e de bovinos de corte confinados no Brasil (Silvestre & Millen, 2021), representando cerca de 57% de todo o volumoso utilizado (Bernardes & Castro, 2019). A principal fonte de energia da silagem de milho está nos carboidratos não fibrosos presentes no amido dos grãos (Allen et al., 1997), o que torna necessário avaliar estratégias que aumentem a eficiência de uso desses nutrientes nas dietas de bovinos confinados, embora existam características intrínsecas da planta que podem limitar essa utilização.

De acordo com Pereira et al. (2004), a maioria dos híbridos de milho comercializados, e mais de 90% do milho utilizado na alimentação de animais confinados no Brasil são do tipo Flint Oliveira & Millen (2014), que apresenta maior resistência a patógenos, pragas e condições ambientais adversas, no entanto, esses híbridos, possuem maior proporção de endosperma vítreo, o que dificulta o acesso dos microrganismos ruminais, prejudicando a digestibilidade do amido (Philippeau et al., 1999; Correa et al., 2002).

A utilização de inoculantes bacterianos, além de reduzir perdas durante a ensilagem, tem mostrado efeitos positivos sobre o processo fermentativo e a disponibilidade de amido (Der Bedrosian et al., 2012; Windle et al., 2014; Hu et al., 2009), podendo alterar características bromatológicas e de digestibilidade das silagens (Rabelo et al., 2014).

A combinação entre o tempo de armazenamento e a adição de inoculantes bacterianos, especialmente o *Lentilactobacillus buchneri* (bactéria ácido-lática heterofermentativa), pode influenciar o conteúdo dos produtos finais da fermentação e a disponibilidade de amido em silagens armazenadas por períodos prolongados (acima de 120 dias) (Yin et al., 2023). Segundo Kleinschmit & Kung (2006), essa hipótese é sustentada pelo aumento progressivo da concentração de 1,2-propanodiol (produto do metabolismo do ácido lático pelo *L. buchneri*) e do nitrogênio amoniacal devido ao período de armazenamento, resultando na hidrólise da matriz proteica dos grãos pelas proteases da planta e por microrganismos, resultando em maior disponibilidade do amido no silo, bem como no rumen dos animais.

Pesquisas posteriores indicam que o aumento da disponibilidade de amido se deve à degradação das zeínas hidrofóbicas pela atividade proteolítica intensificada

durante o armazenamento prolongado, como observado em silagens de grãos úmidos de milho (Hoffman et al., 2011). Com o processo fermentativo estabilizado entre 2 a 6 semanas após a ensilagem (Pahlow et al., 2003), foi observado o aumento nas concentrações de proteína solúvel, nitrogênio amoniacal e na digestibilidade do amido nas silagens em função do maior tempo de armazenamento (Daniel et al., 2011; Windle et al., 2014; Der Bedrosian et al., 2014).

A interação entre a inoculação bacteriana e condições de produção em climas tropicais no Brasil Central tem sido pouco explorada. Portanto, é necessária a adoção de técnicas eficientes que aprimorem a utilização da silagem de milho e da fração de amido, visando à otimização da produção animal. Com isso, a hipótese deste estudo é que a inoculação com *L. buchneri* na silagem de milho, irá reduzir as perdas quando considerado quantidade e qualidade, o que influenciará no desempenho dos animais confinados alimentados com essa silagem, fazendo com que haja maiores ganhos.

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito de doses de inoculante bacteriano (*L. buchneri*) na silagem de milho sobre o consumo de MS, digestibilidade aparente, eficiência alimentar e ganho de peso de bovinos terminados em confinamento.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1 Silagem de milho

A ensilagem é um método de conservação de forragem que permite a produção e armazenamento de alimentos para utilização em períodos de escassez ou baixa oferta e qualidade do pasto sendo que no Brasil, a silagem de milho é amplamente utilizada em sistemas de produção de leite e carne bovina, fornecendo uma fonte de energia e nutrientes essenciais para o crescimento, reprodução e produção dos animais (Nussio et al., 2018).

A silagem de milho representa cerca de 57% de todo o volumoso utilizado nos sistemas de produção de bovinos no Brasil (Bernardes e Castro, 2019). Esse fato pode ser explicado pela composição bromatológica da planta, que atende aos principais requisitos para a confecção de silagens de alto valor nutritivo, sendo influenciada pelo ponto de colheita, que deve ter o teor de matéria seca (MS) entre 30% e 35%, no

mínimo 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e a capacidade de promover uma fermentação microbiana que resulte em alta produção de ácido láctico (Nussio et al., 2001).

O milho (*Zea mays*) é uma das principais culturas forrageiras e matéria prima para a produção de silagem no Brasil, devido à sua alta produtividade e valor nutritivo, que podem variar de acordo com as diversas cultivares de milho disponíveis no mercado brasileiro, sendo mais comum a utilização dos híbridos simples, duplos e triplos, que apresentam diferentes características, como precocidade, resistência a doenças e pragas, e capacidade de produção de matéria seca (Rocha et al., 2016).

O manejo da lavoura de milho para ensilagem envolve práticas como preparo do solo, adubação, irrigação, controle de pragas e doenças, colheita a sazonalidade que tem influência na época de semeadura que varia conforme a região do Brasil, sendo que a maior parte é semeada entre setembro e dezembro, devido às condições climáticas favoráveis (Carvalho et al., 2018).

A colheita do milho para ensilagem deve ocorrer quando o grão atinge o estágio de maturação ideal da planta, geralmente com 30% a 40% de matéria seca, para garantir o melhor aproveitamento dos nutrientes (Bernardes et al., 2017), seguido pelo processamento que consiste em colher e picar a planta inteira, incluindo grãos, folhas, talos e espigas, em partículas uniformes, que são compactadas e armazenadas em silos (Santos et al., 2021).

Os silos podem ser de diferentes tipos, como trincheira, bolsa ou superfície e aéreos, cada um possuindo vantagens e desvantagens, além dos fatores como disponibilidade de espaço, custo, tamanho da propriedade e quantidade de silagem que influenciam na escolha da estrutura de armazenamento (Ferraz et al., 2019).

A compactação e a vedação são etapas cruciais no processo de ensilagem, pois influenciam na qualidade da silagem e na sua conservação ao longo do tempo, que quando feitas de forma adequada reduz a presença de oxigênio, favorecendo a fermentação, evita a entrada de ar e a contaminação por microrganismos aeróbios (Zanine et al., 2016).

A qualidade da silagem de milho é influenciada por diversos fatores, como estágio de maturidade, manejo do cultivo, processamento, armazenamento, composição química que geralmente inclui carboidratos solúveis, como açúcares e o

amido, além de proteínas, extrato etéreo, fibras e minerais, valor nutritivo que depende principalmente do teor de matéria seca, das proporções das frações fibrosa e de amido nos grãos, e da digestibilidade dos componentes não fibrosos e da fibra (Rodrigues et al., 2017).

1.2.2 Particularidades da silagem Brasileira

1.2.2.1 Milho Flint

O milho Flint é uma variedade com grãos duros, que apresenta uma camada externa espessa e resistente, o que confere maior resistência a condições adversas de clima, solo, bem como de pragas e doenças, característica vantajosa em áreas com condições de estresse hídrico, como as regiões semiáridas (Bolaños & Edmeades, 1996). Estudos têm mostrado que o milho Flint apresenta maior tolerância à seca do que outras variedades, como o dentado (Magorokosho et al., 2007).

Híbridos Flint são largamente utilizados por apresentarem maior tolerância a condições ambientais adversas e ataque de pragas e doenças, porém, os grãos de milho destes híbridos possuem 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) o que enfatiza a importância de buscar 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 mais recentes (Loučka et al., 2018), compararam o efeito do tempo de armazenamento dos híbridos de milho, dentados e duros (Flint), porém em condições de clima temperado (hemisfério norte) e com maior tempo de armazenamento foi de 120 dias.

De maneira geral, sabe-se que com o avanço da maturidade da planta há um aumento na vitreosidade e densidade dos grãos de milho, ao passo que a digestão do amido é reduzida, o que é sensivelmente agravado em híbridos flint quando comparados aos dentados (Correa et al., 2002; Szasz et al., 2007; Windle et al., 2014). Além disso, observa-se maior complexidade da interação entre a matriz proteica

(zeínas hidrofóbicas classificadas como prolamina) e os grânulos de amido em plantas mais maduras comparativamente àquelas colhidas com maior umidade no estágio de desenvolvimento mais precoce (Hoffman et al., 2011).

Em comparação com outras variedades de milho, o milho Flint apresenta maior teor de amido, contribuindo para um maior valor energético na silagem), além de maior teor de proteína bruta (PB) (Cone et al., 1996). Entretanto, sua vitriosidade concede maior resistência à degradação ruminal do amido que pode resultar em menor produção de ácidos graxos voláteis (AGVs) ruminais e, conseqüentemente, menor disponibilidade de energia para os animais (Hoffman et al., 2011).

Além dos aspectos citados, a robustez do grão do milho Flint torna mais difícil e até inadequado, o processamento durante a colheita e o preparo da silagem, ocasionando na redução da eficiência da degradação ruminal do amido e, conseqüentemente, a qualidade da silagem (Rooke & Hatfield, 2003), influenciando negativamente também no custo e no tempo necessários para o processo em seu todo, quando comparado com outras variedades de milho.

1.2.2.2 Perspectivas futuras da ensilagem do milho

O uso de silagem de milho na pecuária brasileira pode contribuir para a sustentabilidade do setor, uma vez que promove a utilização eficiente dos recursos naturais, como terra, água e nutrientes, e reduz a dependência de insumos externos, como concentrados e suplementos, ajudando a mitigar os impactos ambientais da pecuária, como emissões de gases de efeito estufa, através da adoção de práticas agrícolas sustentáveis e manejo adequado da silagem e a integração de culturas (Ribeiro et al., 2020).

A melhoria contínua da qualidade da silagem de milho no Brasil depende da adoção de tecnologias e práticas agrícolas apropriadas que inclui o uso de cultivares de milho mais produtivas e adaptadas às condições locais, a aplicação de técnicas de manejo integrado de pragas e doenças, e a implementação de sistemas de irrigação eficientes o que demanda que a capacitação dos produtores rurais seja essencial para garantir a adoção dessas práticas e a sustentabilidade da produção de silagem de milho (Cruz et al., 2021).

A integração lavoura-pecuária é uma estratégia de produção sustentável que pode maximizar o aproveitamento dos recursos naturais e aumentar a eficiência produtiva dos sistemas agrícolas e pecuários no Brasil que associada a produção de silagem de milho que pode ser integrada com outras culturas, como a soja, o sorgo e o capim, diversifica a oferta de alimentos para os animais e promove a reciclagem de nutrientes no solo contribuindo diretamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa e a conservação da biodiversidade (Balbinot et al., 2018).

Pesquisas no Brasil demonstram que inoculantes microbianos e aditivos na ensilagem de milho melhoram a qualidade e a estabilidade aeróbica das silagens, embora sua eficácia dependa da composição química da forragem, condições de ensilagem e manejo dos silos pós abertura (Mendonça et al., 2019).

1.2.3 Inoculante bacteriano

A utilização de inoculantes microbianos na produção de silagem visa melhorar a qualidade e a estabilidade da silagem, preservando o valor nutritivo e reduzindo as perdas durante o processo de ensilagem e na fase de desabastecimento dos silos (Kung Jr. et al., 2018).

Os inoculantes microbianos são formulações contendo bactérias e/ou leveduras vivas, selecionadas por sua capacidade de melhorar a fermentação e a estabilidade aeróbica da silagem (Weinberg & Muck, 1996). Entre as principais espécies utilizadas como inoculantes estão *Lentilactobacillus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus* e *Saccharomyces* (Muck, 2010).

Os inoculantes microbianos oferecem várias vantagens na produção de silagens, incluindo:

1. Aumento da qualidade nutricional da silagem, devido à produção de ácidos orgânicos, como ácido láctico, propiônico e ácido acético, que reduzem o pH e inibem o crescimento de microrganismos indesejáveis (Weinberg & Muck, 1996; Muck, 2010).
2. Redução das perdas de matéria seca durante a ensilagem, uma vez que os inoculantes promovem uma fermentação mais rápida e eficiente (Kung Jr. et al., 2018).

3. Melhoria da estabilidade aeróbica da silagem, graças à produção de ácido acético e propiônico, que inibem o crescimento de fungos e leveduras (Muck, 2010).

Apesar de suas vantagens, o uso de inoculantes microbianos também apresenta algumas desvantagens:

1. O custo associado à compra e aplicação dos inoculantes pode ser alto, especialmente em comparação com a ensilagem natural (Kung Jr. et al., 2018).

2. A eficácia dos inoculantes pode variar de acordo com as condições ambientais, a qualidade da forragem e o manejo da ensilagem (Muck, 2010).

Os inoculantes microbianos desempenham papel fundamental no controle do processo de fermentação na ensilagem. As bactérias homofermentativas, como *Lactiplantibacillus plantarum* e *Pediococcus acidilactici*, convertem açúcares solúveis em ácido láctico, reduzindo rapidamente o pH da silagem e criando um ambiente hostil para o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídios e enterobactérias (Dunière et al., 2013; Driehuis et al., 1999). Por outro lado, as bactérias heterofermentativas, como *Lentilactobacillus buchneri* e *Levilactobacillus brevis*, produzem ácido acético, além do ácido láctico, contribuindo para a estabilidade aeróbica da silagem (Kleinschmit & Kung, 2006).

Os inoculantes microbianos podem melhorar a digestibilidade da silagem através da produção de enzimas, como celulasas e hemicelulasas, que degradam as paredes celulares das plantas e aumentam a disponibilidade de nutrientes (Arriola et al., 2011)

A estabilidade aeróbica é um fator importante na qualidade da silagem, pois influencia a quantidade de perdas de matéria seca e de nutrientes durante o armazenamento, desabastecimento e a alimentação dos animais. Os inoculantes heterofermentativos, como *L. buchneri*, são capazes de produzir ácido acético, ácido propiônico e ácido butírico, que têm propriedades antimicrobianas e inibem o crescimento de fungos e leveduras, melhorando a estabilidade aeróbica da silagem (Kleinschmit & Kung, 2006; Ogunade et al., 2018).

A eficácia dos inoculantes microbianos também pode ser influenciada pelas

condições locais, como o clima, o solo e a flora microbiana natural da forragem (Muck, 2010). Portanto, a seleção e a aplicação de inoculantes microbianos adaptados às condições locais podem ser uma estratégia importante para melhorar a qualidade da silagem, a combinação de diferentes espécies e cepas de microrganismos em um único inoculante pode fornecer uma solução mais robusta e adaptável às variações nas condições de ensilagem (Dunière et al., 2013).

Algumas pesquisas têm explorado a combinação de diferentes espécies e cepas de microrganismos em inoculantes, buscando sinergias que possam melhorar ainda mais a qualidade da silagem. Como exemplo, a combinação de bactérias homofermentativas e heterofermentativas que podem resultar em uma fermentação mais rápida e eficiente, bem como melhor estabilidade aeróbica da silagem (Arriola et al., 2011). Além disso, a combinação de bactérias e leveduras, como *Saccharomyces cerevisiae*, pode promover a degradação de compostos indigestíveis, como fibras e lignina, aumentando a digestibilidade da silagem e fornecendo benefícios adicionais, como a produção de metabólitos que melhoram a saúde e a produtividade do gado (Albuquerque et al., 2020).

Para garantir a eficácia dos inoculantes microbianos na silagem de milho, é importante considerar alguns aspectos práticos, como:

1. Taxa de aplicação: a quantidade de inoculante aplicada deve ser suficiente para promover uma rápida fermentação e redução do pH da silagem (Muck, 2010). A aplicação de taxas muito baixas pode resultar em uma competição desfavorável com a microbiota natural e, portanto, comprometer a eficácia do inoculante.
2. Condições de armazenamento: os inoculantes microbianos devem ser armazenados adequadamente, geralmente em temperaturas baixas e longe da luz direta, para garantir a viabilidade e atividade dos microrganismos (Muck, 2010).
3. Momento da aplicação: a aplicação do inoculante deve ser feita durante a ensilagem, para garantir o contato adequado com a forragem e permitir que os microrganismos comecem a fermentação assim que a forragem for armazenada (Dunière et al., 2013).

Em síntese, o uso de inoculantes microbianos na silagem de milho tem o

potencial de preservar significativamente a qualidade e melhorar a estabilidade da silagem, proporcionando benefícios nutricionais e econômicos para os produtores (Muck, 2010). A seleção e aplicação adequadas dos inoculantes são fundamentais para garantir sua eficácia, e pesquisas futuras devem continuar a explorar novas combinações e formulações de inoculantes, bem como abordagens para otimizar sua aplicação nas diversas condições de ensilagem (Muck, 2010; Dunière et al., 2013).

1.2.3.1 *Lentilactobacillus buchneri*

1.2.3.1.1 Generalidades e mecanismo de ação

Lentilactobacillus buchneri é uma bactéria heterolática, ácido-láctica gram-positiva e anaeróbia facultativa, que tem sido amplamente estudada por sua capacidade de melhorar a qualidade e a estabilidade aeróbica da silagem (Liu et al., 2019). É uma bactéria que produz ácido láctico, ácido acético, etanol e dióxido de carbono durante a fermentação (Wang et al., 2020), conhecida por sua habilidade de utilizar ácido láctico e glicose, produzindo ácido acético o que resulta em uma silagem com maior estabilidade aeróbica e menor crescimento de fungos e leveduras (Dunière et al., 2017).

Essas características tornam essa bactéria ideal para a produção de silagem com maior estabilidade aeróbica e menor crescimento de microrganismos deterioradores (Ogunade et al., 2018). O *L. buchneri* é uma bactéria resistente ao calor e pode ser encontrada em vários ambientes, como alimentos fermentados, produtos lácteos e silagem (Reis et al., 2021). Essa bactéria tem sido amplamente utilizada como aditivo na ensilagem em todo o mundo, devido à sua eficácia comprovada na melhoria da estabilidade aeróbica da silagem (Basso et al., 2012; Rabelo et al., 2018; Andrade, 2022; Rossi et al. 2023a).

A produção dos ácidos láctico e acético ocorrem através de uma via metabólica conhecida como "heterofermentação" (Wang et al., 2020). Durante esse processo, *L. buchneri* utiliza o ácido láctico e glicose como substrato e o converte em ácido acético, etanol e dióxido de carbono, o que resulta em uma silagem com menor teor de ácido láctico e maior teor de ácido acético, proporcionando um ambiente menos favorável

para o crescimento de microrganismos deterioradores na presença de oxigênio (Duniere et al., 2017).

Além disso, *L. buchneri* também pode produzir compostos antimicrobianos, como bacteriocinas, que podem inibir o crescimento de outros microrganismos indesejáveis na silagem (Reis et al., 2021).

A aplicação de *L. buchneri* na silagem de milho tem sido amplamente estudada e comprovada como uma estratégia eficaz para preservar a qualidade e a estabilidade aeróbica da silagem (Ogunade et al., 2018). Diversos estudos têm demonstrado que a adição de *L. buchneri* na silagem de milho pode reduzir a perda de matéria seca, preservar a qualidade nutricional e aumentar a estabilidade aeróbica da silagem (Reis et al., 2021; Wang et al., 2020).

1.2.3.1.2 Influência de *Lentilactobacillus buchneri* no ganho de peso dos ruminantes

A inoculação de silagens de milho com *Lentilactobacillus buchneri* tem sido associada a um aumento o desempenho produtivo dos animais, principalmente no ganho de peso (Arriola et al., 2011; Daniel et al., 2015; Bernardes et al., 2017; Ferrero et al., 2019) em virtude de suas propriedades benéficas, como a melhoria da estabilidade aeróbica, preservando a qualidade da silagem, resultando em maior eficiência energética e melhorias no perfil nutricional (Basso et al., 2014)

Rabelo et al. (2017) e Andrade (2022) não encontraram efeito probiótico significativo com o uso de *L. buchneri*, mas observaram que sua aplicação modificou o processo fermentativo no silo, melhorando a qualidade da silagem, proporcionando alguns benefícios para a fermentação ruminal. Por outro lado, Basso et al. (2018) identificaram um aumento no consumo e um maior ganho de peso em cordeiros alimentados com dietas contendo silagens inoculadas com *L. buchneri*, especialmente quando a inclusão de concentrado na dieta era baixa, este comportamento também foi encontrado em Rossi et al., (2023b) onde silagens inoculadas proporcionaram maior consumo comparada as não inoculadas, contudo não foram evidenciados maiores ganhos de peso diário dos cordeiros.

1.2.3.1.3 Estabilidade Aeróbia

A estabilidade aeróbica da silagem é crucial para prevenir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como leveduras e bolores, que podem comprometer a qualidade da silagem e levar a perdas quantitativas e nutricionais no desabastecimento dos silos (Holzer et al. 2003; Kleinschmit et al. 2005).

A quantificação do aumento da estabilidade aeróbia promovida pelo *L. buchneri* é medida há muitos anos, Driehuis e colaboradores em 1999, relataram a redução do crescimento de leveduras e bolores na silagem de milho, melhorando a estabilidade aeróbica em até 2-3 dias. Vale ressaltar que dentro da grande dispersão geográfica brasileira e em função da pequena janela de colheita, é muito comum o encontro de diferentes teores de MS da forragem no momento da ensilagem, contudo dentro destas variações foi comprovado a eficiência do *L. buchneri* em aumentar a estabilidade aeróbica de silagens produzidas com diferentes teores de umidade (Pitt et al. 2012; Zwietering et al. 2017), pode se destacar que em silagens com maior umidade é notório os efeitos benéficos do *L. buchneri* no aumento da estabilidade aeróbica (Huisden et al. 2009)

A utilização de diferentes concentrações na utilização de *L. buchneri* também pode interferir nos resultados sobre estabilidade aeróbica, sendo a dose mínima recomendada de 10^5 UFC/g de forragem fresca, doses inferiores a esta não possuem efeitos adicionais a estabilidade aeróbica (Ranjit & Kung, 2000)

Em condições adversas a estabilidade aeróbica pode sofrer interferências ambientais, em altas temperaturas e umidade espera-se a quebra mais rápida da estabilidade aeróbica, entretanto o uso de *L. buchneri* mesmo nestas situações desafiadoras foi possível encontrar resultados de melhoria na estabilidade aeróbica (Huisden et al. 2009; Schmidt et al. 2010) fato este consolidado através da eficiência na conversão do ácido láctico em ácido acético e 1,2-propanodiol, o que aumenta a resistência à deterioração aeróbica (Zwietering et al. 2017).

Knicky e Spörndly (2011) examinaram os efeitos da aplicação de *L. buchneri* na silagem de milho armazenada em sistemas de ensilagem convencionais e em bolsas plásticas. Os autores observaram que a estabilidade aeróbica melhorou em ambos os sistemas de armazenamento quando *L. buchneri* foi aplicado, com

resultados mais notáveis no sistema de ensilagem em bolsas plásticas.

Graf et al. (2018) examinaram o efeito de *L. buchneri* em combinação com outros aditivos, como *L. plantarum*, na estabilidade aeróbica da silagem de milho. Os autores descobriram que a combinação de *L. buchneri* e *L. plantarum* melhorou a estabilidade aeróbica da silagem em comparação com a adição de apenas o *L. buchneri*.

1.2.3.1.4 Perdas de matéria seca

A adição de *L. buchneri* na ensilagem de milho pode ser benéfica para a redução das perdas de matéria seca (MS) (Kleinschmit & Kung, 2006). Além disso, a sua utilização na ensilagem de milho resulta em redução de até 61% no crescimento de leveduras e 42% no crescimento de bolores, levando a uma redução de 30% nas perdas de matéria seca (Ogunade et al. 2018).

Parvin et al. (2010) investigaram a eficácia de várias cepas de *L. buchneri* na redução das perdas de MS em silagem de milho. Os resultados indicaram que a adição de *L. buchneri* melhorou a recuperação de nutrientes durante o processo de ensilagem, levando a menor perda de MS e maior eficiência na utilização de forragem pelos animais.

Além disso, a adição de *L. buchneri* também pode ajudar a minimizar a perda de MS após o processo de abertura e retirada da silagem (Kung et al., 2003). Pesquisas mostram que o uso de *L. buchneri* pode diminuir a quantidade de leveduras e fungos presentes na silagem durante a abertura e retirada, reduzindo assim a perda de MS e otimizando a qualidade da silagem fornecida aos animais (Muck, 2010).

1.2.4 Terminação de bovinos em confinamento

A terminação de bovinos de corte em confinamento é uma prática amplamente utilizada na pecuária moderna, visando ao aumento da produtividade e qualidade da carne (Owens et al., 2015).

O confinamento de bovinos no Brasil é uma prática utilizada há décadas e tem ganhado cada vez mais espaço na produção de carne bovina do país (Abiec, 2024),

que consiste em manter bovinos ou outros ruminantes em um espaço restrito, onde são alimentados com dietas balanceadas onde recebem cuidados especiais.

De acordo com levantamento realizado pela Ponta (2024) as principais características do confinamento brasileiro atual, consiste em um peso médio de entrada de 378,15 kg, o peso de saída dos animais de 551 kg, o tempo médio de confinamento de 109 dias e o ganho médio diário de 1,59 kg, o rendimento de carcaça médio de 56,50%, produzindo em média 8,115 @ durante o período.

O custo alimentar em 2023 foi responsável por 88,44% dos custos variáveis, o que apresenta uma redução de 2% em relação ao ano de 2022, a arroba produzida no ano de 2023 foi de R\$176,91 com um valor médio de venda de R\$246,61 (Ponta, 2024).

Outro dado importante é o aumento da participação do confinamento na produção total de carne bovina do país. De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (Abiec), em 2023, o confinamento foi responsável pela produção de 6,96 milhões de toneladas de cabeças abatidas, o que representa 16,58% do abate total do país.

1.3 REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report: **Perfil da Pecuária no Brasil (2024)**. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2024-perfil-da-pecuaria-no-brasil/>>.

Albuquerque GAR, Gomes AM, Ferreira MS, Ramos LA, Silva GMP, Bezerra LR (2020) Effects of *Saccharomyces cerevisiae* strains on the fermentation and nutritional value of sugarcane silage. **Animal Feed Science and Technology**, 260:114352.

Allen MS, Oba M, Choi B (1997) Nutritionist's perspective on corn hybrids for silage. In: Silage: Field to feedbunk, Hershey. Proceedings... Ithaca: North-east Regional Agricultural Engineering Service 99: 25-36.

Andrade, MEB (2022) **Efeito do processamento, inoculante bacteriano e tempo de armazenamento sobre a qualidade da silagem da planta inteira de milho**. Tese de doutorado, Unesp/FCAV, Jaboticabal-SP.

Arriola KG, Kim SC, Staples CR and Adesogan AT (2011) Effect of applying bacterial

inoculants containing different types of bacteria to corn silage on the performance of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, 94, 3973–3979.

Balbinot R, Costa NL, Carvalho PCF (2018) Integração lavoura-pecuária: uma estratégia para aumentar a eficiência produtiva e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e pecuários no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 47:1-11.

Basso FC, Adesogan, AT, Lara EC, Rabelo CHS, Berchielli TT, Teixeira IAMA, Siqueira GR, Reis, R.A. (2014) Effects of feeding corn silage inoculated with microbial additives on the ruminal fermentation, microbial protein yield, and growth performance of lambs. **Journal of Animal Science**, 92: 5640 – 5650

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.

Basso, FC, Bernardes, TF, Roth, TP, Lodo, BN, Berchielli, TT, Reis, RA. (2012) Fermentation and aerobic stability of corn silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia (Online)**, v.41, p.1789 - 1794.

Bernardes T, Castro T (2019) Silages and roughage sources in the Brazilian beef feedlots. **Journal of Animal Science**, 97(Supplement 3): 411.

Bernardes TF, Reis RA, Siqueira GR (2017) Silage fermentation updates focusing on the performance of microorganisms. **Journal of Applied Microbiology**, 123:557-573.

Bolaños, J, Edmeades, GO (1996) The importance of the anthesis-silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. **Field crops research**, 48(1), 65-80.

Carvalho BF, Ávila CLS, Bernardes TF (2018) Critical review of the Brazilian research on maize silage. **Ciência Rural**, 48:1-10.

Cone, JW, Van Gelder, AH, Van Schooten, HA, Groten, JAM (2008) Effects of chop length and ensiling period of forage maize on in vitro rumen fermentation characteristics. **Journal of the Royal Netherlands Society for Agricultural Sciences**, Netherland, v. 55, p.155-166.

Correa CES, Shaver RD, Pereira MN, Lauer JG, Kohn K (2002) Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**,

85:3008-3012.

Cruz CD, Magalhães PC, Souza TC (2021) Challenges and prospects for maize breeding in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 21:1-12.

Daniel JLP, Amaral RC, Sá Neto A, Cabezas-Garcia EH, Bispo AW, Zopollatto M, Nussio LG (2015) Corn silage from corn treated with foliar fungicide and performance of feedlot cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 28:314-319.

Daniel, JLP, Zopollatto, M, Nussio, LG (2011) A escolha do volumoso suplementar na dieta de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.261-269.

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.

Driehuis F, Oude Elferink SJWH, van Wijkelaar PG (1999) Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, 54:347-358.

Duniere L, Sindou J, Chaucheyras-Durand F, Chevallier I, Thévenot-Sergentet D (2017) Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. **Animal Feed Science and Technology**, 233:125-136.

Dunière L, Sindou J, Chaucheyras-Durand F, Chevallier I, Thévenot-Sergentet D (2013) Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. **Animal Feed Science and Technology**, 182:1-15.

Ferraz PG, Nussio LG, Mourão GB (2019) Silage production and use in Brazil: A review. **Agricultural Systems**, 176:102678.

Ferrero F, Prencipe S, Spadaro D, Gullino ML, Cavallarin S, Piano S, Tabacco E, Borreani G (2019) Increase in aflatoxins due to *Aspergillus* section *Flavi* multiplication during the aerobic deterioration of corn silage treated with different bacteria inoculate. **Journal Dairy Science**, 102: 1-18.

Graf K, Ulrich S, Idler C, Klocke M (2018) The effect of selected lactic acid bacteria and chemical additives on the fermentation of corn silage. **Journal of Applied Microbiology**, 124:1546-1563.

Hoffman PC, Esser NM, Shaver RD, Coblenz WK, Scott MP, Bodnar AL, Charley RC (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.

Holzer, M, Mayrhuber, E, Danner, H, Braun, R (2003). The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. **TRENDS in Biotechnology**, 21(6), 282-287.

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.

Huisden CM, Adesogan AT, Kim SC, Ososanya T (2009) Effect of applying molasses and propionic acid bacteria on the fermentation quality and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, 92:1174-1182.

Kleinschmit DH, Kung Jr L (2005) A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **Journal of Dairy Science**, 88:3755-3763.

Kleinschmit DH, Kung Jr. L (2006) 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**, 89:3999–4004.

Knicky M, Spörndly R (2011) The ensiling capability of a mixture of sodium benzoate, potassium sorbate, and sodium nitrite. **Journal of Dairy Science**, 94:824-831.

Kung Jr L, Shaver RD, Grant RJ, Schmidt RJ (2018) Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science** 101:4020-4033.

Kung Jr. L, Stokes MR, Lin CJ (2003) Silage additives. In Buxton DR, Muck RE, Harrison JH (Eds.) **Silage Science and Technology**, Agronomy Monograph no. 42. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, p. 305-360.

Liu Q, Wang C, Guo G, Huo WJ, Zhang YL, Pei CX (2019) Effects of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on fermentation, aerobic stability, bacteria diversity and ruminal degradability of ensiled alfalfa. **Grass and Forage Science**, 74:562-572.

Loučka, R, Tyrolová, Y, Jančík, F, Kubelková, P, Homolka, P, Jambor, V. (2018) Variation for In Vivo Digestibility in Two Maize Hybrid Silages. **Czech Journal of Animal Science**, 63(1).

Magorokosho, C. (2007) **Genetic diversity and performance of maize varieties from Zimbabwe**, Zambia and Malawi (Doctoral dissertation, Texas A&M University).

Mendonça AN, Pereira OG, Silva VP, Leão MI (2019) Inoculantes e aditivos para silagens: desafios e perspectivas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 71:643-657.

Millen, DD, Pacheco, RDL, Arrigoni, MDB, Galvyan, ML, Vasconcelos, J T (2009) A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of animal science**, 87(10), 3427-3439.

Muck RE (2010) Silage microbiology and its control through additives. **Rev. Bras. Zootec.** 423 Viçosa, MG. v. 39 (Suplemento especial), p.183-191.

Nussio LG, Schmidt P, Pedroso AF, Sarturi JO, Ribeiro JL (2018) Silage production in Brazil: from harvest to utilization. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 47:1-15.

Nussio LG, Simas JEC, Lima MLM (2001) Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem. In: Milho para a silagem. Piracicaba: FEALQ, p.11-26.

Ogunade IM, Jiang Y, Pech Cervantes AA, Kim DH, Oliveira AS, Vyas D, Adesogan AT (2018) Effects of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoate (HMTBa) and *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability, and microbial communities of alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, 101:1035-1048.

Oliveira, CA, Millen, DD (2014). Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, 197, 64-75.

Oliveira Filho, A. (2015) Cartilha produção e manejo de gado de corte. **Acrimat, KCM editora**, Cuiabá- MT.

Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, Gill DR (2015) The effect of grain source and grain

processing on performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, 73:1-18.

Pahlow G, Muck RE, Driehuis F, Oude Elferink SJWH, Spoelstra SF (2003) Microbiology of ensiling. In Silage Science and Technology, **Agronomy Monograph**, 42, 31-93.

Parvin S, Nishino N, Hattori H (2010) Effects of inoculation of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability and microbial communities in whole crop corn silage. **Grassland Science**, 56:19-25.

Pereira MN, Von Pinho RG, Bruno RGS, Caletine GA (2004) Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. **Scientia Agricola** 61: 358-363.

Philippeau C, Monredon FLDD, Michalet-Doreau B (1999) Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. **Journal of Animal Science**, 77: 238-243.

Pitt RE, Muck RE, Leibensperger RY (2012) A model of aerobic fungal growth in silage. III. Effects of dry matter content and *Lactobacillus buchneri*. **Transactions of the ASABE**, 55(2), 583-592.

Ponta. **Report Confinamento 2023**. Edição 1. Acesso em: junho, 2024.

Rabelo, CHS, Lara, EC, Basso, FC, Härter, CJ, Reis, R A (2018) Growth performance of finishing feedlot lambs fed maize silage inoculated with *Bacillus subtilis* and lactic acid bacteria. The **Journal of Agricultural Science**, 1–9.

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.

Rabelo CHS, Rezende AV, Rabelo FHS, Nogueira DA, Senedese SS, Vieira PF, Bernardes CL, Carvalho A (2014) Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade in vitro. **Ciência Rural** 44:368-373.

Ranjit, NK, Kung Jr, LIMIN (2000) The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, 83(3), 526-535.

Reis TB, Pereira MN, Casagrande DR, Bernardes TF, Roth AP, Rabelo CHS (2021) Bacterial dynamics and silage quality during the fermentation of corn silage inoculated with *Lactobacillus buchneri* or *Lactobacillus hilgardii*. **Grass and Forage Science** 76:33-41.

Reis, RA, Ruggieri, AC, Casagrande, DR, Páscoa, AG (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 147-159.

Reis, RA, Siqueira, GR, Roth, MTP, Roth, APTP (2008) Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas. *Produção e utilização de forragens conservadas*. Masson, Maringá, PR, 9-40.

Reis, RA, Melo, GMP, Bertipaglia, LMA, Oliveira AP (2005). Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES. Anais...Jaboticabal: FUNEP, p. 25-60.

Ribeiro KG, Reis RA, Casagrande DR (2020) Environmental impacts of maize production in Brazil: a comparison between conventional and no-tillage systems. **Journal of Cleaner Production**, 258:120727.

Rocha J, Silva, AL Pereira, MF (2016) Genética e Melhoramento de Plantas. São Paulo: Editora Plantarum.

Rodrigues PHM, Nascimento WG, Packer IU (2017) Nutritional evaluation of corn silages produced in Brazilian farms. **Ciência e Agrotecnologia**, 41:15-22.

Rooke JA, Hatfield RD (2003) Biochemistry of Ensiling. In.: Buxton DR, Muck RE, Harrison JH (Eds.) **Silage Science and Technology**. American Society of Agronomy, Madison 95–140.

Rossi LG, Rabelo CHS, Andrade MEB, Siqueira GR, Vicente EF, Nogueira DA, Reis RA (2023) Feed intake, digestibility, ruminal fermentation, growth performance, and carcass traits of lambs fed corn silage treated with *Lentilactobacillus buchneri* and stored for different times. **ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY**. v.1, p.1.

Rossi, LG, Andrade, MEB, Rabelo, CHS, Siqueira, GR, Vicente, EF, Silva, WL, Silva, MM, Reis, RA (2023) Flint corn silage management: influence of maturity stage, inoculation with *Lentilactobacillus buchneri*, and storage time on fermentation pattern, aerobic stability, and nutritional characteristics. **Frontiers in Microbiology**, v. 14.

Santos FAP, Menezes LM, Bittar CMM (2021) Regulatory framework for feed production and commercialization in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 50:1-9.

Schmidt, P., Rossi Junior, P., Toledo, L. M. D., Nussio, L. G., Albuquerque, D. S. D., & Meduri, B. (2010). Perdas fermentativas e composição bromatológica da entrecasca de palmito pupunha ensilada com aditivos químicos. **Revista brasileira de Zootecnia**, 39, 262-267.

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

Szasz JI, Hunt CW, Szasz PA, Weber RA, Owens FN, Kezar W, Turgeon OA, (2007) Influence of endosperm vitreousness and kernel moisture at harvest on site and extent of digestion of high-moisture corn by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, 85: 2214-2221.

Wang Y, He L, Xing Y, Zhou W, Yang F, Chen X, Zhang Q (2020) Effects of inoculants *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus buchneri* on the fermentation characteristics and microbial communities of corn silage. **Bioresource Technology**, 306:123163.

Weinberg ZG, Muck RE (1996) New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **Microbiology Reviews**, 19:53-68.

Windle MC, Walker N, Kung Jr L. (2014) Effects of an exogenous protease on the fermentation and nutritive value of corn silage harvested at different dry matter contents and ensiled for various lengths of time. **Journal of Dairy Science**, 97: 3053-3060.

Yin, H, Zhao, M, Pan, G, Zhang, H, Yang, R, Sun, J, Yu, Z, Bai, C (2023) Effects of *Bacillus subtilis* or *Lentilactobacillus buchneri* on aerobic stability, and the microbial community in aerobic exposure of whole plant corn silage. **Frontiers in Microbiology**, 14, 1177031.

Zanine, ADM, Bonelli, EA, Souza, ALD, Ferreira, DDJ, Santos, EM, Ribeiro, MD, Geron, LJV, Pinho, RMA (2016) Effects of *Streptococcus bovis* isolated from bovine

rumen on the fermentation characteristics and nutritive value of tanzania grass silage. **The Scientific World Journal**, 8517698.

Zwietering MH, de Jong P, Rombouts FM, van't Riet K (2017) Modeling of the bacterial growth curve. **Applied and Environmental Microbiology**, 56:1875-1881.

CAPITULO 2 - IMPACTO DA INOCULAÇÃO BACTERIANA NA QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO E NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

RESUMO: Com o crescimento do rebanho bovino brasileiro e a baixa oferta de forragem no período seco, a fim de fugir das intempéries climáticas e buscando a valorização da arroba na entressafra, foi observado o aumento do número de animais confinados. A silagem de milho é o principal volumoso do rebanho bovino confinado, desta forma a busca por informações sobre esse volumoso se faz necessário no atual cenário. Estudos sobre o uso do *Lentilactobacillus buchneri*, são disponíveis na literatura, contudo há necessidade de estudos sobre os efeitos do período de armazenamento e sua relação com o processo fermentativo, composição química da silagem de milho e desempenho animal. O experimento foi conduzido durante a fase de terminação de bovinos, utilizando 36 tourinhos anelados, com peso médio inicial (PMI) de 380 kg, submetidos aos seguintes tratamentos: T1- controle (silagem sem inoculante), T2- silagem inoculada com *L. buchneri* (1×10^5 ufc/g de forragem) e T3- silagem inoculada com *L. buchneri* (5×10^5 ufc/g de forragem), ensilados com aproximadamente 34% de MS, e as silagens foram armazenadas durante 200 dias. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (Doses de inoculantes) e quatro repetições (bacias). Os objetivos do estudo foram avaliar o efeito de doses de *L. buchneri* sobre a qualidade da silagem de milho e desempenho de tourinhos nelore. Não ocorreram efeitos significativos da inoculação das silagens com *L. buchneri* sobre a qualidade, consumo e desempenho animal. Entretanto, observou-se aumento nos teores de ácido acético nas silagens inoculadas com altas doses de *L. buchneri*, resultando em menores perdas durante o desabastecimento dos silos.

Palavras-chave: forragem conservada, ganho de peso, desempenho animal, *L. buchneri*.

CHAPTER 2 - IMPACT OF BACTERIAL INOCULATION ON THE CORN SILAGE QUALITY IN BEEF CATTLE FINISHING IN FEEDLOT

ABSTRACT: With the growth of the Brazilian cattle herd and the low feed supply in dry season, the number of animals in feedlot systems increases annually. Corn silage is the main forage source used in feedlot cattle herd, so the search for information about the forage supply is necessary in the current scenario. Studies related to *Lentilactobacillus buchneri* are available in the literature, however little is known about the effects of the storage period and its relationship with the fermentation process, chemical composition of corn silage and animal performance. The experiment was carried out during the finishing phase of cattle, using 36 young bulls, with an average initial body weight (PMI) of 380 kg, fed with the following treatments T1- control (silage without inoculant), T2- silage inoculated with *L. buchneri* (1×10^5 cfu/g of forage) and T3- silage inoculated with *L. buchneri* (5×10^5 cfu/g of forage), all the treatments ensiled with approximately 34% DM, silos opening occurred after 200 days of storage. The experiment was carried out in a completely randomized design (DIC) with 3 treatments (Doses of inoculants) and 4 replications (pen). The objectives of the study were to evaluate the effect of inoculation with *L. buchneri* on the nutritive value of corn silage and different doses of inoculant on animal performance. There were no significant effects of silage inoculation with *L. buchneri* on quality, intake and animal performance. However, an increase in acetic acid levels was observed in silages inoculated with high doses of *L. buchneri*, resulting in lower losses during silage utilization in the feedlot.

Keywords: forage conservation, average daily gain, animal performance, *L. buchneri*.

2.1 INTRODUÇÃO

O rebanho bovino mundial conta com em média 944,14 milhões de cabeças (USDA, 2023). O Brasil possui um rebanho de aproximadamente 197,8 milhões de cabeças (ABIEC, 2024), representando cerca de 10% do rebanho mundial. Segundo a FAO (2019), o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne bovina, abatendo cerca de 41,96 milhões de animais em 2023 e exportando 28,53% da produção de carne (ABIEC, 2024).

Com uma influência crescente na cadeia produtiva da carne, o número de confinadores no Brasil está aumentando anualmente, resultando em 16,58% dos animais abatidos provenientes de confinamentos e apenas 11,72% dos animais abatidos com mais de 36 meses (ABIEC, 2024).

Abater animais durante o período de entressafra permite obter maiores receitas, devido à valorização da arroba (Barbero et al., 2017). Contudo, esse intervalo coincide com a estação seca, que é quando os animais apresentam baixo potencial de ganho de peso devido à escassez de chuvas, comprometendo tanto a oferta quanto a qualidade da forragem (Reis et al., 2009). Para evitar os efeitos da estacionalidade na produção e atender à demanda do mercado da carne e os padrões de qualidade para exportação, observa-se um posicionamento favorável à expansão dos confinamentos no Brasil (Telles et al., 2024).

Um fator significativo na economia dos confinamentos é o custo das dietas, que possui influência direta nos resultados finais, representando até 89% dos custos variáveis, onde 2/3 são destinados aos concentrados, e 1/3 restante aos volumosos (Ponta, 2024).

Segundo levantamento de Bernardes & Castro (2019), as proporções de volumoso e concentrado mais utilizadas no Brasil são de 20:80 por 36% dos confinadores, enquanto outros utilizam proporções de 15:85 e 10:90.

Com o avanço das tecnologias, técnicos e confinadores têm reduzido a oferta de volumoso e aumentado a inclusão de concentrado nas dietas, com a proporção de concentrado por quilo de matéria seca subindo de 58,1% (Millen et al., 2009) até 97,2% (Silvestre & Millen, 2021) garantindo maior nível de energia. A silagem de milho é a principal fonte de volumoso utilizada para alimentação do rebanho bovino tanto de corte quanto de leite no Brasil (Bernardes & Rêgo, 2014; Oliveira & Millen, 2014),

representando cerca de 60% de todo o volumoso utilizado (Bernardes & Castro, 2019).

Com os avanços tecnológicos e o aumento do potencial genético dos animais, bem como a intensificação dos sistemas de produção, a busca por forragens conservadas de maior qualidade tem sido um grande desafio (Paziani et al., 2009).

A silagem é o resultado da fermentação de culturas agrícolas em condições anaeróbicas, onde açúcares são convertidos em ácidos orgânicos por bactérias, reduzindo o pH da massa ensilada e além desses fatores, é essencial usar forrageiras nutritivas e aplicar tecnologias adequadas em cada etapa do processo para garantir alta qualidade do produto resultante (Jobim e Nussio, 2013).

Os inoculantes bacterianos usados na silagem podem ser homofermentativos, que promovem uma rápida fermentação com maior produção de ácido láctico e menores níveis de ácidos acético e butírico, resultando em melhor recuperação de matéria seca e energia, ou heterofermentativos que utilizam ácido láctico e glicose para produzir ácidos acético e propiônico, que controlam fungos e leveduras em ambientes de baixo pH, além de também produzirem etanol e CO₂ (Zopollatto et al., 2009; Checoli, 2015; Siqueira e Bernardes, 2013). Entre os microrganismos que participam da fermentação da silagem estão espécies do gênero *Lentilactobacillus* (*Ex. Lactobacillus*) que são bactérias produtoras de ácido láctico (BAL), e podem ser classificadas em três grupos conforme seu metabolismo (Holzer et al., 2003):

1. Homofermentativas Obrigatórias: com *L. acidophilus*, *L. lactis*, *L. delbrueckii*, *L. helveticus*, *L. salivarius*, *Pediococcus spp.*, *Paralactobacillus spp.* e *Enterococcus faecium*;
2. Heterofermentativas Facultativas: como *L. casei*, *L. curvatus*, *L. plantarum* e *L. sakei*;
3. Heterofermentativas Obrigatórias: como *L. brevis*, *L. buchneri*, *L. fermentum*, *L. reuteri* (*Leuconostocaceae*) e *L. kefir*.

Essas classificações são baseadas nos produtos finais gerados pelas vias fermentativas, sendo homofermentativas (principalmente produzindo ácido láctico) ou heterofermentativas (gerando também etanol, ácido acético e CO₂) (Pahlow et al., 2003; Checoli, 2015).

Os inoculantes que contém *L. buchneri* tem como finalidade a produção de ácido acético, gerando melhoras na estabilidade aeróbica e inibição do crescimento

de leveduras após a abertura do silo (Driehuis et al., 1999). Nos trabalhos de Basso et al. (2012), Salvo et al. (2013), Rabelo et al. (2017) Andrade (2022), Rossi et al. (2023) as silagens com inoculante *L. buchneri* foram mais estáveis quando comparadas com silagem sem inoculante.

A aplicação de inoculantes, que possuem bactérias ácido-láticas como exemplo a *L. plantarum* e *L. buchneri*, favorece a fermentação ao promover uma rápida redução no pH e intensificar a síntese de ácido láctico o que contribuem para menores perdas de matéria seca e maior estabilidade aeróbica da silagem, além de diminuir a formação de nitrogênio amoniacal, o que indica menor degradação proteica, podendo sofrer variações a partir do tipo de inoculante e da forragem utilizada, influenciando nos valores nutricionais finais do alimento (Rodrigues et al., 2004; Pedroso et al., 2000).

Componentes da parede celular, como a hemicelulose, podem ser degradados por ácidos orgânicos e enzimas microbianas, melhorando a digestibilidade da fibra, mas excessos podem causar perdas nutricionais, enquanto o amido, principal fonte de energia na silagem de milho, é convertido em açúcares simples, aumentando a digestibilidade (Ferraretto & Shaver, 2015; Peyrat et al., 2014).

Durante o armazenamento, processos como fermentação residual e atividade microbiana impactam a estabilidade e qualidade da silagem, com a exposição ao oxigênio pode-se ativar microrganismos aeróbicos, como leveduras e fungos, que aquecem a silagem, resultando em perdas significativas de nutrientes e qualidade, que pode ser evitadas com uma boa compactação e vedação dos silos, impedindo a entrada de oxigênio e reduzindo a proliferação de microrganismos indesejáveis, preservando a integridade e os valores nutricionais da silagem (Jobim & Nussio, 2013).

Com base nessas afirmações, o presente experimento teve como objetivo avaliar o efeito de doses de inoculante bacteriano (*Lentilactobacillus buchneri*) na silagem de milho sobre a composição química, consumo de matéria seca, digestibilidade aparente, eficiência alimentar e ganho de peso em bovinos terminados em confinamento.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

As manipulações e testes adotados para a realização do experimento seguiram os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), segundo Protocolo nº 015234/19.

2.2.1 Tratamentos e processo de ensilagem

O experimento foi conduzido na UNESP FCAV localizada em Jaboticabal-SP, o híbrido de milho Impacto Víptera (Syngenta®) foi semeado na área de produção localizada na 21°14' latitude Sul e 48°16' longitude Oeste, com altitude média de 593 metros, declividade 5,8%, apresentando clima Aw de acordo com classificação de Köppen. O solo é classificado como Oxisols (Soil Taxonomy, Ditzler & Ahrens, 2006) com relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

O Híbrido de milho Impacto Víptera (Syngenta®) Flintado foi cultivado para a produção das silagens avaliadas. Durante a safra, a temperatura média atingida foi de 23°C, sendo 37°C a máxima e 12°C a temperatura mínima. A umidade relativa média foi de 78%, sendo a máxima de 100% e a mínima de 23%, e a precipitação média diária foi de 7 mm (Estação de agroclimatológica, Departamento de Ciências Exatas, 2021). Os dados climatológicos apresentaram-se dentro das condições ideais de desenvolvimento da cultura (Embrapa, 2022).

A colheita foi realizada 24 de fevereiro de 2020, com 2/3 da linha de leite no grão (aproximadamente 33% de MS em toda a planta) de forma mecanizada (Automotriz John Deere) visando obter partículas com tamanho médio próximo a 10 mm. Após a colheita, o milho foi ensilado em três silos de superfície com capacidade de 36 t para avaliar os seguintes tratamentos: sem aplicação de inoculante (C-controle) ou com doses de *L. buchneri* CNCM I-4323 nas concentrações LB¹: 1×10^5 e LB⁵: 5×10^5 ufc/g de forragem.

O inoculante foi diluído em água não-clorada e aplicado com pulverizador costal na massa de forragem durante o enchimento do silo superfície, mantendo-se a relação de 5 L por tonelada de forragem. A aplicação foi realizada buscando-se atingir toda a

massa ensilada, realizando-se a inoculação do microrganismo na medida em que a forragem for espalhada pelo silo. A silagem do tratamento controle recebeu a mesma quantidade de água.

A compactação da forragem nos silos foi feita com uma pá carregadeira (modelo Caterpillar 924H, 8.310 kg), em que a mesma espalhou a forragem em camadas pequenas (próximo a 30 cm), realizando-se a compactação da mesma até atingir aproximadamente 600 kg de massa verde/m³.

Posteriormente ao enchimento dos silos, os mesmos foram vedados utilizando-se uma lona dupla face com três camadas de polietileno de baixa densidade e espessura de 200 micras (Electro Plastic, São Paulo, SP, Brasil). Os silos permaneceram fechados por 200 dias de fevereiro a setembro de 2020.

No momento da ensilagem, dez amostras (~300 g) de cada silo foram colhidas e armazenadas a -20°C em freezer para caracterização da composição química da forragem. Os silos foram abertos em 19 de setembro de 2020, amostras (~300 g) de cada silo foram colhidas semanalmente (formando amostras compostas) durante o período de utilização da silagem, de 19 de setembro à 28 de dezembro de 2020, e armazenadas a -20°C em freezer para caracterização química da silagem, bem como dos produtos da fermentação.

2.2.2 Análises químicas

2.2.2.1 Ácidos Graxos de cadeia curta, Nitrogênio amoniacal e pH

Um extrato aquoso contendo 25 g de silagem e 225 mL de água destilada foi preparado (Kung et al., 1984) utilizando um liquidificador Philips Walita (Walita, Varginha, MG, Brasil) misturando por 1 min na configuração mais alta e filtrado em filtros de TNT, para determinar os valores de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). O pH do filtrado foi medido imediatamente por meio de um medidor de pH (modelo MA522, Marconi Laboratory Equipment, Piracicaba, SP, Brasil). O N-NH₃ foi determinado por destilação em aparelho micro-Kjeldahl (AOAC, 1996; método nº. 941.04) e expresso em relação ao N total (N-NH₃/NT).

O extrato aquoso produzido com a silagem foi filtrado e centrifugado a 10.000 × g por 15 minutos a -4°C e posteriormente utilizado na determinação da concentração

dos produtos da fermentação, ácido láctico, AGCC (ácido acético, propiônico e butírico). Para isso, foi utilizado cromatógrafo gasoso com detector de massas (GCMS) (GCMS QP 2010 plus, Shimadzu®, Kyoto, Japan), usando coluna capilar (Stabilwax, Restek®, Bellefonte, USA; 60m, 0,25 mm \varnothing , 0,25 μ m crossbond carbowax polyethylene glycol) e parâmetros analíticos conforme as recomendações do fabricante.

2.2.2.2 Análises Bromatológicas

Após passarem pelo processo de secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, as amostras da planta e das silagens foram moídas em moinho de faca em peneiras de 2mm e 1mm. Para determinação dos teores de MS, as amostras foram secas em estufa a 105 °C por 12 horas (AOAC, 1996; método nº. 930.15).

As amostras moídas no tamanho de partículas de 1 mm foram colocadas em cubeta próprias do equipamento e escaneadas em Espectrômetro de Reflectância Infravermelho Próximo (NIRS) NIR, modelo Foss 5000 Transport near-infrared reflectance (NIRS) (Eden Prairie, MN, EUA) e processadas usando calibrações NIR (WinISI versão 4.6.11, FOSS Analytical A/S, Dinamarca) obtidas através do ESALQLAB com parceria Dairy One Forage Laboratory (Ithaca, NY) para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria natural (MN), proteína bruta (PB), proteína solúvel (PS), proteína bruta insolúvel em detergente neutro (PIND), proteína indigestível em detergente ácido (PIDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Lignina, Amido, carboidratos não fibrosos (CNF), carboidratos solúveis (CS) e estrato etéreo (EE) , sendo os resultados entregues em relatorios completos.

Tabela 1. Características agronômicas da planta de milho antes da ensilagem.

Produção de massa de planta inteira (t MN/ha)	56,6
Produção de massa espigas (ton.MN/ha)	22,05
Produção de massa de planta inteira (t MS/ha)	18,7
Produção de massa espigas (t MS/ha)	09,02
População de plantas por hectare	87.654,32
Plantas por metro linear	03,9
Espigas por metro linear	03,9

Híbrido de milho Impacto Víptera (Syngenta®) Flintado

Tabela 2. Composição química da planta de milho antes da ensilagem.

Composição química (% MS)	C	LB ¹	LB ⁵
MS	36,6	33,5	32,5
MO	96,5	96,4	95,8
MM	3,5	3,6	4,2
FDN	42,5	41,1	43,9
FDA	26,6	24,2	23,7
Hemicelulose	15,9	16,9	20,2
Lignina	3,1	2,8	1,9
PB	9,5	10,4	10,8
Amido	30,3	29,4	29,5
CNF	43,2	42,2	37,9
CS	10,6	11,9	7,9
pH	6,3	6,4	6,15
EE	4,1	4,2	4,5

C: Silagem não inoculada; LB¹: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 1×10^5 cfu/g matéria verde. LB⁵: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 5×10^5 cfu/g matéria verde. MS= matéria seca; MM= matéria mineral; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; PB= proteína bruta, CNF= carboidratos não fibrosos, EE= extrato etéreo.

2.2.3 Desempenho animal e dietas

No período de 19 de setembro a 28 de dezembro de 2020 foram utilizados 36 tourinhos anelados, machos não castrados, com idade inicial de 18 a 20 meses e peso corporal inicial médio de 380 kg. Os animais foram adaptados ao ambiente e às dietas por 14 dias, sendo alojados em curral de confinamento coberto, com baias coletivas construídas em piso de concreto de 42,25 m² (6,5 × 6,5 m), contendo cocho de concreto e bebedouro. Foram utilizadas quatro baias por tratamento, totalizando doze baias contendo três animais.

Durante a fase de adaptação, os animais receberam silagem controle durante a primeira semana, no intuito de adaptar o ambiente ruminal à nova dieta, haja vista que estes animais foram provenientes de recria a pasto. Posteriormente, foi incluído o concentrado na dieta dos animais (20%), aumentando gradativamente ao longo dos dias até atingir a proporção desejada na dieta (60%).

Foram avaliadas três dietas baseadas nas silagens descritas anteriormente: controle (C- silagem sem inoculante), LB¹-silagem inoculada com *L. buchneri* (1×10^5 ufc/g de forragem) e LB⁵ silagem inoculada com *L. buchneri* (5×10^5 ufc/g de forragem). As dietas avaliadas foram compostas de 40% das respectivas silagens e

60% de concentrado (milho moído, farelo de amendoim, ureia e núcleo mineral) (Tabelas 3 e 4) e balanceadas para que os animais pudessem ganhar 1,5 kg/dia (BR-CORTE, 2016).

Os animais foram alimentados *ad libitum* (as sobras foram restringidas em 5% em relação ao total fornecido, no intuito de reduzir a seleção da dieta por parte dos animais) duas vezes ao dia (7:00 e 16:00 horas). As sobras foram pesadas diariamente antes da alimentação pela manhã e a quantidade de alimento fornecida foi ajustada a partir do consumo observado no dia anterior. Amostras da dieta oferecida e sobras foram colhidas semanalmente e estocadas a -20°C para posteriores análises químicas.

Na avaliação da dieta consumida, a cada três dias, foram colhidas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras individualmente, sendo acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer a -20°C. As amostras de cada animal foram agrupadas durante o período experimental formando amostras compostas, sendo posteriormente submetidas às análises laboratoriais.

Para avaliar o ganho de peso, os animais foram pesados no início e ao final do experimento após jejum prévio de 16 horas de sólidos. A eficiência alimentar foi determinada pelo ganho de peso diário dividido pelo consumo de MS.

Tabela 3. Composição das dietas oferecidas aos animais durante o confinamento.

Composição (% MS)	C	LB ¹	LB ⁵
Silagem de milho	40.0	40.0	40.0
Milho moído (Fubá)	48.0	48.0	48.0
Farelo de amendoim	08.5	08.5	08.5
Ureia	00.5	00.5	00.5
Mistura mineral	03.0	03.0	03.0

C: Silagem não inoculada; LB¹: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 1×10^5 cfu/g matéria verde LB⁵: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 5×10^5 cfu/g matéria verde.

Tabela 4. Composição química das dietas oferecidas aos animais durante o confinamento.

Composição química (% MS)	C	LB ¹	LB ⁵
MS	53.03	53.93	52.40
MM	6.47	6.73	6.63
FDN	26.67	27.30	27.83
FDA	15.63	14.90	15.63
Lignina	3.70	3.47	3.53
PB	15.73	14.33	15.83
PIDN	3.83	4.23	3.47
PIDA	1.33	1.07	1.50
Amido	44.87	42.67	43.17
CFN	48.90	49.70	47.70
EE	3.57	3.27	3.43
NDT	73.00	72.67	72.67

C: Silagem não inoculada; LB¹: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 1×10^5 cfu/g matéria verde. LB⁵: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 5×10^5 cfu/g matéria verde. MS= matéria seca; MM= matéria mineral; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; PB= proteína bruta PIDN= proteína insolúvel em detergente neutro, PIDA= proteína insolúvel em detergente ácido, CFN= carboidratos não fibrosos, EE= extrato etéreo e NDT= nutrientes digestíveis totais.

2.2.4 Abate e avaliação das carcaças

Após 114 dias de confinamento, todos os animais foram abatidos no Frigorífico RedBeef localizado em Valentim Gentil - SP. A carcaça de cada animal foi dividida em duas meia-carcaças e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). Após a pesagem, as carcaças foram resfriadas em câmara fria durante 24 horas à 0-4°C e novamente pesadas para obtenção do peso de carcaça fria (PCF). Os rendimentos de carcaça quente foram obtidos em relação ao peso corporal do animal em jejum (RCQ).

2.2.5 Delineamento e análises estatísticas

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 3 tratamentos (Doses de inoculantes) e 4 repetições (bacias), sendo os tratamentos:

1. Controle (C- silagem sem inoculante);

2. LB¹-silagem inoculada com *L. buchneri* (1×10^5 ufc/g de forragem);
3. LB⁵ silagem inoculada com *L. buchneri* (5×10^5 ufc/g de forragem).

Após a integração dos dados, foi realizado o teste de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (teste de Bartlett) através do software estatístico R, na versão 4.4.0 (2024). Caso a ANOVA apresente resultados significativos, será conduzido o teste de Tukey-HSD ($P > 0,05$) para identificar diferenças entre as médias dos tratamentos.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados apresentados na Tabela 1, referentes as características agronômicas, evidencia que o presente estudo apresenta dados compatíveis com a produtividade histórica da área. Rabelo (et al. 2013) encontraram produtividades entre 18,3 a 19,7 toneladas de MS.ha⁻¹. Assis (et al. 2014), trabalhando com diferentes híbridos encontraram variações 10,6 a 13,4 toneladas de MS.ha⁻¹, corroborando com o dado apresentado de 18,7 toneladas de MS.ha⁻¹. Em levantamento em fazendas brasileiras, a média atual foi de 14,1 toneladas de MS.ha⁻¹ (Lima et al. 2022), demonstrando maior produção em nosso estudo.

Ao analisar os dados da Tabela 2, podemos observar alguns pontos que são de grande importância para interpretar os resultados a serem apresentados. De acordo com Elferink e colaboradores (1999) o conceito de capacidade fermentativa, onde os teores de matéria seca, carboidratos solúveis e a capacidade tamponante, são fatores fundamentais para que a fermentação possa garantir a manutenção no valor nutricional das forragens conservadas ao longo do período de armazenamento.

No presente estudo observamos uma variação no conteúdo de MS no momento da ensilagem variando de 32,5 a 36,6 % de MS em uma média 34,2%, avaliações na mesma área de plantio definiram como 33% MS o melhor ponto de corte e uniformização de partículas (Fernandes, 2023). Zardin e colaboradores (2017) avaliaram 466 observações em condições experimentais e encontraram uma média de 33% de MS, já a média em fazendas brasileiras foi de 35,9% (Lima et al. 2022).

Mahanna (1994), definiu que no momento da ensilagem, para plantas de milho,

o ideal é encontrar valores de 6 a 8% de carboidratos solúveis. No presente estudo observamos valores de 7,9 a 11,9 nos teores de carboidratos solúveis das plantas ensiladas, confirmando os padrões de qualidade das plantas de milho descritos na literatura.

Em relação as demais dados referentes a composição química da planta, constatamos que a maioria seguiu os perfis de outros experimentos conduzidos na mesma área (Rabelo et al. 2013, Assis et al. 2014, Rabelo et al. 2015, Basso et al. 2018, Rabelo et al 2018, Andrade, 2022, Rossi et al. 2023a, Rossi et al. 2023b). Assim, podemos ressaltar também, que o experimento atual seguiu conceitos registrados pelos autores citados anteriormente, o que permitiu um ajuste preciso para a produção de silagem de alta qualidade.

Na mesma linha de pesquisa, Andrade (2022) e Rossi (et al. 2023a) avaliaram diferentes combinações entre inoculação e tempos de armazenamento, tendo encontrado resultados de maior conservação do valor nutritivo em silagens armazenada por períodos maiores que 120 dias e menores que 240 dias. Com base nestas afirmativas foi definido um período de 200 dias para ao armazenamento no presente estudo.

Os dados da tabela 5 apresentam a composição química média das silagens avaliadas ao longo do período de fornecimento dos diferentes tratamentos aos animais ao longo do período experimental de 19 de setembro a 28 de dezembro de 2020.

Considerando os valores observados na planta do milho no momento da ensilagem (Tabela 02), pode-se constatar que toda a forragem ensilada tinha características desejáveis para produzir silagens de alta qualidade, pois o teor de MS adequado próximo a 33% e açúcares solúveis acima de 8% e baixo poder tampão da planta de milho propiciaram ensilabilidade acima de 35%.

De acordo com Elferink (1999), forragens com coeficiente de fermentação (CF) superior a 35% são consideradas adequadas para a produção de silagens lácticas, pois este índice indica uma boa capacidade da forragem para fermentar de maneira eficiente. Um CF elevado sugere que a forragem contém níveis adequados de açúcares solúveis, que são essenciais para que as bactérias lácticas possam realizar a fermentação, produzindo ácido láctico e reduzindo o pH da silagem. Essa redução do pH é crucial para preservar a qualidade da silagem, impedindo o crescimento de

microrganismos indesejáveis e garantindo uma fermentação estável e de alta qualidade.

Considerando a alta CF da forragem, as silagens produzidas, com ou sem inoculação podem ser consideradas de alta qualidade em termos do padrão de fermentação e composição química (Tabelas 05 e 06).

Da análise dos dados da Tabela 05 se depreende que os teores de carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, proteína bruta e de nutrientes digestíveis totais são características relacionadas as silagens produzidas com ou sem inoculantes como de alto valor nutritivo.

Pode-se observar decréscimo acentuado, valor superior a 5% no teor de matéria seca do tratamento controle (Tabela 05), Tal fato evidenciou uma tendência relacionada a maiores perdas de MS no processo fermentativo quando comparado as silagens inoculadas com doses de *L. buchneri*.

Tabela 5. Composição química das silagens de milho controle ou inoculada com diferentes doses de *L. buchneri*.

Composição química (% MS)	C	LB ¹	LB ⁵	P-valor
MS	31,87	34,36	33,01	0,082
MM	4,64	4,27	4,83	0,544
FDN	39,54	38,56	38,70	0,864
FDA	24,86	23,07	23,83	0,301
Hemicelulose	14,68	15,49	14,87	0,565
Lignina	2,64	2,71	2,80	0,936
PB	9,70	9,16	9,33	0,437
PS(%PB)	58,00	54,86	59,43	0,165
PIDN	1,11	1,07	1,20	0,615
PIDA	0,70	0,77	0,74	0,216
Amido	35,26	35,46	36,33	0,880
CS	2,39	1,66	1,87	0,226
CNF	43,17	45,00	44,13	0,736
EE	4,09	4,09	4,24	0,697
NDT	73,57	72,43	73,00	0,705

C: Silagem não inoculada; LB¹: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 1×10^5 cfu/g matéria verde. LB⁵: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 5×10^5 cfu/g matéria verde. MS= matéria seca; MM= matéria mineral; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; PB= proteína bruta PS(%PB)= proteína solúvel, PIDN= proteína insolúvel em detergente neutro, PIDA= proteína insolúvel em detergente ácido, CS= Carboidratos solúveis, CNF= carboidratos não fibrosos, EE= extrato etéreo e NDT= nutrientes digestíveis totais.

A avaliação dos valores de hemicelulose na tabela 2 e, posteriormente na tabela 5, evidenciam, maior redução desse componente da fração fibrosa no tratamento LB⁵. Este processo pode ser caracterizado pela degradação ácida da hemicelulose ou ação enzimática (McDonald et al. 1991) observada em relação ao ácido lático, conforme maior a dose, o que não foi notado no presente estudo, já que não se observou influência dos tratamentos (Tabela 6), o que proporcionaria assim uma redução nos teores de FDN na comparação planta versus silagem. Assim, com maior redução no teor de FDN em silagem de milho resulta no maior aporte de

carboidratos solúveis para fermentação e menor capacidade tamponante. Isso permite maior acidificação do meio e, conseqüentemente, maior hidrólise da hemicelulose (Falson et al.2019).

Estudos conduzidos na FCAV avaliando o uso de *L. buchneri* em silagens de milho evidenciam o alto valor nutritivo decorrente do manejo da cultura, época de colheita, processamento na colheita, ensilagem e vedação adequada dos silos (Rabelo et al. 2013, Assis et al. 2014, Rabelo et al. 2015, Basso et al. 2018, Rabelo et al 2018, Andrade, 2022, Rossi et al. 2023a, Rossi et al. 2023 b).

Os valores relacionados na Tabela 05, referentes ao conteúdo de NDT acima de 70% da MS, os açúcares solúveis reduzidos em função do consumo dos mesmo por bactérias ácido lácticas que garantiram a fermentação adequada, a manutenção dos teores proteicos indica que não houve proteólise por microrganismos durante o período de armazenamento.

Em relação ao padrão de fermentação das silagens controle e inoculadas com diferentes doses de *L. buchneri*, avaliados pelo conteúdo de compostos orgânicos das silagens de milho, N amoniacal (Tabela 06), não foi observada diferenças nos teores de ácido láctico, assim como nos valores de pH ($p > 0,05$). No entanto, os valores de ácido acético foram mais altos quando se utilizou *L. buchneri* na dosagem de 5×10^5 ufc/g como inoculante no momento da ensilagem ($p < 0,05$).

Tabela 6. Compostos orgânicos, pH, e N-NH₃ de silagem de milho utilizando ou não inoculante na ensilagem em diferentes doses.

Compostos orgânicos (% MS)	C	LB ¹	LB ⁵	P-valor
Ácido láctico	4,04	3,61	4,02	0,887
Ácido acético	2,59 ^b	2,25 ^b	3,26 ^a	0,035
Ácido propiônico	0,73	0,74	0,73	0,876
Ácido butírico	0,005	0,005	0,005	0,988
pH	3,89	3,7	3,75	0,887
N-NH ₃ /NT	6,6	6,7	6,9	0,797

C: Silagem não inoculada; LB¹: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 1×10^5 cfu/g matéria verde. LB⁵: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 5×10^5 cfu/g matéria verde. N-NH₃ = nitrogênio amoniacal.

É importante destacar que todos os parâmetros de fermentação analisados no experimento, incluindo pH, nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) e ácidos graxos voláteis (AGVs), estão dentro dos limites estabelecidos para silagens de alta qualidade. De acordo com Mahanna (1994), esses valores são indicadores-chave de uma fermentação bem-sucedida, onde o pH adequado sugere um ambiente suficientemente ácido para inibir microrganismos indesejáveis, enquanto baixos níveis de nitrogênio amoniacal indicam menor degradação proteica, preservando o valor nutricional da silagem, a quantidade e o perfil dos AGVs refletem a eficiência do processo fermentativo, com predominância de ácido lático sendo desejável para garantir a estabilidade e a qualidade do produto final (Jobim e Nussio, 2013).

Os valores de ácido acético superiores encontrados em LB⁵, indicam que houve uma maior atividade do *L. buchneri* produzindo maior quantidade deste AGV utilizando rotas metabólicas alternativas. Rossi e colaboradores (2023b), encontraram uma resposta semelhante ao trabalhar com silagens inoculadas ou não, onde não foram encontradas diferenças nos valores de ácido lático, mas diferenças significativas no ácido acético onde observaram aumento de até 38,6% nos teores de ácido acético em silagens inoculadas, alinhado com os resultados deste estudo.

Assis Pires et al. (2023) registraram valores de pH entre 3,5 e 3,52 nas silagens inoculadas e não inoculadas, respectivamente, enquanto neste estudo encontramos uma variação não significativa de 3,7 a 3,89, corroborando os dados de Alves et al. (2023). Rossi (et al. 2023b) não encontraram diferenças nos valores de pH em silagens inoculadas com *L. buchneri* armazenadas por até 240 dias, indicando que, até período de armazenamento, os ácidos orgânicos acumulados não afetam completamente o perfil fermentativo da silagem de milho.

Estudos disponíveis na literatura relatam valores reduzidos de nitrogênio amoniacal em relação aos encontrados neste estudo. Por exemplo, silagens inoculadas com *L. buchneri* em milho Flint apresentaram 3,9 g/kg de MS de nitrogênio amoniacal (Assis Pires et al., 2023). Esse perfil fermentativo observado no presente estudo inibe o crescimento de leveduras após a abertura do silo (Driehuis et al., 1999; Muck, 2010; Dunière et al., 2013), impactando positivamente a qualidade da silagem ao reduzir perdas e manter o valor nutritivo (Pitt & Muck, 1993; Kung Jr. et al., 2003).

A análise dos dados da Tabela 07 referentes ao consumo de MS, consumo de

MS em relação ao peso corporal (CMS PC), FDN, PB, amido e NDT dos animais recebendo dietas contendo silagens de milho não inoculada ou aquelas inoculadas com diferentes doses de *L. buchneri* no momento da ensilagem, evidenciou que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores observados ($p > 0,05$).

Tabela 7. Consumo de bovinos anelorados alimentados com dietas contendo silagem de milho utilizando ou não inoculante na ensilagem em diferentes doses.

Consumo (kg/d)	C	LB ¹	LB ⁵	P-valor
MS	10,29	10,23	10,45	0,889
FDN	2,74	2,79	2,91	0,789
PB	1,62	1,47	1,65	0,754
AMIDO	4,62	4,37	4,51	0,786
NDT	7,51	7,44	7,59	0,812
CMS PC (%)	2,22	2,21	2,29	0,856

C: Silagem não inoculada; LB¹: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 1×10^5 cfu/g matéria verde. LB⁵: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 5×10^5 cfu/g matéria verde. Matéria verde MS= matéria seca; FDN=Fibra em detergente neutro; PB= proteína bruta; CMS PC= consumo de matéria seca em relação ao peso corporal;

As mudanças que podem ocorrer sobre consumo, estão associadas, na maioria das vezes, a mudanças no perfil fermentativo e na composição bromatológica de silagens inoculadas (Rabelo et al. 2019), entretanto as mudanças nos perfis de silagens avaliadas não foram encontradas e quando encontradas não causaram efeitos suficientes para gerar diferenças significativas no consumo. Existe uma grande controversa em relação as mudanças de consumo de dietas contendo silagens em pequenos e grandes ruminantes neste sentido autores encontraram redução (Mohammadzadeh et al., 2012; Santos et al. 2021), enquanto outros apresentaram aumento (Nkosi et al., 2009; Basso et al., 2014; Rossi et al 2023b), contudo a maioria apresentou dados de manutenção de consumo ao longo do período de avaliação (Arriola et al., 2011; Rabelo et al. 2019; Ávila et al. 2019; Alves et al. 2023).

Segundo os dados dos autores citados, um fato que deve ser evidenciado, é que as diferenças podem ser encontradas em função das diferentes cepas disponíveis e taxas de aplicação, modo de aplicação. Desta forma, é evidente que o manejo

realizado e tipo de aplicação podem interferir diretamente nos resultados obtidos e na uniformização da inoculação de todo material, em condições experimentais controladas e trabalhando com taxas de aplicação adequadas esperasse resultados pouco variáveis, mesmo em doses de aplicação diferente.

A análise dos dados evidencia que não houve diferença na Digestibilidade das silagens não inoculadas ou inoculadas avaliadas em diferentes períodos. Foram observados aumentos nos valores se digestibilidade em resposta ao prolongamento do tempo de avaliação de 24 h até 240 h.

Tabela 8. Digestibilidade do FDN e do amido das silagens de milho utilizando ou não inoculante na ensilagem em diferentes doses.

Digestibilidade	C	LB ¹	LB ⁵	P-valor
Digestibilidade do FDN 24h (% FDN)	47,29	45,86	47,57	0,436
Digestibilidade do FDN 30h (% FDN)	49,14	48,00	49,71	0,476
Digestibilidade do FDN 48h (% FDN)	57,71	59,71	58,00	0,490
Digestibilidade do FDN 72h (% FDN)	77,91	79,13	78,89	0,250
Digestibilidade do FDN 120h (% FDN)	85,56	87,17	86,13	0,063
Digestibilidade do FDN 240h (% FDN)	87,94	89,43	88,51	0,080
Digestibilidade do Amido 7h (% Amido)	49,29	43,43	48,86	0,108

C: Silagem não inoculada; LB¹: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 1×10^5 cfu/g matéria verde. LB⁵: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 5×10^5 cfu/g matéria verde.

No Brasil, Bernardes et al. (2018) avaliaram o efeito de *L. buchneri* na qualidade da silagem de milho e relataram melhorias na estabilidade aeróbica, porém sem impacto significativo na digestibilidade da FDN. A digestibilidade da FDN também não foi alterada ao se comparar silagens com inoculante e sem inoculante (Rabelo et al., 2017; Basso et al., 2014; Basso et al., 2018; Salvo et al. 2013).

Resultados semelhantes foram encontrados por Kleinschmit e Kung Jr. (2006), que também investigaram o uso de *L. buchneri* na ensilagem de milho e não observaram na digestibilidade da FDN ou do amido. Outros estudos, como o de Muck e Kung Jr. (1997), também investigaram os efeitos de inoculantes na ensilagem, relatando melhorias na fermentação e estabilidade aeróbica, mas sem diferenças significativas na digestibilidade da FDN ou do amido, resultados consistentes com os

apresentados na Tabela 8. No contexto dos dados brasileiro, Reis et al. (2014) estudaram a aplicação de diferentes inoculantes bacterianos, incluindo *Lentilactobacillus buchneri*, na ensilagem de milho e não observaram impacto significativo na digestibilidade da FDN. É importante ressaltar que a digestibilidade da FDN e do amido pode ser influenciada por diversos fatores, como o estágio de maturação da planta, condições climáticas, composição da microbiota e qualidade da ensilagem (Ferraretto e Shaver, 2012). Além disso, a eficácia dos inoculantes pode variar de acordo com o ambiente de ensilagem, presença de microrganismos nativos e disponibilidade de substratos fermentáveis (Weinberg e Muck, 1996).

O PCF, PCQ, RC, GPMD e GCMD (Tabela 8) dos bovinos durante o confinamento, recebendo dietas contendo silagem não inoculada ou aquelas inoculadas com diferentes doses de *L. buchneri* no momento da ensilagem, não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$).

Tabela 9. Desempenho de bovinos anelados alimentados com dietas contendo silagem de milho utilizando ou não *L. buchneri* em diferentes doses.

	C	LB ¹	LB ⁵	P-valor
PCI	391,17	386,83	384,67	0,921188
PCF	536,25	540,08	529,5	0,878604
PCQ	294	291,42	287,12	0,830193
RC (%)	54,79	53,98	54,30	0,341622
GPMD (Kg)	1,48	1,56	1,49	0,720498
GCMD*	1,00	1,00	0,97	0,834575

C: Silagem não inoculada; LB¹: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 1×10^5 cfu/g matéria verde. LB⁵: Inoculada com *Lentilactobacillus buchneri* CNCM I-4323 a 5×10^5 cfu/g matéria verde. PCI = Peso corporal inicial, PCF= Peso corporal final, PCQ= Peso de carcaça quente, RC= rendimento de carcaça, GPMD= ganho de peso médio diário; GCMD= Ganho de carcaça médio diário*(calculado)

Kleinschmit e Kung (2006), avaliaram o desempenho animal e concluíram que o uso de *L. buchneri* não promove efeitos adicionais ao ganho de peso, Bernardes et al. (2018) observaram que a adição de *L. buchneri* à silagem de capim-sudão não afetou significativamente o consumo de matéria seca não apresentando melhoras no

ganho de peso médio diário ou a eficiência alimentar de bovinos de corte. Corroborando com estes dados Rabelo et al. (2019) não encontraram mudanças no ganho de peso médio diário comparando silagens inoculadas ou não.

Em estudo utilizando pequenos ruminantes, não foram encontradas diferenças em ganho médio diário em animais recebendo silagens de milho inoculadas com *L. Buchneri*. ou não (Rossi et al. 2023b).

A literatura evidencia, que melhoras no desempenho animal advindas da inoculação estão direcionadas principalmente a silagens de baixo teor de matéria seca até níveis moderados, dentro de variações entre 18% a 32% de MS (Nkosi et al., 2009; Basso et al., 2014, Rabelo et al. 2019).

Rabelo e colaboradores (2019) não encontraram diferenças no rendimento de carcaça de ovinos confinados recebendo silagens inoculadas com *L. buchneri*, os dados observados também vão de encontro aos relatados por Rossi (et al. 2023b), assim como nos dados apresentados do presente estudo.

2.5 CONCLUSÃO

A forragem ensilada com teores de matéria seca e carboidratos solúveis adequados, favoreceu a fermentação e a produção de silagens de alta qualidade. Com um coeficiente de fermentação superior a 35%, a forragem mostrou um bom potencial fermentativo, preservando seu valor nutritivo.

O uso de diferentes doses de *L. buchneri* não alterou significativamente o consumo de matéria seca, digestibilidade da fibra ou do amido pelos animais, conforme observado em outros estudos. No entanto, houve aumento nos teores de ácido acético nas silagens inoculadas com a dose mais alta de *L. buchneri*, sugerindo melhor estabilidade aeróbica da silagem.

As silagens, com ou sem inoculante, mantiveram altos níveis de nutrientes digestíveis, indicando preservação da qualidade nutricional. Conclui-se que a inoculação com *L. buchneri* não gerou benefícios substanciais no desempenho animal, consumo de matéria seca e digestibilidade de bovinos terminados em confinamento, mas garantiu a qualidade fermentativa da silagem no período de pós abertura dos silos.

2.6 REFERÊNCIAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report: **Perfil da Pecuária no Brasil (2024)**. Disponível em: < <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2024-perfil-da-pecuaria-no-brasil/>>.

Alves, WS, Pereira, O, Macêdo, AJS, Leite, GDO, Silva, V P, Leite, PS, Ribeiro, KG, Valadares Filho, SC (2023) Effect of new strains of *Lentilactobacillus buchneri* as inoculants in sorghum silage on the fermentative profile, aerobic stability, and voluntary intake in lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research*.

Andrade, MEB (2022) **Efeito do processamento, inoculante bacteriano e tempo de armazenamento sobre a qualidade da silagem da planta inteira de milho**. Tese de doutorado, Unesp/FCAV, Jaboticabal-SP.

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

Arriola KG, Kim SC, Staples CR and Adesogan AT (2011) Effect of applying bacterial inoculants containing different types of bacteria to corn silage on the performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 94, 3973–3979.

Assis, FGDVD, Ávila, CLDS, Pinto, JC, Schwan, R F (2014). New inoculants on maize silage fermentation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43, 395-403.

Assis Pires, FPA, Tomich, TR, Pereira, LGR, Machado, FS, Campos, MM, Oliveira, AF, Menezes, GL, Menezes, RA, Sousa, PG, Jayme, DG, Gonçalves, LC (2023) Effect of the *Lactiplantibacillus plantarum* and *Lentilactobacillus buchneri* on corn and sorghum silage quality and sheep energy partition under tropical conditions. **Grass and Forage Science**.

Ávila, N. R. B. D., Silva, N. C. D., Leite, R. F., Barbosa, L. D. Á., Florentino, L. A., & Rezende, A. V. D. (2019). Caracterização da silagem de grão de milho reidratado associado ao resíduo de tilápia. *Ciência Animal Brasileira*, 20, e-50220.

Barbero RP, Malheiros EB, Nave RLG, Mulliniks JT, Delevatti LM, Koscheck JFW, Romanzini EP, Ferrari AC, Renesto DM, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2017) Influence Of post-weaning management system during the finishing phase on grasslands or feedlot on aiming to improvement of the beef cattle production.

Agricultural Systems, 153, p. 23-31.

Basso FC, Adesogan AT, Lara EC, Rabelo CHS, Berchielli TT, Teixeira IAMA, Siqueira GR and Reis RA (2014) Effects of feeding corn silage inoculated with microbial additives on the ruminal fermentation, microbial protein yield, and growth performance of lambs. **Journal of Animal Science**, 92, 5640–5650.

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**. v.244, p.104 - 115.

Basso, FC, Bernardes, TF, Roth, TP, Lodo, BN, Berchielli, TT, Reis, RA. (2012) Fermentation and aerobic stability of corn silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia (Online)**, v.41, p.1789 - 1794.

Bernardes T, Castro T (2019) Silages and roughage sources in the Brazilian beef feedlots. **Journal of Animal Science**, 97(Supplement 3): 411.

Bernardes TF, Daniel JLP, Adesogan AT, McAllister TA, Drouin P, Nussio LG, Huhtanen P (2018) Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. **Journal of Dairy Science**, 101:4001-4019.

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

Checoli MB. (2015) **Silagens de cana-de-açúcar tratadas com *Lactobacillus kefir* e *L. brevis*: efeitos no perfil fermentativo e na estabilidade aeróbia**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Viçosa, MG.

Daniel JLP, Amaral RC, Sá Neto A, Cabezas-Garcia EH, Bispo AW, Zopollatto M, Nussio LG (2015) Corn silage from corn treated with foliar fungicide and performance of feedlot cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 28:314-319.

Ditzler, CA, Ahrens, RJ (2006). Development of soil taxonomy in the United States of America. **Eurasian Soil Science**, 39, 141-146.

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.

Dunière L, Sindou J, Chaucheyras-Durand F, Chevallier I, Thévenot-Sergentet D (2013) Silage processing and strategies to prevent persistence of undesirable microorganisms. **Animal Feed Science and Technology**, 182:1-15.

Elferink SJWH, Krooneman J, Gottschal JC, Spoelstra SF, Faber F, Driehuis F (2001) Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology** 67:125-132.

Elferink, S. O., Driehuis, F., Krooneman, J., Gottschal, J. C., & Spoelstra, S. F. (1999). *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol. In *Proceedings of the 12th international silage conference/Eds. T. Pauly [et al.]*-Uppsala: **Swedish University of Agricultural Sciences** (pp. 266-267).

EMBRAPA- Pereira Filho, I. A., & Borghi, E. (2022). **Cultivares de milho para safra 2022/2023, Documento**.

EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Brazil). (1999). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Serviço de Produção de Informação.

Falson, JPS, Pozada, TN, Vasconcelos, YGP, Heling, OI, Junior, JS, Rabelo, CHS (2019) Variação na composição química de silagens de milho e capim elefante tratadas com 5% de torta de oliva. In.: XXI Encontro de Pós-graduação, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

Fernandes, F. I. (2023). **Impacto do estágio de maturidade sobre o tamanho de partícula na produção de silagem de milho**. Trabalho de conclusão de curso.

Ferraretto LF, Fonseca MA, Shaver RD (2015) Effects of corn silage hybrid and dietary proportion on feed intake, apparent digestibility, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science** 98:3836-3845.

Ferraretto LF, Shaver RD (2012) Meta-analysis: Effect of corn silage harvest practices on intake, digestion, and milk production by dairy cows. **The Professional Animal Scientist** 28:141-149.

Holzer, M, Mayrhuber, E, Danner, H, Braun, R (2003). The role of *Lactobacillus*

buchneri in forage preservation. **TRENDS in Biotechnology**, 21(6), 282-287.

Kleinschmit DH, Kung Jr L (2006) A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **Journal of Dairy Science**, 89:4005-4013.

Jobim, C. C., & Nussio, L. G. (2013). Princípios básicos da fermentação na ensilagem. **Forragicultura–Ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros**. Jaboticabal: Editora FUNEP.

Kung Jr L, Sheperd AC, Smagala AM, Endres KM, Bessett CA, Ranjit NK, Glancey JL (2003) The effect of preservatives based on propionic acid on the fermentation and aerobic stability of corn silage and a total mixed ration. **Journal of Dairy Science** 86:132-142.

Kung Jr L, 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.

Lima, A. P., & Soares, J. L. (2022). Artefatos gerenciais e desempenho produtivo: uma investigação em fazendas produtoras de leite. **Custos e Agronegócio on line**, 18(2), 223-256.

Mahanna, B (1994) Proper management assures high-quality silage, grains. Feedstuffs (USA).

McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991) The biochemistry of silage. Marlow, UK: **Chalcombe Publications**.

Millen, DD, Pacheco, RDL, Arrigoni, MDB, Galvyan, ML, Vasconcelos, J T (2009) A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of animal science**, 87(10), 3427-3439.

Mohammadzadeh H, Khorvash M, Ghorbani GR and Yang WZ (2012) Frosted corn silage with or without bacterial inoculants in dairy cattle ration. **Livestock Science** 145, 153–159

Muck RE, Kung Jr L (1997) **Effects of silage additives on ensiling**. In Proceedings of the Silage: Field to Feedbank North American Conference, NRAES 99 (pp. 187-199). Ithaca, NY: Northeast Regional Agricultural Engineering Service.

Nkosi BD, Meeske R, Palic D, Lang T, Leeuw KJ and Groenewald IB (2009) Effects of ensiling whole crop maize with bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability, and growth performance of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, 154, 193–203.

Ogunade IM, Jiang Y, Cervantes AAP, Kim DH, Oliveira AS, Vyas D, Adesogan AT (2018). Bacterial diversity and composition of alfalfa silage as analyzed by Illumina MiSeq sequencing: Effects of *Escherichia coli* O157:H7 and silage additives. *Journal of Dairy Science* 101:2048-2059.

Oliveira, CA, Millen, DD (2014). Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, 197, 64-75.

Pahlow G, Muck RE, Driehuis F, Oude Elferink SJWH, Spoelstra SF (2003) Microbiology of ensiling. In **Silage Science and Technology**, Agronomy Monograph, 42, 31-93.

Pedroso, A. D. F., Freitas, A. R. D., & Souza, G. B. D. (2000). Efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade da silagem e perda de matéria seca durante a ensilagem de sorgo. **Revista brasileira de zootecnia**, 29, 48-52.

Peyrat, J., Noziere, P., Le Morvan, A., Féraud, A., Protin, P. V., & Baumont, R. (2014). Effects of ensiling maize and sample conditioning on in situ rumen degradation of dry matter, starch and fibre. **Animal Feed Science and Technology**, 196, 12-21.

Pitt RE, Muck RE (1993) A diffusion model of aerobic deterioration at the exposed face of bunker silos. **Journal of Agricultural Engineering Research** 55:11-26.

Ponta. **Report Confinamento 2023**. Edição 1. Acesso em: junho, 2024.

Rabelo, CH, Valente, AL, Barbero, RP, Basso, FC, Reis, R A (2019). Performance of finishing beef cattle fed diets containing maize silages inoculated with lactic-acid bacteria and *Bacillus subtilis*. **Animal Production Science**, 59(2), 266-276.

Rabelo CHS, Basso FC, Lara EC, Jorge LGO, Härter CJ, Mesquita LG, Silva LFP and Reis RA (2018) 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 wholecrop maize silage. **Grass and Forage**

Science 73, 67–77.

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.

Rabelo, C. H. S., de Rezende, A. V., Rabelo, F. H. S., Basso, F. C., Härter, C. J., & Reis, R. A. (2015). Composição química, digestibilidade e estabilidade aeróbia de silagens de milho colhidas em diferentes estádios de maturidade.

Rabelo, FHS, Rezende, AVD, Rabelo, CHS, Amorim, FA (2013). Características agrônômicas e bromatológicas do milho submetido a adubações com potássio na produção de silagem. **Revista Ciência Agronômica**, 44, 635-643.

Reis RA, Rabelo CHS, Casagrande DR (2014) Inoculação microbiana na ensilagem de forrageiras. In: Pötter, L.; Santos, D. C. dos; Casagrande, D. R.; Bernardes, T. F. (Ed.). Perdas na colheita e armazenamento de forragens. 1ª ed. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, p. 99-136.

Reis, RA, Ruggieri, AC, Casagrande, DR, Páscoa, AG (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 147-159.

Rodrigues, P. H. M., Ruzante, J. M., Senatore, A. L., Lima, F. R. D., Melotti, L., & Meyer, P. M. (2004). Avaliação do uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade fermentativa e nutricional da silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33, 538-545.

Rossi LG, Rabelo CHS, Andrade MEB, Siqueira GR, Vicente EF, Nogueira DA, Reis RA (2023) Feed intake, digestibility, ruminal fermentation, growth performance, and carcass traits of lambs fed corn silage treated with *Lentilactobacillus buchneri* and stored for different times. **ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY**. v.1, p.1.

Rossi, LG, Andrade, MEB, Rabelo, CHS, Siqueira, GR, Vicente, EF, Silva, WL, Silva, MM, Reis, RA (2023) Flint corn silage management: influence of maturity stage, inoculation with *Lentilactobacillus buchneri*, and storage time on fermentation pattern, aerobic stability, and nutritional characteristics. **Frontiers in Microbiology**, v. 14.

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.
- Santos FAP, Menezes LM, Bittar CMM (2021) Regulatory framework for feed production and commercialization in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 50:1-9.
- Santos MC, Lock AL, Mechor GD, Kung Jr L, Ferraretto, LF (2017) Effects of a combination of a protease and a xylanase on growth performance, energy and nutrient digestibility, and rumen parameters in dairy heifers fed high and low forage diets. **Journal of Dairy Science** 100:9943-9950.
- Silvestre, AM, Millen, DD (2021) The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 50, e20200189.
- Siqueira GR, Bernardes TF (2013) Culturas destinadas à ensilagem. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F.; Siqueira, G. R. **Forragicultura: Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**, Cap. 41, 661-670.
- Telles, TS, Bichel, A, Zanin, E, Pellini, T, Silveira, PL (2024) Livestock Changes in Brazil and Sustainable Intensification Challenges. **Agronomy**, 14(10), 2429.
- United States Department of Agriculture (**USDA**) (2023) Acesso em: 20/04/2024, disponível em: <<https://usdabrazil.org.br/>>, USA.
- Weinberg ZG, Muck RE (1996) New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews** 19:53-68.
- Zardin, P. B., Velho, J. P., Jobim, C. C., Alessio, D. R. M., Haygert-Velho, I. M. P., da Conceição, G. M., & Almeida, P. S. G. (2017). Composição bromatológica de silagens de milho produzidas em condições experimentais no Brasil-**Metanálise**. **Semina: Ciências Agrárias**, 38(1), 503-512.
- Zopollatto M, Daniel JLP, Nussio LG. (2009) Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38: 170-89.