



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE ARAUGUAÍNA
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JANAINA SILVA FREITAS

**VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO COM
DIFERENTES TEXTURAS DE ENDOSPERMA E INOCULANTES**

ARAGUAÍNA (TO)

2022

JANAINA SILVA FREITAS

VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO COM
DIFERENTES TEXTURAS DE ENDOSPERMAS E INOCULANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
UFT – Universidade Federal do Tocantins –
Campus Universitário de Araguaína para
obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia,
sob orientação do Prof. Dra. Deborah Alves
Ferreira

Orientador: Dra. Deborah Alves Ferreira
Coorientador: Dr. Márcio Gianordoli Teixeira
Gomes

ARAGUAÍNA (TO)

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

F866v Freitas, Janaina.

VALOR NUTRITIVO DAS SILLAGENS DE GRÃO DE MILHO
REIDRATADO COM DIFERENTES TEXTURAS DE ENDOSPERMA E
INOCULANTES. / Janaina Freitas. – Araguaina, TO, 2022.

36 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Araguaina - Curso de Zootecnia, 2022.

Orientadora : Deborah Alves Ferreira

Coorientador: Marcio Gianordoli Teixeira Gomes

1. Silagens de grão de milho reidratado. 2. Silagens de milho contendo
inoculantes microbianos. 3. Endosperma vitreo e farináceo. 4. Textura de
endospermas dos grãos de milho. I. Título

CDD 636

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

JANAINA SILVA FREITAS

VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS DE GRÃO DE MILHO REIDRATADO COM
DIFERENTES TEXTURAS DE ENDOSPERMA E INOCULANTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
UFT – Universidade Federal do Tocantins –
Campus Universitário de Araguaína, Curso de
Zootecnia, foi avaliado para a obtenção do
Título de Bacharel em Zootecnia e aprovado em
sua forma final pela Orientadora e pela Banca
Examinadora.

Data de Aprovação:07/02/2022

Banca examinadora:



Dra. Deborah Alves Ferreira – UFT



Prof. Dr. Márcio Gianordoli Teixeira Gomes- UFT



MSc Daniel Henrique Souza Tavares

Dedico primeiro a Deus por me permitir chegar até aqui, até aqui ele me sustentou, ao meu falecido avô Adenílio Ferreira de Freitas que sempre acreditou em mim, e pelo apoio da minha família, sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado a graça de chegar até aqui, sem ele nada seria possível. À minha família, em especial a minha mãe, Iranilde Ribeiro da Silva, e ao meu pai, Lucindo Caetano de Freitas, por toda dedicação e paciência, contribuindo diretamente para que eu pudesse trilhar em um caminho mais fácil durante todos esses anos.

A minha irmã Genielma Caetano, e ao meu irmão Lucas Caetano que, mesmo de longe sempre me apoiaram e indiretamente contribuíram muito para a minha formação profissional. Agradeço ao Jonas Chaves, meu amor que sempre esteve ao meu lado, cuidando e sendo meu alicerce para enfrentar as dificuldades da caminhada, a pessoa a quem mais sou grata por tornar esse momento uma realidade.

Agradeço a Universidade Federal do Tocantins- UFT, Campus de Araguaína e todos os professores que contribuíram não só com minha formação profissional, mas também em como ser um ser humano melhor. Um agradecimento especial a minha Orientadora, professora Deborah Alves Ferreira, a qual me ensinou não apenas saberes científicos, mas que me proporcionaram oportunidades de conhecimentos que levarei para o resto da vida.

À minha banca composta por MSc Daniel Henrique Souza Tavares, prof^o Dr. Márcio Gianordoli Teixeira Gomes e Prof^o Dra. Deborah Alves Ferreira por contribuírem e fazerem parte desse momento impar na minha vida.

Gratidão ao pessoal da minha turma, Amanda Victória, Bruno Matheus, Elias Júnior, Charlys Cunha, Carlos Eduardo e Gabriel Furlanetto, obrigada pelos conhecimentos compartilhados admiro cada um de vocês.

Agradeço aos meus amigos Maria Lenir, Diogo José, Yanara, Kennedy willians, Ranniele, Lanniele Drika, Kesia, Iraneth, Ingrid, Pedro Henrick, Paola, João Pedro e Martha Aurora. Obrigada a todos que fizeram parte da minha vida, da minha jornada, do meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins (UFT), *campus* de Araguaína-TO, o presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da reidratação e ensilagem de grãos dos híbridos de milho KWS 9960 e KWS 9606 ® sobre o seu valor nutritivo, e avaliar o uso de inoculantes bacterianos e seus efeitos sobre a fermentação e estabilidade aeróbia. Os híbridos 9960 e 9606 foram reidratados a 670g.kg de matéria seca, e determinado os tratamentos para ambos os híbridos, TC - Tratamento controle (sem aditivo), HB - Lactobacillus hilgardii + Lactobacillus buchneri e HBP- Lactobacillus hilgardii + Lactobacillus buchneri + Pediococcus pentosaceus nas dosagens recomendadas pelo fabricante, com armazenamento dos silos em temperatura ambiente nos determinados tempos de abertura 0, 40, 80, 120, 160, 200 e 240 dias. Desse modo o estudo foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, num arranjo análogo a um esquema de arranjo fatorial 2 x 3 x 7. Foram realizadas análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas, pH e estabilidade aeróbia. O pH de todos tratamentos apresentaram bom perfil de fermentação para ensilagem, onde houve redução até 120 dias, mantendo-se estáveis após esse período, o HB apresentou uma pequena elevação quando comparados ao TC e o HBP, a MS não foi influenciada pela inoculação. O teor de PB foi influenciado pelo híbrido, onde o 9960 apresentou maior valor em relação ao 9606, não havendo interferência da inoculação sobre o teor de PB. Em relação a estabilidade aeróbia não houve influência para os tratamentos, todas as silagens passaram de 288 horas de estabilidade aeróbica. O Lactobacillus hilgardii e Lactobacillus buchneri melhoram a estabilidade aeróbia de milho grão reidratado.

Palavras chaves: estabilidade aeróbica, fermentação, milho grão.

ABSTRACT

The experiment was carried out at the Federal University of Tocantins (UFT), Araguaína-TO campus, the present work aimed to study the effects of rehydration and silage of grains of the corn hybrids KWS 9960 and KWS 9606 ® on their nutritional value, and to evaluate the use of bacterial inoculants and their effects on fermentation and aerobic stability. Hybrids 9960 and 9606 were rehydrated at 670g.kg of dry matter, and the treatments for both hybrids were determined, TC - Control treatment (without additive), HB - *Lactobacillus hilgardii* + *Lactobacillus buchneri* and HBP- *Lactobacillus hilgardii* + *Lactobacillus buchneri* + *Pediococcus pentosaceus* at the dosages recommended by the manufacturer, with storage of the silos at room temperature at the specified opening times of 0, 40, 80, 120, 160, 200 and 240 days. Thus, the study was carried out in a completely randomized design, in an arrangement analogous to a 2 x 3 x 7 factorial arrangement. Analyzes of dry matter (DM), crude protein (CP), ash, pH and aerobic stability were performed. The pH of all treatments showed a good fermentation profile for silage, where there was a reduction up to 120 days, remaining stable after this period, HB showed a small increase when compared to TC and HBP, MS was not influenced by inoculation. The CP content was influenced by the hybrid, where the 9960 presented a higher value in relation to the 9606, with no interference of the inoculation on the CP content. In relation to aerobic stability there was no influence for the treatments, all silages passed 288 hours of aerobic stability. *Lactobacillus hilgardii* and *Lactobacillus buchneri* improve the aerobic stability of rehydrated corn kernels.

Keywords: aerobic stability, fermentation, corn grain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- pH das silagens de milho grão reidratado.....	27
Figura 2- Matéria Seca das silagens de milho grão reidratado.....	29
Figura 3- Proteína Bruta das silagens de milho grão reidratado.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição nutricional do grão de milho.....	15
Tabela 2- Composição nutricional do milho silagem de grão duro moído fino.....	18
Tabela 3 - Estrutura física de grãos dos híbridos de milho de 9960 e 9606.....	26
Tabela 4- pH das silagens dos grãos de milho reidratado e inoculado com diferentes microrganismos.....	27
Tabela 5- Matéria seca (g.kg) das silagens de grão reidratado, produzidas com os híbridos 9960 e 9606, inoculados com diferentes microrganismos.....	29
Tabela 6- Perfil proteico PB das silagens de grão de milho reidratado, produzidas com os híbridos 9960 e 9606, inoculadas com diferentes microrganismos.....	30
Tabela7- Estabilidade aeróbia de silagens de milho grão reidratado.....	31

LISTA DE SIGLAS

UFT	Universidade Federal do Tocantins
MS	Matéria Seca
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
mg	miligramas
LAB	Bactérias Ácido Láctica
K ₂ SO ₄	Sulfato de Potássio
CuSO ₄	Sulfato de Cobre
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
HCl	Ácido Clorídrico
TC	Tratamento Controle
HB	<i>Lactobacillus hilgardii</i> + <i>Lactobacillus buchneri</i>
HBP	<i>Lactobacillus hilgardii</i> + <i>Lactobacillus buchneri</i> + <i>Pediococcus pentosaceus</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Caracterização do Grão de Milho.....	15
2.2 Ensilagem do Grão de Milho.....	16
2.3 Ensilagem de Milho Reidratado e Digestibilidade do Amido.....	18
2.4 Uso de Inoculantes Microbianos.....	20
3 MATERIAS E MÉTODOS.....	21
3.1 Local, período experimental e descrição do tratamento.....	22
3.2 Dissecção dos Grãos.....	22
3.3 Análises Bromatológicas.....	23
3.3.1 Análises de Matéria Seca.....	23
3.3.2 Análises de Cinzas.....	24
3.3.3 Análises de Proteína Bruta.....	24
3.3.4 Ensaio de Estabilidade Aeróbia.....	25
3.3.5 Leitura de pH.....	25
3.3.6 Análises Estatísticas.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (CONAB, 2021). O milho (*Zea mays L*) é um cereal rico em energia, de grande importância nutricional para os ruminantes. O grão de milho é dividido em pericarpo, ponta, gérmen e endosperma (PAES *et al.*, 2006). O endosperma recebe a classificação de farináceo ou vítreo. Desta forma a textura vítrea se localiza mais na região periférica do grão, já a porção farinácea se encontra no centro dos grãos e em quantidades menores (BITENCOURT *et al.*, 2012).

Os híbridos de milho mais cultivado no Brasil é o denominado do tipo *Flint*, essa característica é definida para híbridos que contém uma maior quantidade de endosperma vítreo, que possui característica de endosperma duro, seus grãos são lisos, arredondados e possuem um maior teor de vitreosidade, já os classificados de endosperma farináceo os grãos são de textura dentada, possuem uma maior proporção de endosperma farináceo, os espaços aéreos que existem entre os grânulos de amido são envolvidos por uma fina matriz proteica descontínua, permitindo que a umidade permaneça mais tempo no endosperma (PAES *et al.*, 2006)

No Brasil as indústrias optam por produzir sementes de milho de textura dura, por ser indicada para armazenagem devido ao seu alto grão de resistência e produtividade (PEREIRA *et al.*, 2004). Segundo Pratt *et al.* (1995), o endosperma com textura vítrea (duro), possui grânulos de amido mais densos e poligonais, apresentando uma matriz proteica mais compactada e em maior quantidade. Já os de textura farinácea (mole) tem os grânulos de amido maiores e menos associados.

Com o objetivo de reduzir os desafios em relação a digestibilidade do amido e diminuir as perdas no processo de colheita tardia e armazenamento do grão, o processo de ensilagem do grão de milho reidratado se torna uma boa alternativa. A ensilagem do grão com alto teor de umidade tem por finalidade aumentar a digestibilidade e, conseqüentemente, proporcionar uma maior eficiência no sistema de produção (FERRARETO *et al.*, 2013). O processo de ensilagem promove a proteólise e degradação da matriz proteica, tornando os grânulos de amido prontamente disponíveis, proporcionando assim uma maior degradação e aproveitamento pelos microrganismos responsáveis pela fermentação ruminal (HOFFMAN *et al.*, 2011).

De acordo com Reis *et al.* (2018), o milho grão quando ensilado possui um excelente perfil fermentativo, porém após a abertura do silo, é uma silagem que está mais propensa a deterioração aeróbia, isso se deve à atuação de microrganismos indesejáveis, como leveduras e fungos. A deterioração aeróbica de silagens de milho promove o aumento de MS, levando a redução de energia e conseqüentemente redução do valor nutricional (NAIR *et al.*, 2020). Desse modo as silagens precisam seguir um padrão de qualidade sanitária para que não afete o

consumo de matéria seca e conseqüentemente a saúde dos animais, resultando em perdas econômicas significativas.

Uma estratégia adotada para evitar perdas, tem sido o uso de inoculantes bacterianos para controlar a ação desses microrganismos deteriorantes no período da fermentação e principalmente durante a utilização da silagem (REIS *et al.*, 2008). Para isso é necessário que as cepas bacterianas utilizadas como inoculantes possuam características como: ser compatível com os microrganismos naturais da silagem, promover uma ligeira queda do pH, ser capaz de sobreviver ao processo de fermentação da silagem e promover aumento da estabilidade aeróbia após a abertura do silo.

De acordo com Reis *et al.* (2008), a maior parte dos inoculantes bacterianos utilizados em silagens de grãos de milho fornecem preliminarmente ácido láctico durante o seu processo de fermentação. As cepas bacterianas utilizadas como inoculantes podem ser do tipo homofermentativas ou heterofermentativas, podendo ser utilizados separadamente ou ainda realizar associações entre os dois tipos de inoculantes, a fim de obter melhor estabilidade aeróbia.

As bactérias do tipo homofermentativas são responsáveis por uma rápida diminuição do pH durante a fermentação, evitando as perdas de matéria seca e em algumas situações melhorando o desempenho animal. No entanto, a fermentação promovida por esse tipo de microrganismo, pode resultar em silagens menos estáveis quando expostas ao ar, em comparação às não inoculadas, isso se dá em razão do ácido láctico produzido por essas bactérias, ser metabolizado por microrganismos indesejáveis que atuam nas silagens quando expostos ao ar (REIS *et al.*, 2008).

Já as cepas heterofermentativas são capazes de melhorar a estabilidade aeróbia, pois as mesmas convertem o ácido láctico em ácido acético, reduzindo o substrato de microrganismos indesejáveis fermentadores de ácido láctico, promovendo maior estabilidade após a abertura do silo. A utilização de cepas heterofermentativas obrigatórias como o *Lactobacillus buchneri* e *Lactobacillus hilgardii* em associação tem apresentado resultados promissores em relação a estabilidade aeróbica em silagens de milho planta inteira (NAIR *et al.*, 2020).

Em estudos sobre estabilidade aeróbia em silagens de milho planta inteira, Nair *et al.* (2020), utilizaram o *Lactobacillus buchneri* e *Lactobacillus hilgardii* associados, em seus resultados comprovaram que, as silagens sem aditivos levaram 60 horas para atingir a temperatura ambiente e 99,2 horas para ultrapassar 2 °C acima da temperatura ambiente, ao

passo que silagens inoculadas levaram 192 horas para atingir a temperatura ambiente e 270,8 horas para ultrapassar 2 °C acima da temperatura ambiente.

Portanto o presente trabalho visa estudar os efeitos da reidratação e ensilagem sobre o valor nutritivo dos grãos de milho com diferentes texturas de endosperma, verificando ainda o uso de aditivos inoculantes microbianos que possuem a capacidade de aumentar a estabilidade aerobia das silagens pós abertura dos silos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO MILHO

O milho é um alimento de grande importância para a pecuária nacional. O seu consumo é distribuído por setores como avicultura, suinocultura e para os ruminantes. O grão de milho é constituído por pericarpo ou casca (5%) rico em fibras, gérmen ou embrião (11%) que é rico em proteínas e lipídeos, o endosperma (75 a 80%) que é composto por amido e proteínas, e ponta (2%) formada por material lignonucelulósico. O grão de milho pode se apresentar em tons de coloração que variam entre o amarelo, branco e podendo chegar ao preto e vermelho, com peso médio de 250 a 300 mg (PAES *et al.*, 2006).

Na tabela 1 é apresentado a composição nutricional do milho grão para elucidar os valores que o alimento apresenta antes de iniciar o experimento.

Tabela 1: Composição nutricional do milho grão

Alimento	Nutrientes							
	MS	PB	EE	MM	FB	CHO	ENN	EB
Milho grão	87.59	8.89	3.35	1.99	1.83	85.76	71.8 2	3.92

Fonte: CQBAL 4.0 2021 (MS= Matéria Seca; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; FB= Fibra Bruta; CHO= Carboidratos Solúveis; ENN=Extrato Não Nitrogenados; EB= Energia Bruta)

Os grãos de milho podem ter textura de endosperma vítrea ou farinácia. A vitreosidade está relacionada a sua textura e interfere diretamente na digestibilidade do amido, onde o endosperma farináceo apresenta grânulos de amido de esferas dispersas, moles, de baixa densidade e mais acessíveis, devido a matriz proteica se apresentar descontínua, facilitando assim o ataque de bactérias ruminais, o endosperma vítreo apresenta grânulos de amido helicoidais, adensados e contendo fortes ligações entre os grânulos de amido, a matriz proteica

é densa e bem desenvolvida, o que limita a ação das enzimas hidrolíticas e a colonização das bactérias do rúmen, resultando em menor digestão (PEREIRA *et al.*, 2013).

O endosperma do grão de milho é constituído por 98% de amido, sendo esse formado dois polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina, diferenciando entre si pelo tipo de estrutura química, tamanho da molécula e a propriedade química. De acordo com a origem do amido a porcentagem de amilose e amilopectina podem variar, na maioria das variedades, 30% do amido é composto pela amilose e 70% pela amilopectina (WANG *et al.*, 1998).

A amilose é formada por uma ligação de polímeros longos e lineares, constituídos de moléculas D-glicose, formado por ligações α -1-4, e a amilopectina é uma ligação maior, composta por moléculas de D-glicose, formada por ligações α -1-4, contendo ramificações α -1-6. Dessa forma a amilose possui maior susceptibilidade a digestão enzimática (ZEOULA & CALDAS NETO, 2001).

No endosperma vítreo, os grânulos de amido se encontram envoltos por uma matriz proteica mais espessa, que são fortemente ligadas entre si, isso dificulta a ação das enzimas hidrolíticas, os de endosperma farináceo, diferem por conterem uma matriz proteica descontínua e opaca que circunda os grânulos de amido, fazendo com que as bactérias do rúmen tenham uma maior facilidade para acessar esses nutrientes. (RIBAS *et al.*, 2007).

Segundo Ribas *et al.* (2007), ao avaliar a digestibilidade de grãos de milho de textura: dura, semidura e macia em dietas fornecidas para ovinos, observaram que houve aumento no consumo de matéria seca (CMS) em g/dia para textura semidura e grãos duros (68,1 e 61,2 g/dia) , quando comparado a avaliação de digestibilidade aparente da matéria seca, obtiveram resultados de 70,7 g/dia em grãos macios, 66,1 e 64,5 g/dia para grão duro e semiduro respectivamente, para a avaliação de consumo de matéria seca digestível (CMSD) medido em g/dia, obteve-se maiores resultados para híbridos macios seguido de semiduros e duros, com 43,7 e 40,0 respectivamente.

2.2 ENSILAGEM DO GRÃO DE MILHO

O processo de moagem e ensilagem de grãos de milho hidratados melhoram o consumo e o aproveitamento dos alimentos, aumentando a superfície de contato e a umidade, por consequência melhora a digestibilidade ruminal, pós-ruminal e total do amido (FERRARETO *et al.*, 2013).

A ensilagem do grão de milho em seu estágio de maturidade (35-38% MS) é uma opção para melhorar a degradação da matriz proteica que envolve os grânulos de amido (HOFFMAN *et*

al., 2011). A ensilagem do grão com alta umidade é um exemplo de união de dois tipos de processamento que aumenta a digestibilidade do amido, nesse método primeiro há uma redução no tamanho da partícula pela moagem e depois há a adição de água para melhorar o desenvolvimento e digestão do material ensilado, ocorrendo um rompimento da matriz proteica e possibilitando a digestão pela microbiota ruminal (JOBIM *et al.*, 2003).

A ensilagem de grão úmido, também conhecida como silagem de grão com alta umidade, ocorre quando o grão de milho está em estágio avançado de maturação, quando a planta apresenta entre 30 a 40% de umidade no momento da colheita, é uma técnica que se obtém uma rápida e benéfica fermentação dentro do silo, além de se poder antecipar a colheita. (JOBIM *et al.*, 2003).

A ensilagem de grão de milho reidratado é outra técnica que traz vantagens de conservação, através da fermentação, causa diminuição de custos de armazenamento, transporte, podendo-se comprar o milho fora da propriedade, planejando uma melhor janela de compra, no momento de baixa de preços dos grãos, fatores que diferem de silagens de grãos úmidos. Esse método resulta em introduzir água ao grão seco até se alcançar uma umidade ideal de 28 a 40% para a fermentação das silagens (BENINI *et al.*, 2020).

O processo de ensilagem do grão de milho com alta umidade aumenta a degradação das proteínas zeínas que permanecem envolta dos grânulos de amido. Esse processo ocorre através da ação das bactérias proteolíticas ou solubilizadas por compostos orgânicos, que são gerados através da fermentação das silagens (JUNGS *et al.*, 2017).

Em estudo realizado por Hoffman *et al.* (2011), a degradação sofrida pela proteína zeína está diretamente ligada a ação da proteólise. Observou-se que aos 240 dias de ensilagem ocorreu uma redução da zeína e aumento do N-NH₃. Por tanto o processo de ensilagem do grão com alta umidade é capaz de melhorar o acesso das bactérias do rúmen aos grânulos de amido, dessa forma melhorando sua degradação ruminal.

Jungs *et al.* (2017), relatam que os ácidos que são produzidos através da fermentação das silagens desempenham um importante papel na degradação da matriz proteica que circunda os grânulos de amido dos grãos de milho e conseqüentemente causam aumento na digestibilidade do amido. Na tabela 2 é apresentado a composição nutricional da silagem do grão de milho moído fino.

Tabela 2: Composição nutricional do milho silagem grão duro moído fino

Alimento	Nutrientes							
	MS	PB	EE	MM	MO	NDT OBS	FDA	FDN
Milho silagem grão duro moído fino	82,9 9	10,7 4	7,09	1,40	98,60	83,50	1,60	15,6 0

Fonte: CQBAL 2021 (MS= Matéria Seca; PB= Proteína Bruta; EE= Extrato Etéreo; MM= Matéria Mineral; MO= Matéria Original; NDT= Nitrogênio Digestíveis Totais; FDA= Fibra em Detergente Neutro; FDN= Fibra em Detergente Neutro;)

2.3 ENSILAGEM DE MILHO REIDRATADO E DIGESTIBILIDADE DO AMIDO

Ao armazenar o grão de milho seco, podem ocorrer perdas através do aparecimento de insetos ou ratos que causam prejuízos, visando reduzir essas perdas que podem ocorrer durante a armazenagem, o processo de ensilagem dos grãos de milho passa a ser uma alternativa que consegue agregar valor e conservar a qualidade das silagens por meio da fermentação (ARCARI, 2017).

A etapa de produção de silagens de grãos de milho reidratado inicia com a moagem fina e adição de água entre 35 a 40% (BENINI *et al.*, 2020), onde a massa ensilada obtém aspecto pastoso, no qual a textura pode ser medida na mão, ao apertar a massa, ela fica úmida em um ponto de não encharcamento. Posteriormente o material umedecido é armazenado em silos que podem ser do tipo trincheira, que é o mais comum, em silos do tipo bolsa ou até mesmo em tambores de 200 litros em caso de pequenas operações, depois inicia o processo de compactação, etapa muito importante que necessita de cuidados para se evitar falhas que possam comprometer a qualidade da silagem, e para finalizar vem a etapa de lacrar o silo, que deve ser feita de forma que isole qualquer entrada de oxigênio, permitindo uma perfeita fermentação (FRANZONI, 2012).

As reações que ocorrem dentro do silo são divididas em três fases, a fase aeróbia, fase fermentativa e fase de estabilização. A primeira ocorre durante o enchimento do silo e tem curta duração, permanecendo algumas horas após o fechamento do silo, durante essa fase os microrganismos aeróbios estão vivos, eles permanecem consumindo o oxigênio ainda presente no material. Uma compactação inadequada ocasiona degradação de proteínas desejadas no processo fermentativo, podendo aumentar a temperatura dentro do silo e ocorrer proliferação de microrganismos indesejáveis como os *clostridium*. A total redução da concentração do oxigênio, determina o fim dessa fase (MCALLISTER e HRISTOV, 2000).

A segunda se caracteriza como fase fermentativa, tem seu início com o aumento de bactérias produtoras de ácido lático e ácido acético. A ação de ácidos orgânicos causam a redução do pH do material ensilado (MCALLISTER e HRISTOV, 2000).

A terceira fase começa com a inibição das bactérias homofemertativas, posteriormente acontece a estabilização do meio, ocasionada pela baixa presença de carboidratos fermentativos, desse modo a produção de ácido lático acontecerá de uma forma mais lenta até total estabilização (MCALLISTER e HRISTOV, 2000).

Jungs *et al.* (2017) em estudos para estimar a parcela de contribuição das enzimas, bactérias, fungos e produtos da fermentação na degradação das prolaminas (zeínas), observaram que durante a fermentação de silagens de grãos de milho com 79,2% de vitreosidade, as bactérias foram as que mais contribuíram com a degradação da matriz proteica que envolve os grânulos de amido, representando 60,4% em seguida veio as enzimas que representaram 29,5% da atividades proteolíticas, os fungos e os produtos da fermentação contribuíram com apenas 5,3% e 4,8% respectivamente.

Ao se introduzir inoculantes bacterianos, como o *Lactobacillus buchneri* em silagens de grão de milho, contribui para o aumento de bactérias epífitas e determinam uma maior degradação da matriz proteica que circunda os grânulos de amido e conseqüentemente causa aumento de sua digestibilidade (JUNGS *et al.*, 2017).

Em estudos que avaliou o desempenho, peso, e rendimentos de carcaças de cordeiros criados e terminados em creep Feeding, Almeida et al. (2004) trabalhando com grãos secos de milho (GSM), silagens de grão úmidos de milho (SGMU), o ganho médio diário e a idade ao abate aos 28kg de peso vivo não foram afetados pelos tratamentos, onde o ganho diário de peso vivo (kg) para 0% de silagem de grão úmido foi de 0,368; 50% de silagem de grão úmido foi de 0,396; e 100% de silagem de grão úmido foi de 0,385 kg, os cordeiros foram abatidos aos 61,43 para 100% SGMU, 61,13 para 50%, e 64,88 dias para o GSM.

Em estudos com silagens de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação, para se obter o desempenho e as características de carcaça, Henrique *et al.* (2007), observaram um ganho de peso diário de 1,3 kg com bovinos alimentados com bagaço de cana-de-açúcar, enquanto que os animais alimentados com a silagem de grãos úmidos de milho foi de 1,5 kg. A introdução de silagens de grão úmido nas dietas aumentou e melhorou a eficiência alimentar em 9,7%.

Avaliando o desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo uma dieta com a inclusão de 0,50, e 100% de substituição de grão seco de milho (GSM), por silagens de grãos úmido de milho (SGUM) ou silagens de grãos de milho hidratados (SGMH),

trabalhando com cordeiros cruzados das raças Bergamacia e Corriedale confinados, Reis *et al.* (2001), observaram que houve ganhos médios diários aos 73 dias de 124 para 0% de, 145 para 50% e 161g/dia para 100% de SGUM.

2.4 USO DE INOCULANTES MICROBIANOS

Por conterem grande quantidade de ácido láctico e carboidratos solúveis, as silagens de grão de milho com alta umidade ficam susceptível a deterioração, pela ação de microrganismos aeróbios e anaeróbios, tanto dentro no silo como após a abertura (REIS *et al.*, 2018). Com a finalidade de romper esses aspectos indesejáveis, surgem cada vez mais, estudos com o uso de inoculantes microbianos que contribuem para melhorar o perfil fermentativo da massa ensilada, e também inoculantes que proporcionam aumento da estabilidade aeróbia após a abertura dos silos (SEBASTIAN *et al.*, 1996).

Os inoculantes bacterianos atuam estimulando a fermentação e aumentando a estabilidade aeróbia das silagens, eles podem ser classificados em bactérias ácido láctica homofermentativos, que produzem ácido láctico, e em heterofermentativos que produzem ácido láctico, acético, propiônico, CO₂ e propanadiol. O *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* e *Enterococcus faecium* são exemplos de microrganismos homofermentativos. Esses inoculantes possuem a capacidade de acelerar a acidificação da silagem. E o *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus hilgardii*, *Propionibacterium acidipropionici* e *Propionibacterium shermanii* são exemplos de bactérias heterofermentativos (SILVA *et al.*, 2020).

Inoculantes microbianos contendo bactérias heterofermentativas são importantes para silagens de grão de milho, porque possuem a capacidade produzir ácido acético, componentes antifúngico. O *Lactobacillus buchneri* é a LAB heterofermentativa mais comum usada em silagens de milho, ela converte o ácido láctico em ácido acético, melhorando assim a estabilidade aeróbica (FERRERO *et al.*, 2019). No entanto tem se observado que essa bactéria precisa de pelo menos 60 dias para ter uma boa produção de ácido acético e contribuir com níveis que melhorem a estabilidade aeróbia das silagens (NAIR *et al.*, 2020).

Os produtores buscam utilizar as silagens em períodos inferiores a 30 dias, principalmente em período seco, onde se tem menor oferta de forragem para os animais, por esses fatores se torna desejável ter LAB produzindo ácido acético mais cedo (NAIR *et al.*, 2020). Carvalho *et al.*, (2014) observou em silagens de cana-de-açúcar incoludadas com *L.*

hilgardii aumento na concentração de ácido acético no já 12º dia em relação a não inoculada. Reis *et al.*, (2018) em estudos realizados com silagem de milho planta inteira, relatou que no 19º de ensilagem já se tinha grandes concentrações de ácido acético que propiciou melhorias na estabilidade aeróbia das silagens.

SILVA *et al.* (2020), em estudo de estabilidade aeróbia em silagens de grão com alta umidade, avaliaram a utilização de inoculantes com as cepas de *L. hilgardii* e *L. buchneri*, o estudo se deu através da inoculação das cepas separadas e também a associação entre as duas cepas, a estabilidade foi testada com abertura dos silos aos 10, 30 e 92 dias de ensilagem. Constatou-se que aos 10 dias, as silagens controle, inoculadas com o *L. buchneri*, *L. hilgardii* e associação *L. buchneri* + *L. hilgardii*, levaram respectivamente 22, 42, 56 e 65 horas para atingir 2 °C acima da temperatura ambiente. A partir dos 30 dias de ensilagem, todas as silagens inoculadas com um inoculante ou ambos, levaram mais de 250 horas para atingir os 2 °C acima da temperatura ambiente, ao passo que as silagens controle levaram apenas 31 e 49 horas aos 30 e 92 dias respectivamente.

Silva (2016), em estudos de desempenho e metabolismo de bovinos nelore confinados consumindo silagens de milho grão úmido ou reidratado com e sem uso de *Lactobacillus buchneri*, trabalhando com milho seco moído (MSC), silagem de grão úmido sem inoculante (MU), silagem de grão úmido com inoculante *Lactobacillus buchneri* (MUB), silagem de milho reidratado sem inoculante (MR), silagem de milho reidratado com inoculante *Lactobacillus buchneri* (MRB), constataram que animais que consumiram as silagens (MU, MUB, MR e MRB) apresentaram menor consumo de matéria seca comparado aqueles que estavam consumindo MSC e animais que consumiram MSC e silagem de MUB apresentaram maior ganho médio de peso diário, peso corporal final e peso de carcaça quente em relação a animais que se alimentaram com MRB. Animais que consumiram MSC apresentaram maior conversão alimentar em relação aos demais tratamentos.

Em estudos com silagens de planta inteira contendo uma associação do *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus hilgardii*, ou sem adição de inoculantes, Nair *et al.* (2020), observaram que o uso de inoculantes não afetou a fermentação ruminal, a digestibilidade total dos nutrientes do trato ou desempenho de crescimento de gado de corte, no entanto, os bois que foram alimentados com silagens contendo os inoculantes obtiveram uma maior eficiência alimentar do que os alimentados com silagens controle (sem inoculante).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local, período experimental e descrição do tratamento

O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* de Araguaína-TO, que está localizado nas coordenadas 6°34'52'', de latitude sul, e 48° 38'40'' de longitude oeste e 1520,0 m de altitude na Amazônia Oriental Brasileira. Foram avaliados dois genótipos (híbridos comerciais) de milho com diferentes texturas de endosperma: grão duro (maior vitreosidade) e grão macio (menor vitreosidade).

Os grãos de milho dos híbridos KWS 9960 e KWS 9606 ® foram moídos na fábrica de ração da Universidade, separados por tratamento. Em seguida, o material foi reidratado para atingir um teor de matéria seca de 670 g.kg⁻¹. Em seguida, foram inoculados com os diferentes aditivos microbianos, nas dosagens recomendadas pelo fabricante: 1) TC- (controle sem inoculante); 2) HB- (*Lactobacillus hilgardii* CNCMI- 4785 e *Lactobacillus buchneri* NCIMB- 40788- Lallemand, França) ; e 3) HBP- (*Lactobacillus hilgardii* CNCMI- 4785, *Lactobacillus buchneri* CNIMB 40788 e *Pediococcus pentosaceus* NCIMB 12455- Lallemand, França). O material foi ensilado em silos experimentais feitos em tubos de “PVC”, com 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento, em um total de 144 silos. Os silos possuem válvulas que permitem a saída dos gases da fermentação, porém não permitem a entrada de ar do ambiente .Todos foram bem compactados para não permanecer oxigênio nos silos e foram guardados em temperatura ambiente.

Os silos foram mantidos em temperatura ambiente até as datas de abertura (0, 40, 80, 120, 160, 200 e 240 dias). Nos dias de abertura 5cm da porção superior foi descartada, uma amostra de 500g foi retirada.

3.2 Dissecação dos grãos

A dissecação dos grãos se deu através de hidratação do grão em água fria por aproximadamente 5 minutos, secagem com papel, seguida de remoção da ponta do grão (região de junção com a espiga) e posterior remoção do pericarpo. O grão sem pericarpo e ponta foi então cortado ao meio para facilitar a remoção do gérmen através de uma sonda exploradora odontológica. Todas as partes foram submetidas a secagem ao ar livre por 12 horas e armazenados em potes plásticos com tampa, identificados por tipo de grão e densidade e posteriormente submetidos as análises químicas e qualitativas.

Dessa forma, separamos 100 grãos aleatórios de cada híbrido, montamos dez grupos de 10, buscando uniformidade em cada grupo, depois foi pego um grão de cada grupo

aleatoriamente, esses grãos foram colocados em um copo cada, numeramos o copo, cada grão foi pesado, depois foi pego um grão por vez, imerso em água destilada por 5 minutos, depois retirado, seco com papel toalha, com a ajuda de uma agulha foi retirado o pericarpo, com ajuda de um bisturi retirando a ponta, e separado o gérmen do endosperma, cada parte foi colocado separado em uma placa de Petri que foi dividida em 4 com uma linha feita a pincel, foram repetidos nos outros nove grãos o mesmo processo, depois deixados secar por 24 horas nas placas tampadas em temperatura ambiente, tempo seco. E depois as tampas foram abertas por uma hora, iniciou a pesagem do pericarpo, ponta, gérmen e endosperma, logo após esse processo, iniciamos a separação do endosperma farináceo do vítreo através de raspagem com ajuda do bisturi e, por fim o endosperma vítreo foi pesado (DOMBRINK- KURTZMAN & BIETZ, 1993).

3.3 Análises Bromatológicas

As amostras foram levadas para estufa de 55° C, até peso constante, e moídas a 1 mm em moinho tipo Willey e após estes procedimentos as amostras foram submetidas a análises para determinação dos teores de: matéria seca (MS) cinzas, proteína bruta (PB), pH (em potenciômetro) e estabilidade aeróbia para avaliar o tempo que a silagem levou para ultrapassar 2 °C acima da temperatura ambiente.

3.3.1 Análises de Matéria seca

Para realizar análises de matéria seca, 500g de amostras frescas que foram separadas nas aberturas dos silos, colocadas em bandejas (usadas para marmitas) e foram levadas para a estufa de ventilação forçada a 55° até peso constante. Logo após foram pesadas para determinar a matéria pré- seca, descontando o peso inicial da bandeja, em seguida foram moídas em moinho do tipo Willey em peneira de 1mm. Foram separados 2 cadinhos para cada amostra, identificados e levados a estufa de 105° e ficaram no período de duas horas, logo depois foram colocados em dessecador por 30 minutos, após esse período foram pesados para determinar peso vazio e em seguida foram pesados nos cadinhos 2 gramas de cada amostras (todos feitos em duplicatas) e foram levados para estufa de 105° por 16 horas, após esse tempo as amostras foram colocadas 30 minutos no dessecador e pesadas novamente para determinar matéria seca em estufa - ASE).

Para calcular foram usadas as seguintes formulas:

$$\%ASA = \frac{ASA}{MN} \times 100$$

$$MN = (T+MN) - T$$

$$ASA = (T+ASA) - T$$

Onde: % ASA= Percentual de amostra seca ao ar; MN= gramas da amostra de matéria natural; ASA= gramas da amostra seca ao ar; T = peso do recipiente usado (g).

$$\%ASE = \frac{ASE}{ASA} \times 100$$

$$ASA = (PF+ASA) - PF$$

$$ASE = (PF+ASE) - PF$$

Onde: %ASE= percentual da amostra seca em estufa; ASE= gramas do peso seco em estufa; ASA= gramas da amostra seca ao ar; PF= peso do pesa filtro.

$$\%MS = \frac{\%ASA \times \%ASE}{100}$$

%MS= percentual de matéria seca. (DETMANN *et al.* 2012).

3.3.2 Análises de Cinzas

Para determinar cinzas, utilizou-se as amostras que foram feitas MS e em seguida foram levadas para mufla à 600 °C por 4 horas. Quando a mufla atingiu temperatura de 105°C as amostras foram retiradas e colocadas no dessecador por 30 minutos e novamente pesadas para se obter os valores de cinzas ou frações minerais, sendo utilizadas equações matemáticas para se obter os resultados.

Cálculos que foram realizados para se determinar valores de cinzas:

$$\%MM_{ASE} = \frac{MM}{ASE} \times 100$$

$$MM = (CAD + MM) - CAD$$

$$\%MM_{MS} = \frac{\%MM_{ASE} \times 100}{\%ASE}$$

Onde: %MM_{ASE}= percentual mineral com base da amostra seca em estufa; MM= matéria mineral; ASE= peso da amostra seco em estufa; CAD= peso do cadinho; %MM_{MS}= Percentual da matéria mineral com base na matéria seca; %ASE= percentual da amostra seca em estufa (DETMANN *et al.*, 2012).

3.3.3 Análises de Proteína Bruta

Se determina a proteína bruta (PB) a partir da quantidade de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) encontrada na amostra. A realização desta análise ocorreu em três etapas.

A primeira foi a digestão das amostras, sendo pesada 0,3 gramas de cada amostra pré-secas e moídas, colocadas em um tubo micro cada, foram adicionadas 2 gramas de mistura catalítica sulfato de potássio (K₂SO₄) ou sódio mais sulfato de cobre (CuSO₄) 10:1, em seguida foi adicionado 5 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) P.A em cada tubo, e depois levados para o bloco digestor, no qual o nitrogênio é convertido em sulfato de amônia.

Na segunda etapa ocorre a destilação das amostras vindas da digestão. Elas foram resfriadas, diluídas em água destilada e alcalinizadas com 25 ml de hidróxido de sódio (NaOH) 50% no destilador que condensa a amônia desprendida da amostra. A amônia é recuperada em um erlenmeyer com 20 ml de solução de ácido bórico 4%.

Na terceira etapa foi realizada a titulação, é realizado em um titulador, ele tem formato de bureta, é adicionado ácido clorídrico (HCl) 0,05N para padronização, utilizou a solução vinda da etapa 2, usando o auxílio de um agitador para a amostra misturar bem com o ácido clorídrico que foi liberado gota a gota pelo titulador, até que a cor de levemente verde mudasse para levemente rosa, depois foram anotadas as quantidades que foram necessárias de HCl para essa reação (DETMANN *et al.*, 2012).

3.3.4 Ensaio de Estabilidade Aeróbia da silagem de grãos de milho

O ensaio de estabilidade aeróbia foi realizado nas amostras após 120 dias de ensilagem e teve duração de 12 dias. Os silos foram abertos e 1,5 kg de silagem foram colocadas em baldes plásticos e transportadas para uma sala com temperatura controlada. A temperatura das amostras foi medida e anotada a cada 30 minutos, utilizando um termômetro “tipo espeto” digital. Nos dias zero, quatro, oito e doze foram retiradas amostras dos conteúdos dos baldes para medição de pH e análises microbiológicas, sendo realizadas análises de bactérias ácido láctica, leveduras e fungos no dia zero, e fungos e leveduras no dia quatro, oito e doze (RANJIT e KUNG, 2000).

3.3.5 Leitura de Ph

As análises de pH foram realizadas em extrato aquoso (1:10). Foram pesados 30 g de amostra fresca, adicionado 270 ml de água destilada, permaneceu por 4 minutos em agitador magnético, logo após, a solução foi filtrada em 4 camadas de gaze. A leitura foi realizada em pHmetro digital e o resultado anotado.

3.3.6 Análises Estatística

O estudo foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado com parcelas sub-divididas, sendo a parcela os dois genótipos de grão de milho, a sub-parcela os três aditivos e as sub-parcelas os sete tempos de ensilagem, que foram avaliados em silos diferentes, resultando num arranjo análogo a um esquema arranjo fatorial 2 x 3 x 7 (42 tratamentos ao todo), com quatro repetições (mini-silos, feitos em 4 diferentes pilhas) por tratamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 ilustra os resultados obtidos com a dissecação dos grãos do milho que foram utilizados no experimento.

Tabela 3. Estruturas físicas de grãos dos híbridos de milho 9960 e 9606.

Híbrido	(g)		(%)		% do endosperma		
	Grão inteiro	Ponta	Pericarpa	Gérmen	Endosperma total	Endosperma Vítreo	Endosperma Farináceo
9960	0,32	1,54 ^a	6,11 ^b	8,53 ^a	83,09 ^a	68,56 ^a	31,44 ^b
9606	0,33	1,99 ^a	5,75 ^a	10,32 ^b	81,12 ^b	50,90 ^b	49,10 ^a

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si ($P \geq 0,05$)

Na tabela 3 é apresentado os valores médios da composição dos grãos dos híbridos 9960 e 9606, obtidos através de dissecação manual e pesagem, constatou-se que a composição de pericarpa, gérmen, endosperma total, endosperma vítreo e farináceo diferiam significativamente entre os dois híbridos ($P \geq 0,05$). Para determinação da vitreosidade dos híbridos estudados foi levado em consideração a porcentagem de endosperma vítreo dos grãos, verificando-se que os híbridos 9960 e 9606 apresentaram respectivamente 68,56 e 50,90% de endosperma vítreo, caracterizando o primeiro como um híbrido de textura do tipo *flint* e o segundo como do tipo dentado.

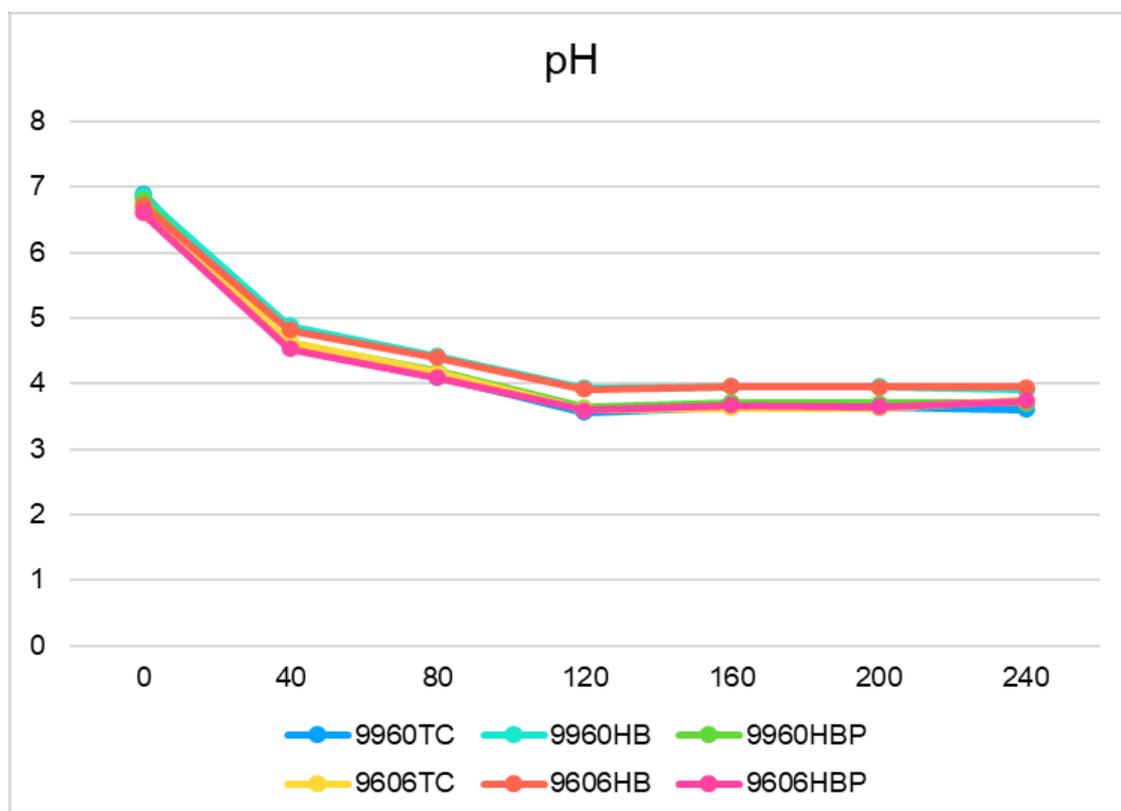
Os resultados obtidos corroboram com os encontrados na literatura, Philippeau e Michalet-Doreau (1998), em estudo com híbridos do tipo Flint e dentados em diferentes estágios de maturação, encontram valores de vitreosidade de 72,3% para vítreos e 48,1 em dentados. Philippeau *et al.* (1999), encontraram 71,8 para duros e 51,4% para macios. Ao avaliarem 14 híbridos brasileiros, Correa e colaboradores (2002), encontraram valores médios de 73,1% (64,2 - 80,0) de endosperma vítreo, caracterizando-os como híbridos de textura do tipo *flint*, elucidando que a maioria dos híbridos cultivados no Brasil é do tipo *flint*.

Tabela 4. pH das silagens dos grãos de milho reidratados e inoculados com diferentes microrganismos.

Híbrido	Inoculante	Dias						
		0	40	80	120	160	200	240
9960	TC	6,90	4,60	4,10	3,56	3,65	3,63	3,60
	HB	6,87	4,88	4,42	3,93	3,96	3,95	3,90
	HBP	6,81	4,62	4,19	3,64	3,71	3,70	3,70
9606	TC	6,70	4,64	4,16	3,60	3,62	3,62	3,75
	HB	6,72	4,82	4,40	3,91	3,95	3,94	3,94
	HBP	6,60	4,53	4,09	3,59	3,67	3,65	3,74

(TC - tratamento controle; HB - *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus buchneri*; HBP - *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus buchneri*, *Pediococcus pentosaceus*)

Figura 1. pH das silagens de milho grão reidratado



H = híbrido 9960 ou 9606; TC = tratamento controle; HB = (*L. hilgardii* + *L. buchneri*); HBP = (*L. hilgardii* + *L. buchneri* + *P. pentosaceus*). Efeito do híbrido (H), $P=0,014$; efeito do inoculante (I), $P<0,001$; interação entre H e I, $P=0,054$; efeito do tempo (T), $P<0,001$; interação entre H e T, $P<0,001$; interação entre I e T, $P<0,001$; interação entre H, I e T, $P=0,909$.

Na tabela 4 e figura 1 é demonstrado o comportamento do pH durante as aberturas no período de ensilagem, observa-se que o pH reduziu consideravelmente até os 120 dias de ensilagem para todos os tratamentos, após esse período nota-se que ocorre a estabilização, não havendo grandes variações entre 120 e 240 dias de ensilagem nos valores de pH.

Em todos os momentos de abertura, verificou-se maiores valores de pH para as silagens inoculadas com o *L. hilgardii* + *L. buchneri* (HB), isso pode ter ocorrido pois de acordo com SILVA et al. (2020), os inoculantes *L. hilgardii* + *L. buchneri* produzem ácido acético, além do mais o *L. buchneri* atua convertendo ácido láctico em ácido acético, este último por ser um ácido mais fraco que o ácido láctico, contribui para que as silagens fiquem com pH mais elevado.

Os tratamentos controle e *L. hilgardii* + *L. buchneri* + *P. pentosaceus* (HBP) apresentaram valores de pH semelhante. Para o tratamento HBP, a presença do *P. pentosaceus*, pode ter influenciado para valores de pH mais baixo, uma vez que o mesmo é um microrganismo produtor de ácido láctico, favorecendo assim o aumento na concentração desse ácido do meio e conseqüente redução no pH. O *Pediococcus pentosaceus* é um inoculante microbiano classificado como homofermentativo obrigatório, segundo Reis et al. (2018) esses microrganismos metabolizam as hexoses por via glicose, produzindo apenas ácido láctico.

Os valores de pH encontrados tem comportamento semelhante aos resultados obtidos por Hoffman e colaboradores (2011), que ao avaliarem silagens de grão umido produzidas com dois híbridos diferentes, sendo cada um dos híbridos ensilados com e sem o inoculante *L. buchneri* durante o período de ensilagem de 0, 15, 30, 60, 120 e 240 dias, onde verificou-se, que o pH de todos os tratamentos reduziu com o passar do tempo, alcançando estabilidade até os 240 dias de ensilagem.

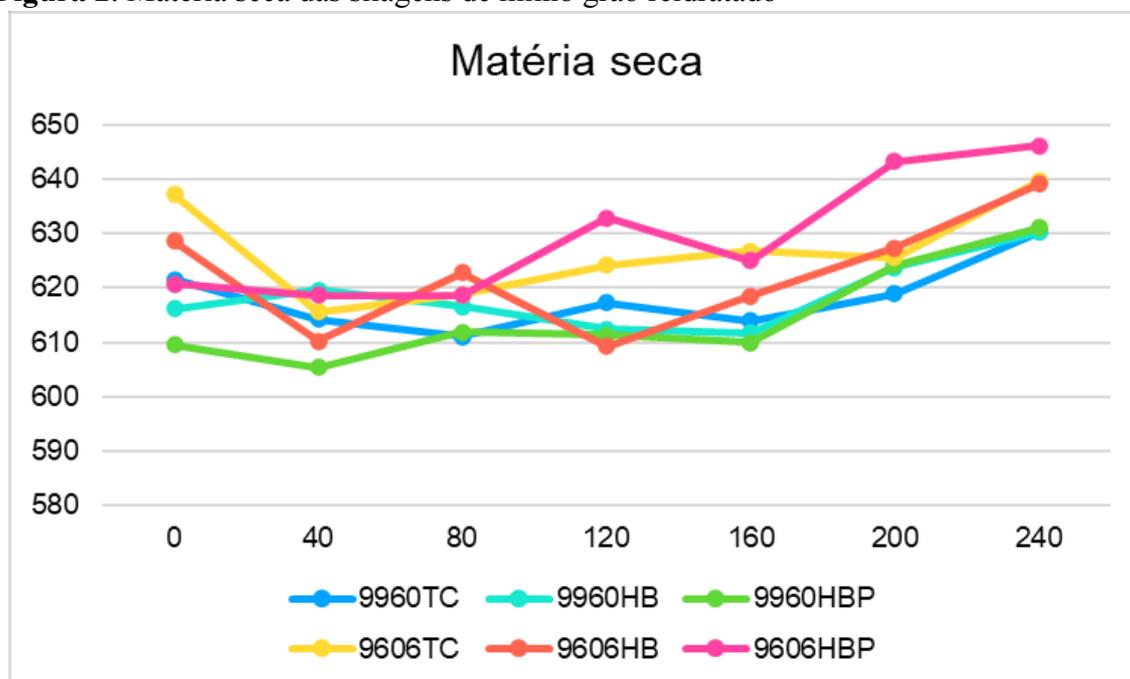
Segundo SILVA et al. (2020), as silagens contendo a união das cepas *Lactobacillus buchneri*+ *Lactobacillus hilgardii* apresentaram aumento nos valores de pH em relação às silagens não tratadas, corroborando com os resultados de pH encontrados no presente trabalho.

Tabela 5. Matéria seca (g.kg⁻¹) de silagens de grão de milho reidratado e inoculado com diferentes microrganismos.

		Dias						
		0	40	80	120	160	200	240
9960	TC	621,63	614,26	611,04	617,30	613,96	619,00	630,22
	HB	616,27	619,68	616,65	612,43	611,75	623,77	630,30
	HBP	609,48	605,43	611,84	611,33	609,92	624,18	631,11
9606	TC	637,13	615,65	618,80	624,25	626,82	625,58	639,67
	HB	628,67	610,24	622,86	609,29	618,55	627,42	639,12
	HBP	620,71	618,72	618,65	632,87	625,03	643,30	646,15

(TC - tratamento controle; HB - *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus buchneri*; HBP - *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus buchneri*, *Pediococcus pentosaceus*)

Figura 2. Matéria seca das silagens de milho grão reidratado



H = híbrido 9960 ou 9606; TC = tratamento controle; HB = (*L. hilgardii* + *L. buchneri*); HBP = (*L. hilgardii* + *L. buchneri* + *P. pentosaceus*). Efeito do híbrido (H), $P < 0,001$; efeito do inoculante (I), $P = 0,754$; interação entre H e I, $P = 0,118$; efeito do tempo (T), $P < 0,001$; interação entre H e T, $P < 0,488$; interação entre I e T, $P < 0,027$; interação entre H, I e T, $P = 0,779$.

Ao avaliar os dados de matéria seca apresentados na tabela 5 e figura 2, verifica-se que houve alterações do teor de matéria seca dos diferentes tratamentos ao decorrer do período de ensilagem. A notável diferença no teor de MS entre os tratamentos no dia zero, sugere que houve um possível problema na execução durante o processo de reidratação do material ensilado, uma vez que nesse momento todos os tratamentos deveriam ter o mesmo teor de umidade.

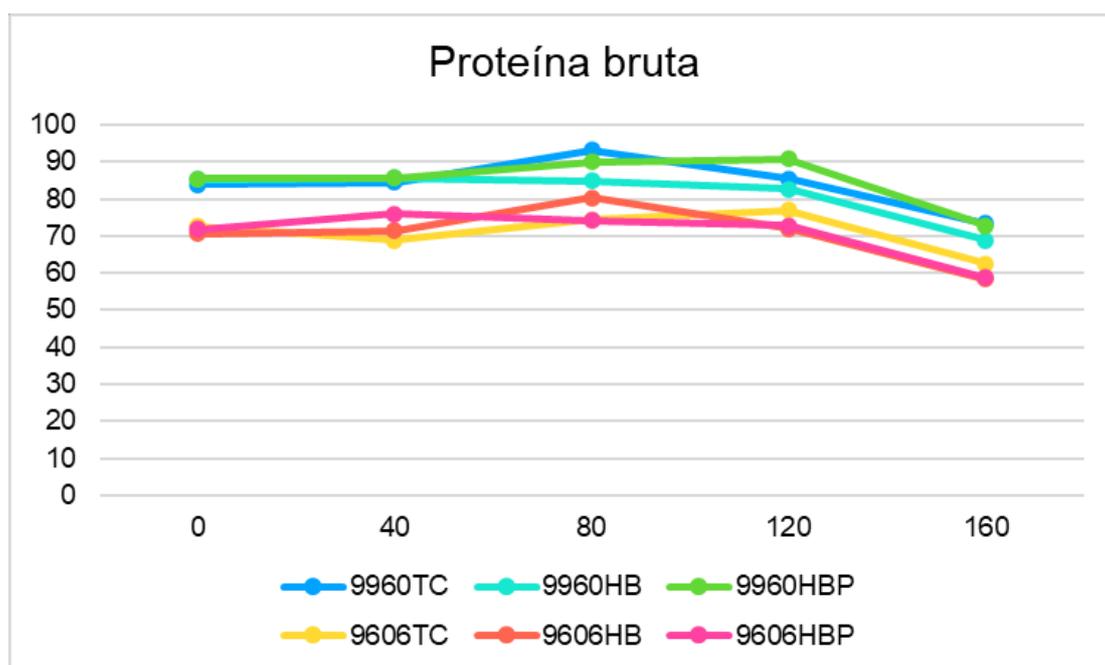
Aos 40 dias, a MS assemelha e toma um comportamento crescente em todos os tratamentos. Ao final do período de 240 dias, todas as silagens apresentaram MS dentro do padrão de normalidade exigido que é entre 600 e 700 $g.kg^{-1}$, segundo Andrade Filho et al. (2010b), ao fazerem uma reconstituição de níveis de 30 e 40% de umidade, não houve diferença no pH final das silagens, sugerindo que valores acima de 30% de umidade no material ensilado são adequados para matéria natural. Tais dados também comprovam que não há efeito dos inoculantes nos teores de MS das silagens.

Tabela 6. Perfil proteico ($g.kg^{-1}$) de silagens de grão de milho reidratado, produzidas com 9960 e 9606, inoculados com diferentes microrganismos.

		Dias				
Híbrido	Inoculante	0	40	80	120	160
9960	TC	83,82	84,46	93,24	85,49	73,46
	HB	85,2	85,67	84,92	82,61	68,83
	HBP	85,48	85,72	89,92	90,85	72,78
9606	TC	72,66	68,94	74,42	76,96	62,46
	HB	70,67	71,51	80,36	72,1	58,32
	HBP	71,91	76,06	74,11	72,79	58,76

(TC - tratamento controle; HB - *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus buchneri*; HBP - *Lactobacillus hilgardii*, *Lactobacillus buchneri*, *Pediococcus pentosaceus*)

Figura 3. Proteína bruta das silagens de milho grão reidratado



H = híbrido 9960 ou 9606; TC = tratamento controle; HB = (*L. hilgardii* + *L. buchneri*); HBP = (*L. hilgardii* + *L. buchneri* + *P. pentosaceus*).

Os resultados obtidos na tabela 6 e figura 3 não se observa efeito para os inoculantes sobre os teores de PB. Mas verifica-se que os valores de proteína bruta são influenciados pelos híbridos, onde o 9960 apresenta maior teor de PB e também maior teor de vitreosidade como mostra a tabela 3. Isso contribuiu para esses resultados, porque os híbridos com textura de maior vitreosidade, possuem a matriz proteica que envolve os grânulos de amido mais densa e uma maior quantidade de corpos proteicos.

Dombrink kurtzman e Biz (1993), estudando oito genótipos de endosperma de milho encontram 3,3 vezes mais a-zeínas em endosperma duro comparado ao endosperma macio, ele ainda associa que o endosperma vítreo é composto por corpos proteicos maiores e mais numerosos. Enquanto Davide (2003), ao comparar diferentes grãos de milho em diferentes estágios de maturidade, observou que o milho farináceo, opaco e grãos imaturos, contem menos prolaminas que os de endosperma de textura dura.

Paiva et al. (1991), ressaltam que a vitreosidade está diretamente associada a composição química da textura do endosperma e as diferenças ligadas a composição proteica. Pereira et al. (2008), estudaram a associação da textura do grão, estrutura e qualidade proteica, tendo resultados indicando que a dureza é diretamente ligada ao teor de proteína presente no grão de milho, isso porque os corpos proteicos possuem alta síntese de zeínas que permitem um melhor empacotamento dos componentes do endosperma.

Tabela 7. Estabilidade aeróbia de silagens de milho grão reidratado.

Híbrido	Inoculante	Estabilidade aeróbia (horas)	pH*			
			Abertura	4 dias	8 dias	12 dias
9960	TC	>288	3,56	3,58	3,67	3,66
	HB	>288	3,93	3,89	3,92	3,92
	HBP	>288	3,64	3,66	3,74	3,75
9606	TC	>288	3,60	3,63	3,75	3,72
	HB	>288	3,91	3,89	4,07	4,06
	HBP	>288	3,59	3,70	3,79	3,74

H = híbrido 9960 ou 9606; TC = tratamento controle; HB = (*L. hilgardii* + *L. buchneri*); HBP = (*L. hilgardii* + *L. buchneri* + *P. pentosaceus*). *Efeito do híbrido (H), P=0,074; efeito do inoculante (I), P<0,001; interação entre H e I, P = 0,529; efeito do tempo (T), P=0,023; interação entre H e T, P=0,011; interação entre I e T, P=0,378; interação entre H, I e T, P=0,156.

A tabela 7 apresenta os parâmetros de avaliação de estabilidade aeróbia das silagens de grão de milho reidratado. Não se observou diferença de estabilidade aeróbia (horas para atingir dois graus acima da temperatura ambiente) nas silagens recebendo os diferentes inoculantes. Esperava-se que as silagens sem inoculante (TC) perdessem a estabilidade aeróbia antes das silagens inoculadas, que levassem um menor tempo para ultrapassar os 2° C acima da

temperatura, devido não conterem os inoculantes que promovem um aumento da produção de ácido acético que é capaz promover uma maior estabilidade aeróbia. Entretanto, a silagem controle (sem aditivo) também se mostrou estável, indo de aos trabalhos encontrados na literatura.

NAIR *et al.* (2020), utilizaram *Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus hilgardii* em estudos para observar a estabilidade aeróbia em silagens de milho planta inteira, onde as silagens inoculada levaram 270,8 horas para ultrapassar 2 °C acima da temperatura ambiente, valores semelhantes aos encontrados no presente estudo. Ao passo que ocorreu redução da estabilidade das silagens controle do autor como esperado, levando 99,2 horas para ultrapassar 2 °C acima da temperatura ambiente, diferindo do encontrado no presente trabalho, onde nas silagens controle não houve perda de estabilidade quando comparadas com as inoculadas. Especula-se que no material ensilado havia uma flora epifítica que produziu ácidos, em especial o acético, capazes de controlar o crescimento de leveduras que iniciam o processo de deterioração aeróbia, assim como os microrganismos presentes nos inoculantes avaliados. Além da temperatura, o pH também se mostrou estável ao longo dos doze dias de avaliação em todos os tratamentos.

Em estudos de estabilidade aeróbica de silagens de grão com alta umidade SILVA *et al.* (2020), avaliaram a utilização de inoculantes com as cepas de *L. hilgardii* e *L. buchneri*, o estudo se deu através da inoculação das cepas separadas e também a associação entre as duas cepas, a estabilidade foi testada com abertura dos silos aos 10, 30 e 92 dias de ensilagem. Constatou-se que a partir dos 30 dias de ensilagem, todas as silagens inoculadas com os dois inoculantes ou ambos, levaram mais de 250 horas para atingir os 2 °C acima da temperatura ambiente, ao passo que as silagens controle levaram apenas 31 e 49 horas aos 30 e 92 dias respectivamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O híbrido 9960 quando ensilado apresentou melhoria na disponibilidade das proteínas presentes nos grãos, demonstrando que híbridos de milho do tipo *flint*, tendem a ter melhor ganho no teor nutritivo quando submetidos ao processo de reidratação e ensilagem.

Os resultados sugerem que independente da composição do endosperma e da utilização de inoculantes, milho grão quando reidratado e submetidos ao processo de ensilagem apresentam valores de pH satisfatórios após 120 dias, permanecendo estável após esse período.

Os inoculantes *L. buchneri*, e *L. hilgardii* demonstraram efetividade no processo de estabilidade durante um período >288 horas, após a abertura aos 120 dias de ensilagem, no

entanto os resultados inesperados de estabilidade das silagens controle, demonstram a efetiva necessidade de realizar maiores estudos com a utilização dos inoculantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G. A. J.; COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G, et al. Desempenho, características de carcaça e resultado econômico de cordeiros criados em creep feeding com silagens de grãos úmidos de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v. 33, n. 4, p. 1048-1059, 2004.
- ANDRADE FILHO, R, et al. AOAC. Degradabilidade ruminal in situ de grãos de milho maduros do tipo *Flint* ou dentado, secos ou reconstituídos e ensilados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. Anais... Salvador: SBZ, 2010.1CD-ROM.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 16th ed. Washington, 1980 p.1015.
- Association of official Analytical Chemist, AOAC. 1995. 16th. Ed. Arlington: [AOAC], 1995.
- ARCARI, M. A. Efeito da vitreosidade, granulometria e inoculante bacteriano sobre a composição e qualidade de silagens de milho e sorgo reidratados/ Marcos André Arcari 2017.
- BENINI, C. M.; CARVALHO, V. T. W.; PEREIRA, G. V. R et., al. Avaliação química da silagem grão de milho reidratado em diferentes níveis de adição de água. *Pubvet Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n7a612.1-6>
- BITENCOURT, L.L. Substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras. Universidade Federal de Lavras- MG 2012.
- CARVALHO, B.F.; ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C, et al. Microbiological and chemical profile of sugar cane silage fermentation inoculated with wild strains of lactic acid bacteria. *Animal Feed science and technology*. Volume 195, pages 1-13 setembro 2014.
- CQBAL 4,0, 2021. Disponível em: <https://www.cqbal.com.br/#!/relatorio/derivados/listar/?derivados=W3siaWQiOjIxNTQsInRpdHVsbYl6Ik1JTEhFVE8gU0IMQUdFTSJ9LHsiaWQiOjEyNDIsInRpdHVsbYl6Ik1JTEhPIEdSw08gIn1d>, acesso em 25 de janeiro 2022.
- CORREA, C. E. S. et al., Relationship between corn vitreousness and ruminal in site starch degradability. **Journal of Dairy Science**. V. 85, n. 11, p. 3008-3012, nov. 2002.
- DAVIDE, M. C. Controle genético de caracteres associados á dureza dos grãos e á degradabilidade ruminal de milhos tropicais, 2009. 88. P. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, 2009.
- DETMANN et. al. Métodos para Análise de Alimentos. INCT - Ciência Animal. 1 ed. 2012.
- DOMMBRINK-KUTZMAN, M.A.; BIETZ, J.A. Zein composition in hard soft endosperm of maize. *Cereal Chemistry*, v. 70, n.1, p.105-108, 1993.
- FERRARETTO, L. F.; CRUMP, P. M.; SHAVER, R. D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*,

Champaign, v. 96, n. 1, p. 533–550, jan. 2013.

FERRERO, F. S.; PIANO, E.; TABACCO, G. et al. Effects of conservation period and *Lactobacillus hilgardii* inoculum on the fermentation profile and aerobic stability of whole corn and sorghum silages. *J. Sci. Food Agric.* 99:2530–2540. 2019 doi: 10.1002/jsfa.9463.

FRANZONI, A. P. S. Efeito do processamento do milho e dos teores de fibra no desempenho de bovinos Nelore em terminação. 2012. 138p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, 2012.

HENRIQUE, W.; BELTRAME, J. A. F.; LEME, P.R, et al. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v. 36, n. 1, p. 183-190, 2007.

HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; SHAVER, R.D, et al. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *Journal of Dairy Science.*

JOBIM, C. C.; BRANCO, A. B.; SANTOS, G. T, et al. Silagem de grãos úmidos na alimentação de bovinos leiteiros. In: V simpósio Goiano sobre o Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. Goiânia, maio 2003. P. 357-376.

JUNGUES, D.; MORAIS, G.; SPOTO, M. H. F. F. Short communication: influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. *American Dairy Science Association*, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12943>.

MCALLISTER, T.A.; HRISTOV, A.N. The fundamentals of making good quality silage. *Dairy Technology*, v.12, 2000. p.381.

NAIR et., al. Effects of inoculation corn silage with *Lactobacillus hilgardii* and *Lactobacillus buchneri* on silage quality, aerobic stability, nutrient digestibility, and growth performance of growing beef cattle. *Journal of Animal Science*. Oxford university Press. 21-08-2020. Disponível em: doi:10.1093/jas/skaa267

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 75). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf>

PEREIRA, M. N.; PINHO, R. G. Von; BRUNO, R. G et al. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. *Science Agrícola (Piracicaba)* V. 61, n. 4, p.358-363, July 2004.

PEREIRA, B. M. Avaliação da qualidade da silagem de híbridos de milho (*Zea mays* L) cultivados no Distrito Federal. Brasília, 2013. Monografia- Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

PHILIPPEAU, C., MICHALET- DOTEAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on *in situ* degradation of starch in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v. 81, p. 2178-2184. 1998.

PHILIPPEAU, C.; MICHALET- DOREAU, B.; MON REDON, F, et al. Relationship

between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. *Journal of Animal Science*, Champaign, V.77, p. 238-243, 1999.

PRATT, R. C.; PAULIS, J. W.; MILLER, K, et al. Association of zein classes with maize kernel hardness. *Cereal Chemistry*, v. 72, p. 162-167, 1995.

RANJIT, N. K. L.; KUNG JR. 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum* or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci* 83:526-535.

REIS, W.; JOBIM, C. C.; MACEDO, F. A. F, et al. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seco na dieta. *Rev. Bras. Zootec.*, 30(2): 596-603, 2001.

REIS, A. R.; INTURRINO, S, R, R.; ALMEIDA O. E. et al., Efeito de doses de *Lactobacillus buchneri* "CEPA NCIMB 40788" Sobre as perdas nos períodos de fermentação e pós-abertura da silagem de grãos úmidos de milho. *Ciência Animal Brasileira* V. 9, n.4, p. 923-934, out/dez. 2008.

REIS, C. B.; SANTOS, A. O.; CARVALHO, B. F, et al. Wild *Lactobacillus hilgardii* (CCMA0170) strain modifies the fermentation profile and aerobic stability of corn silage. *Journal of Applied Animal Research* 2018. Disponível em:<https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1371609>

RIBAS, M. N.; GONÇALVES, L.C.; IBRIM, G. H. F, et al. Consumo e Digestibilidade aparente de silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade no grão. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.6, n.1, p.104-115,2007.

SEBASTIAN, S, L. E.; PHILLIP, V.; FELLNER, E.S. Idziak., et al. Comparative assessment of bacterial inoculation and propionic acid treatment on aerobic Stability and microbial populations of ensiled high- moisture ear corn. *I. Anim. Sci.*, 1996. Disponível em: [10.2527/1996.742447x](https://doi.org/10.2527/1996.742447x)

SILVA, N.C. Características das silagens de grão de milho influenciadas pela reidratação e pela inoculação com *L. buchneri* sobre o desempenho de bovinos de corte confinados. Universidade Estadual Paulista "Júlio de mesquita Filho". Faculdade de ciências agrárias e veterinárias, campus Jaboticabal. 2016.

SILVA, E. B.; SMITH, M. L; SAVAGE, R. M, et al. Effects of *Lactobacillus hilgardii* 4785 and *Lactobacillus buchneri* 40788 on the bacterial corn munity, fermentation and aerobic stability of high-moisture corn silage. *Journal of Applied Microbiology*. May 2021 Disponível em: [10.1111/jam.14892](https://doi.org/10.1111/jam.14892)

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.789-798, 2007b. *Science*. V. 94, p. 2465- 2474. 2011. Disponível em: doi:10.3168/jds.2010-3562

WANG, T. L.; BOGRACHEVA, T. Y. HENDLEY, C. L. Starch: as simples as A, B, C *Journal*

Experimental Botanical, v. 49, p. 481-502. 1998.

ZEOULA, L. M. CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS EM BOVINOCULTURA DE LEITE, Lavras. Anais ... Lavras: Universidade Federal de Lavras. P. 249-284. 2001.