



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**NÍVEIS DE CONCENTRADO E TEMPOS DE
ESTOCAGEM DO MILHO MOÍDO REIDRATADO E
ENSILADO EM DIETAS PARA OVINOS**

Autor: Fernando Correia Cairo
Orientador: José Augusto Gomes Azevedo

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2019

FERNANDO CORREIA CAIRO

**NÍVEIS DE CONCENTRADO E TEMPOS DE ESTOCAGEM DO
MILHO MOÍDO, REIDRATATO E ENSILADO EM DIETAS PARA
OVINOS**

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevedo

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Fevereiro de 2019

636.08 Cairo, Fernando Correia.

5 Níveis de concentrado e tempos de estocagem do milho moído, reidratado e
C137n ensilado em dietas para ovinos. / Fernando Correia Cairo. - Itapetinga:
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2018.
39fl.

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. José Augusto Gomes Azevedo.

1. Ovinos – Milho - Dietas. 2. Milho – Nutrição animal. 3. Ovinos – Milho - Parâmetros ruminais. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Azevedo, José Augusto Gomes. III. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB/5-535
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para Desdobramento por Assunto:

1. Ovinos – Milho - Dietas
2. Milho – Nutrição animal
3. Ovinos – Milho - Parâmetros ruminais

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA -UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

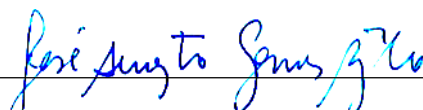
Título: “Níveis de concentrado e tempos de estocagem do milho moído reidratado e ensilado em dietas para ovinos”.

Autor (a): Fernando Correia Cairo

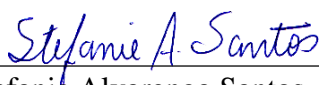
Orientador (a): Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevedo

Co-orientador (a): Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof. Dr. José Augusto Gomes Azevedo – UESC
Orientador



Prof^a. Dr^a. Stefanie Alvarenga Santos – UFBA



Prof. Dr. Douglas dos Santos Pina - UFBA

Data de realização: 11 de março de 2019.

“ ”
...

Dedico este trabalho a Deus, por me proporcionar todas as manhãs um novo dia com saúde para que eu consiga realizar tudo que desejo.

Ao meu pai, Dylmar Ângelo Lima Cairo, por cumprir muito além do seu dever de pai, sem medir esforços para realizar todos meus sonhos.

À minha mãe, Cristina Maria Fernandes Correia Santos, por todo amor, carinho e cuidado, sempre me apoiando em todas as minhas decisões.

Ao meu irmão, Frederico Correia Cairo, pelo companheirismo de todos os momentos.

À minha irmã, Stefanie Marina Correia Cairo, por todo incentivo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todos os ensinamentos que me proporcionou durante esse período.

Ao professor José Augusto, pela orientação, respeito, dedicação e contribuição com seus conhecimentos à minha formação, um exemplo de profissional no qual me espelho.

A toda equipe do Lapnar, Gilmara, Cristiane, Ligia, Alana, Diego, Ivan, Flavia, Alan, Luiz, Marcos, Natalia, Miguel, Karenina, João, Everton, Antônio que estiveram ao meu lado durante a execução do experimento e das análises laboratoriais.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por ter me possibilitado desenvolver este trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais, Dylmar Ângelo Lima Cairo e Cristina Maria Fernandes Correia Santos, pelo amor, educação, apoio e por nunca nos deixar faltar nada, por sempre acreditar e me motivar a ir em busca do meu sonho.

Ao meu irmão Frederico, pela companhia, amor e pelos momentos de aprendizado que juntos tivemos. À minha irmã pelo respeito, amor e palavras de incentivo. À minha avó, por me proporcionar o lugar de onde pude descobrir o amor pela minha profissão. Às minhas tias, Ana Maria (em memoriam) e Sônia, pelo exemplo de amor entre irmãos, aos animais, respeito à natureza e por sempre terem palavras sábias e de conforto a oferecer.

A Jhames, pelo apoio e incentivo nos momentos mais difíceis.

Às minhas colegas de turma, pela convivência de todos esses anos, Marceliana, Marina e Rebeka.

Aos meus amigos do vôlei e da vida, Robson, Leo, Fabio, Ilana, Thiago e Gesiel.

A todos, que contribuíram direto ou indiretamente com minha formação profissional, o meu muito obrigado!

BIOGRAFIA

Fernando Correia Cairo, filho de Dylmar Ângelo Lima Cairo e Cristina Maria Fernandes Correia Santos, nasceu em 27 de fevereiro de 1993.

Em outubro de 2016, concluiu o curso de Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Em março de 2017, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, realizando estudos na área de nutrição de pequenos ruminantes.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
I – REFERENCIAL TEÓRICO	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Milho grão.....	2
1.3. Milho, moído, reidratado e ensilado (MMRE).....	3
1.4. Digestibilidade do amido.....	5
1.5. Tempo de estocagem do MMRE.....	7
1.6. Nível de concentrado e suas consequências sobre o pH e acidose ruminal....	8
1.7. Perdas durante o processo de armazenamento do MMRE.....	10
1.8. Referências.....	12
II – OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo geral.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
III – MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Princípios éticos da experimentação animal.....	16
3.2 Animais, local, dietas e coleta de dados.....	16
3.3 Determinação da composição química, consumo e digestibilidade.....	19
3.4 Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca do milho e do MMRE.....	20
3.5 Análise Estatística.....	21
IV– RESULTADOS	23
4.1 Consumo e digestibilidade.....	23
4.2 Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca do milho e do MMRE.....	24
4.3 Parâmetros ruminais	26
4.4 Balanço de nitrogênio.....	28

V- DISCUSSÃO	29
5.1 Consumo e digestibilidade.....	29
5.2 Degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca do milho e do MMRE.....	31
5.3 Parâmetros ruminais	32
5.4 Balanço de nitrogênio.....	33
VI- CONCLUSÕES.....	34
VII – REFERÊNCIAS	35

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Ingredientes e composição química das dietas experimentais, silagem do milho e do milho, moído reidratado e ensilado (MMRE)	17
TABELA 2. Consumo, coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes e amido nas fezes das dietas experimentais	23
TABELA 3. Estimativa dos parâmetros da degradação <i>in situ</i> do milho e do milho, moído, reidratado e ensilado (MMRE).	25
TABELA 4. Concentrações e percentual dos ácidos graxos de cadeia curta no líquido ruminal de ovinos e estimativa de emissão de metano.	27
TABELA 5. Balanço de nitrogênio de ovinos, em função das dietas experimentais.	28

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Degradabilidade <i>in situ</i> (%) da matéria seca do milho moído seco e dos milhos moídos reidratados e ensilados com diferentes tempos de estocagem	26
FIGURA 2. Estimativa (linha) e valores observados (bolas) do pH do líquido ruminal em ovinos.	28

RESUMO

Cairo, Fernando Correia. **Níveis de concentrado e tempos de estocagem do milho moído, reidratado e ensilado em dietas para ovinos**. Itapetinga, BA: UESB, 2019. 39 p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).

Objetivou-se avaliar a forma de fornecimento do milho (moído seco ou moído, reidratado e ensilado (MMRE), o tempo de estocagem do MMRE (45 ou 90 dias) e dois níveis de concentrado (850 e 650g de concentrado/kg de MS) na dieta de ovinos sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, degradabilidade *in situ* da MS, parâmetros da fermentação ruminal e o balanço de nitrogênio. Foram utilizados 10 cordeiros machos mestiços, não castrados, desses 5 animais canulados, com peso médio de $33,57 \text{ kg} \pm 6,0 \text{ kg}$. O delineamento experimental foi constituído de dois quadrados latinos 5×5 , contendo 5 dietas e 5 períodos. O processo de reidratação e ensilagem do milho reduziu ($P < 0,05$) o consumo e a digestibilidade da FDNcp. Dietas com MMRE aumentaram ($P < 0,05$) os consumos de CNF, amido e a digestibilidade total dos CNF. Independentemente do tempo de estocagem do MMRE, dietas com 850 de g concentrado/kg de MS reduziu, 617,6 ($P < 0,001$) e 113,1 ($P = 0,069$) g/kg MS o consumo e a digestibilidade da FDNcp, respectivamente. Dietas com 850 de g concentrado/kg de MS aumentaram ($P < 0,05$) em 176,4 e 321,1 g/kg MS os consumos de CNF e amido, respectivamente, além de aumentar ($P < 0,05$) a digestibilidade aparente da MS, MO, EE, CNF, amido, CT e aumentar a excreção de amido nas fezes. A reidratação e ensilagem do milho, independente do tempo de estocagem, foi 74,6% maior ($P = 0,003$) na taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável (kd), em comparação com o milho sem processamento. A maior taxa de degradação do MMRE interferiu ($P < 0,05$) nos resultados da degradabilidade efetiva (DE), independente das taxas de passagem e na degradabilidade potencial em 48 h de incubação. No tempo de incubação de 12,66 h, foi possível estimar que o MMRE com 90 dias de estocagem superou a degradação da MS do MMRE com 45. Para a forma do fornecimento do milho notou-se maiores produções totais de AGCC e propiônico para as dietas com MMRE. Quando o objetivo foi comparar a proporção de concentrado na dieta foi observado que dietas com menor proporção de concentrado (650g/kg) aumentaram ($P < 0,05$) a concentração de ácido acético, reduziram a concentração de propiônico, que culminaram no aumento da relação acetato:propionato e nas estimativas de produção de metano entérico. O pH foi influenciado ($P < 0,05$) apenas pelo tempo de coleta entre as dietas experimentais. O nitrogênio ingerido, excretado nas fezes e o retido foi influenciado ($P < 0,05$) pelos níveis de concentrado nas dietas, sendo superior para os animais que consumiram as dietas com 650g de concentrado/kg de MS. Dessa forma, dietas com 850g de concentrado/kg de MS proporcionaram aumentos nas digestibilidades das principais fontes energéticas das dietas. A reidratação e ensilagem do milho moído promoveram aumento significativo na degradabilidade *in situ* da MS e o maior tempo de estocagem (90 d) tendeu à aumentar a degradação do MMRE. Dietas com 850 g de concentrado/kg de MS maximizam o aproveitamento dos nutrientes, e o processo de reidratação e ensilagem do milho moído com o maior tempo de estocagem (90 dias)

promove aumento na degradabilidade *in situ* da MS. Contudo, somente a moagem do milho já é suficiente para maximizar a utilização do amido.

Palavras-chave: Amido, degradabilidade, parâmetros ruminais

ABSTRACT

CAIRO, Fernando Correia. **Concentration levels and storage times of corn, milled, rehydrated and ensiled in diets for sheep.** Itapetinga, BA: UESB, 2019. 39 p. Dissertation. (Master in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production).

This study aimed to evaluate the supply of corn (dry or milled, rehydrated and ensiled milled (MREC) storage time (45 or 90 days) and two concentrate levels (850 and 650g concentrate / kg DM) in diet for sheep on the consumption, nutrient digestibility, *in situ* DM degradability, ruminal fermentation parameters and nitrogen balance. Ten non-castrated crossbred male lambs, 5 of these were cannulated animals, were used, with a mean weight of 33,57 kg \pm 6,0 kg. The experimental design consisted of two 5 x 5 Latin squares, containing 5 diets and 5 periods. The rehydration and ensilage process of corn reduced (P <0.05) the consumption and the digestibility of the corn (P <0.05). NDFap, diets with MREC increased (P <0.05) the consumption of NFC starch and the total digestibility of NFC. Regardless of the storage time of MREC, diets with 850 g of concentrate / kg of DM reduced, respectively, 617.6 (P <0.001) and 113.1 (P = 0.069) g / kg DM and the digestibility of the NDFap, respectively. Diets with 850 g of concentrate / kg of DM increased (P <0.05) in 176.4 and 321.1 g / kg DM the intakes of NFC and starch, respectively, in addition to increasing (P <0.05) apparent digestibility of DM, OM, EE, NFC, starch, TC and increase starch excretion in feces. Corn rehydration and ensilage, regardless of the storage time, was 74.6% higher (P = 0.003) in the rate of degradation of the insoluble fraction potentially degradable (kd), compared to corn without processing. The highest rate of degradation of the MREC interfered (P <0.05) in the results of the effective degradability (ED), independent of the passage rates and the potential degradability in 48 h of incubation. In the incubation time of 12.66 h, it was possible to estimate that the MREC with 90 days of storage exceeded the DM degradation of the MREC with 45. For the corn supply form, it was observed a higher total production of SCFA and propionic acid for the diets with MREC. When the objective was comparing the proportion of concentrate in the diet, it was observed that diets with a lower proportion of concentrate (650g / kg) increased (P <0.05) the acetic acid concentration, reducing the concentration of propionic, resulting in an increase in acetate:propionate ratio and estimates of enteric methane production. The pH was influenced (P <0.05) only by the time of collection between the experimental diets. Ingested nitrogen, excreted in feces and retained was influenced (P <0.05) by the levels of concentrate in the diets, being higher for the animals that was fed with the diets containing 650g of concentrate / kg of DM. Thus, diets with 850g of concentrate / kg of DM provided increases in the digestibility of the main energy sources of diets. Rehydration and silage of milled corn promoted a significant increase in the *in situ* DM degradability and the longer storage time (90 days) tended to improve degradation of the MREC. Diets with 850g of concentrate / kg of DM maximize nutrient utilization, and the rehydration and ensiling process of milled corn with the longest storage time (90 days) promotes an increase in the *in situ* DM degradability, however only the corn is already enough to maximize the use of starch.

Keywords: Starch, degradability, ruminal parameters

I – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 Introdução

Dietas de alto concentrado são utilizadas em confinamentos com o objetivo de garantir um maior aporte nutricional proveniente dos cereais. O milho é a principal fonte de energia utilizada nas rações de ruminantes, contudo o grão usado nas rações no Brasil possui uma capsula proteica que impede o ataque dos microrganismos ruminais responsáveis pela degradação do amido, o qual representa 80 % do grão de milho (FERRARETTO et al., 2018).

Devido à rápida degradabilidade dos carboidratos provenientes das dietas de alto concentrado, efeitos negativos como a acidose afetam o equilíbrio ruminal dos ovinos através da queda do pH causando redução no consumo e impactando sobre o desempenho e a lucratividade dos confinamentos (FERRARETTO et al., 2013). Dessa maneira as proporções de concentrado na dieta, bem como métodos de conservação de alimentos devem ser pesquisadas a fim de conhecer os limites adequados para a máxima eficiência alimentar dos ruminantes.

Portanto, estratégias nutricionais devem ser utilizadas para otimizar a digestibilidade do amido uma vez que pode variar de 70 a 100 %. Os processamentos do grão de milho garantem melhorias na degradabilidade e digestibilidade dos nutrientes (GIUBERTI et al., 2014). O milho moído, reidratado e ensilado (MMRE) é uma dessas alternativas e tem como objetivo além de conservar, papel principal do processo de ensilagem, aumenta a digestibilidade do amido no qual permite ao produtor a compra do milho no período em que o grão está com menor custo (MOMBACH et al., 2018).

Porém, o tempo mínimo de estocagem do MMRE que garanta aumento na degradabilidade e digestibilidade das dietas de ovinos ainda não é conhecido. Neste sentido, objetivou-se avaliar a forma do processamento do milho (milho moído seco ou milho moído, reidratado e ensilado (MMRE)), o tempo de estocagem do MMRE (45 ou 90 dias) e a proporção de concentrado na dieta (850 ou 650 g de concentrado/kg MS) de

ovinos sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, degradabilidade *in situ* da MS, os parâmetros ruminais e o balanço de nitrogênio.

1.2 Milho Grão

O Brasil se destaca no cenário mundial por ser um dos maiores produtores de milho grão, com a produção que se aproximou de 89,2 milhões de toneladas em 2017/18 e com uma expectativa para daqui dez anos, que esses números estejam próximos a 113,2 milhões de toneladas, com uma demanda interna de 66,7% da produção (BRASIL, 2017).

O milho (*Zea mays* L.) é uma planta monoica que pertence à família Gramineae/Poaceae, fatores ambientais afetam seu desenvolvimento, bem como, os aspectos vegetativos e reprodutivos. O resultado geral da seleção natural e domesticação produziram uma planta anual, desenvolvida para a produção de grãos com porte de um a quatro metros de altura, para atender tanto a alimentação humana quanto de animais domésticos e também, para a produção de forragem (GERLACH et al., 2018)

O grão de milho é essencialmente energético, formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta. Embora seja utilizado em larga escala como base energética da alimentação de monogástricos e ruminantes, estima-se que cerca de 5 milhões de toneladas são destinadas, anualmente, para o consumo humano e outras aplicações industriais (ARCARI et al., 2016).

Para garantir o abastecimento das cadeias produtivas que possuem o milho como matéria prima os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná as áreas de cultivo de milho estão em expansão em função de incentivo estadual (CONAB, 2016). Segundo Guimarães e Barros (2006), a cultura do milho é dividida em duas realidades de produção: em propriedades pequenas, onde o nível tecnológico aplicado é baixo e a reutilização de sementes, ausência de assistência técnica, adubação é uma realidade; a outra realidade são propriedades com alto nível de tecnologias, maquinários, agricultura de precisão que vem aumentando juntamente com o uso de sementes de híbridos de grande produtividade.

Na composição de dietas de ruminantes, o milho é o alimento energético base, apresentando 90,0 g/kg de PB na MS, 610,0 g/kg amido, 190,0 g/kg de glúten, 40,0 g/kg de germe e 120,0 g/kg de água na MS (ARCARI et al., 2016) e pode ser oferecido para bovinos em até 700 g/kg da dieta, no qual se deve aumentar a textura da moagem,

respectivamente ao aumento do teor de milho na ração. Já para ovinos, pode-se utilizar até mesmo o grão inteiro.

O milho usado em dietas para ruminantes geralmente é na forma de fubá, que é o grão de milho triturado. Andrade et al., (2014), descreve valores para o fubá de milho de 874,2 g/kg de MS; 114,2 g/kg de PB; 24,9 g/kg de EE; 848,0 g/kg de CT; 730,2 g/kg de CNF; e 834,7 g/kg de NDT.

Os métodos mais utilizados para o processamento do grão de milho incluem tratamento físico ou físico-químicos. O objetivo dos tratamentos físicos é a redução no tamanho de partícula através da moagem pela força do impacto, compressão, corte ou atrito, resultando no aumento da superfície de contato, sem que haja alterações na composição química do material (MCKINNEY, 2006). A partir da moagem os grânulos de amido ainda permanecem na matriz proteica apenas existe a quebra do pericarpo que é parte externa do grão (JUNGES et al., 2017). Os tratamentos físico-químicos envolvem a aplicação de calor e/ou vapor promovendo a gelatinização do amido (floculação, extrusão, micronização) (DEFOOR et al., 2006).

O processo de ensilagem do milho reduz a integridade da matriz proteica que envolve os grânulos de amido de milho, o que aumenta a disponibilidade de amido para a ação da atividade enzimática bacteriana e conseqüentemente melhoram a digestibilidade *in vitro* do amido (HOFFMAN et al., 2011; FERRARETTO et al., 2015). Estudos recentes sugerem que o aumento na degradabilidade ruminal do amido da silagem de milho moído reidratado foi notada em até 330 dias de tempo de estocagem (ARCARI et al., 2016)

1.3 Milho moído reidratado e ensilado (MMRE).

Técnicas de processamento do milho, como a ensilagem do grão com alto teor de umidade têm por alvo aumentar a digestibilidade do amido (FERRARETTO et al., 2013). Dessa maneira, a reidratação consiste em devolver ao grão já seco a umidade adequada em torno de 30% matéria seca para que o mesmo seja fermentado na ensilagem, além de potencialmente aumentar a digestibilidade do amido (JUNGES et al., 2017). Contudo, torna-se uma alternativa a aquisição na época em que o cereal é encontrado com valores

mais baixos. Além de proteger o material de perdas pela má conservação devido a alta umidade e ataque de roedores.

Os grânulos de amido possuem regiões organizadas, denominadas cristalinas, e regiões não organizadas, denominadas amorfas. As regiões cristalinas são compostas principalmente por amilopectina, mais resistentes a entrada de água e ao ataque enzimático. As regiões amorfas são compostas principalmente de amilose, menos densa, o que admite livre movimentação de água, e é por onde se inicia o ataque enzimático (ROONEY & PFLUGFELDER, 1986). Assim, tem sido demonstrado que os processamentos mais intensos como a ensilagem do grão úmido (HOFFMAN et al., 2011; PANICHI et al., 2012) e a floculação (ZINN et al., 2002) promovem maior eficiência alimentar que a simples moagem dos grãos. A maior eficiência alimentar de grãos ensilados é atribuída à proteólise que ocorre no silo por enzimas microbianas na matriz proteica, envolvendo os grânulos de amido, que apresenta efeito positivo sobre a digestibilidade do amido (DEFOOR et al., 2006;).

O grão úmido de milho não pode ser ensilado na forma de grão inteiro, pois além da moagem facilitar o consumo pelos animais, diminui o espaço vazio entre as partículas, interferindo no aumento da ação das bactérias acidófilas e como resultado, maior armazenamento dos grãos no mesmo espaço em que se poderia armazenar a silagem de planta inteira (PANICHI et al., 2012).

Processamentos de grãos aumentam a degradabilidade ruminal do amido, melhorando o aproveitamento do nutriente pelo animal. Benton et al., (2005) asseguraram que um longo período de ensilagem, juntamente com processamento intensivo e umidade mais elevadas do milho, levou a um aumento da degradabilidade na matéria seca do amido.

Silva et al., (2006) afirmaram que para aumentar a disponibilidade de energia da dieta sem que se aumente o teor de concentrado, pode ser obtido através do processamento de grãos, que aumenta a disponibilidade do amido para a digestão. Na alimentação de bovinos Lugão et al., (2011), recomendaram utilizar moagem grossa, ou seja, quebra do grão em três ou quatro partes, através de peneira de 1,5 mm.

Quanto maior a quantidade de água, maior e melhor será a compactação, mas o teor de umidade da massa ensilada não pode ultrapassar a 40%, pois prejudica o desenvolvimento das bactérias homo fermentativas e dificulta a mistura com outros ingredientes devido à agregação de partículas formando agregados circulares (FERRARETTO et al., 2015). Já em situações em que o teor de umidade estiver inferior

a 28%, a adição de água limpa e não clorada pode ser uma saída muito útil para assegurar esta umidade e facilitar a compactação, visto que o baixo teor de água resulta em fermentações indesejáveis. O tempo necessário para que ocorra a fermentação da silagem é de 21 a 28 dias, sendo desde o enchimento do silo até a sua abertura. (DA SILVA et al., 2018)

Lopes et al., (2002) trabalharam com grãos de milho seco e grãos de milho úmidos ensilados e relataram que os grãos secos apresentavam uma coroa de precipitação possivelmente proteica em volta do amido, o que não ocorreu com os grãos de milho úmido ensilado. Nestes grânulos em volta do amido apresentava uma camada superficial rompida e a ausência da camada proteica.

Benton et al., (2005) citaram que pesquisas tem mostrado que o armazenamento e alimentação de milhos de alta-umidade aumentou a conversão alimentar em 8% comparando com milho seco laminado em confinamento e enfatizaram que o tamanho de partícula em amostras pode afetar as estimativas de matéria seca ou digestibilidade do amido e degradabilidade da proteína.

Bitencourt et al., (2009) avaliaram o efeito da reidratação e ensilagem de milho duro finamente moído a 2mm ou da extrusão sobre digestibilidade. Concluíram que houve tendência de aumento na digestibilidade da matéria orgânica no tratamento com milho ensilado (76,6% *versus* 76,1%).

Devido ao alto teor de umidade, dificuldades ou impossibilidades da silagem de grão úmido de milho em ração total são evidentes, sendo necessário seu preparo diário ao fornecimento aos animais, pois a partir dos poucos trabalhos realizados nesta área, identificou-se que é um produto que necessita ser consumido em um prazo máximo de 24 horas, quando retirado do silo (JUNGES et al., 2017).

1.4 Digestibilidade do Amido

O processamento do milho aumenta a utilização do amido, *in vitro*, *in situ* e *in vivo* em virtude da melhora da fermentação ruminal e da digestão intestinal (THEURER, 1986).

O amido de milho é uma das principais fontes de energia em dietas para vacas leiteiras. Portanto, estratégias nutricionais utilizadas para otimizar a digestibilidade deste nutriente pode aumentar a eficiência da produção de leite, porque a digestibilidade do amido de milho varia de 70 a 100% (FIRKINS et al., 2001). O amido é a principal fonte

de energia no grão de milho, fonte de energia alimentar predominante nos Estados Unidos e compreende aproximadamente 70% (base de MS) de sua nutriente composição (USDA-ERS, 2016).

O principal carboidrato presente no endosperma do milho é o amido, composto por polímeros de glicose lineares e ramificados denominados amilose e amilopectina, respectivamente (FRENCH, 1973).

O amido corresponde a principal fonte de energia em sistemas intensivos de produção, o que torna de grande importância que se obtenha seu máximo aproveitamento. Assim, devido às características físicas dos grãos de milho e sorgo, principalmente os utilizados no Brasil, torna-se necessário a realização de algum tipo de processamento, pois esse permite melhorar a eficiência de utilização de nutrientes dos alimentos pelos microrganismos ruminantes e pelo trato digestório total (BARAJAS et al., 1998; CORREA et al., 2002; ANTUNES et al., 2006) de forma a reduzir perdas e maximizar a utilização do amido.

A fermentação ruminal do amido pode variar de menos de 50% a mais de 90%, e é uma função da taxa de fermentação (kd) e taxa de passagem (kp) das partículas do alimento no rúmen (GRANT, 2005). Algumas pesquisas têm tentado determinar ótimas concentrações dietéticas de amido. No entanto, uma quantidade ótima de amido dietético será função de vários fatores, incluindo a degradabilidade inerente da fonte de amido, o método de processamento, a quantidade de proteína solúvel, FDN, método de alimentação, e meio ambiente.

Jurjanz et al., (2005) observaram menor degradabilidade ruminal efetiva do amido em grãos de milho antes (70,2%) do que depois (92,3%) da ensilagem. Em estudo, Hoffman et al., (2009) acompanharam o destino da matriz Proteica em silagens de grão úmido de milho armazenadas por 240 dias e observaram que a ensilagem reduziu as concentrações de prolaminas. Portanto, o amido, está entre as principais fontes de energia para os ruminantes, apresenta algumas características que dificultam a sua digestibilidade e por isso torna-se importante o processamento dos grãos para quebrar essas barreiras e aumentar a disponibilidade dos grânulos de amido para os microrganismos e os animais.

1.5 Tempo de estocagem do MMRE

O processo de utilização da reidratação do grão de milho silagem ganhou interesse com pesquisadores brasileiros (Rezende et al., 2014; Junges et al., 2015; Moraes et al., 2015), principalmente devido ao alto grau de vitreosidade do endosperma (alta concentração de matriz de amido-proteína ao redor dos grânulos de amido) e consequentemente a baixa digestibilidade dos híbridos de milho cultivadas atualmente no Brasil (Correa et al., 2002).

Carvalho et al., (2016) utilizando o MMRE com quatro repetições para cada tempo de estocagem: 5, 15, 30, 60, 90, 150, 210 e 280 dias. Após um ensaio de digestibilidade *in vitro* do MMRE e observaram um aumento significativo para maiores dias de estocagem que chegaram a 428 g/kg de MS após 3 h de incubação o que segundo o autor pode causar desordens no rúmen, fato que os nutricionistas precisam considerar durante a formulação da dieta.

Acari et al., (2016) realizou uma ensaio de degradabilidade *in situ* das amostras do MMRE com os tempos de estocagem de 3, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 e 330 dias e observou que aumento do período de armazenamento afetou todas as variáveis de degradabilidade do amido do MMRE. A degradabilidade efetiva (ED) do amido aumentou em todas as simulações (ED2, ED5 e ED8) de acordo com o aumento do tempo de ensilagem. A fração rapidamente degradável (fração A) ($P < 0,0001$) e a taxa de degradação do lentamente degradável A fração (fração C) ($P < 0,0001$) de amido de HGC foram maiores 3,51 e 2,21 vezes, respectivamente, durante o período de ensilagem.

Foi observado ainda que o teor de amido do MMRE após 330 dias de ensilagem foi reduzido em 2,4% quando comparado terceiro dia do período de ensilagem. O desaparecimento do amido MMRE foi relativamente constante através do tempo de ensilagem. No entanto, após 240 dias de ensilando, a curva do desaparecimento do amido atingiu estabilização aparente (ACARI et al., 2016). Uma redução de amido durante o processo de ensilagem também foi relatado por outros estudos utilizando silagem de milho (PETTERSON; LINDGREN, 1990)

Kung et al., (2014) trabalhando com os tempos de estocagem do MMRE 0, 70 e 140 dias confirmam o processo de ensilagem promoveu a protease ao MMRE e que o tratamento de reidratação e ensilagem do milho poderia ser um método para obter

melhores valores de digestibilidade do amido após um período relativamente curto de ensilagem.

Hoffman et al., (2011) avaliando o armazenamento do milho moído e reidratado por um período de 240 dias, observaram que o processo de reidratação e ensilagem do milho moído favoreceram o aumento na concentração de amônia podendo ser reflexo da degradação de proteínas por ação bacteriana durante o processo de ensilagem. Resultados semelhantes foram relatados para silagem de milho integral com o avanço do tempo de ensilagem. (DER BEDROSIANO et al., 2012).

Ferrareto et al., (2018) avaliando o efeito da reidratação e ensilagem do milho moído seco com diferentes dias de estocagem, (0, 1, 3, 7, 14 e 28 dias) com concentrações variadas de grãos cervejeiros úmidos sobre o perfil de fermentação ruminal in vitro e digestibilidade do amido observaram que a reidratação e ensilagem resultaram em maior digestibilidade do amido. Outros estudos também relataram que o aumento tempo de ensilagem resultou em maior digestibilidade do amido in vitro (HALLADA, 2009; DER BEDROSIAN et al., 2012).

1.6 Nível de concentrado e suas consequências sobre o pH e acidose ruminal

As alterações nas proporções de volumoso e concentrado das dietas dos ruminantes permite aumentar a quantidade de matéria orgânica fermentada e a disponibilidade energética das rações que é um dos fatores limitantes para o crescimento microbiano (CLARK *et al.*, 1992). Dessa maneira a busca para garantir equilíbrio entre o Ph, saúde ruminal e o nível concentrado são parâmetros que favorecem maiores ganhos produtivos refletindo na lucratividade do sistema.

A rápida degradabilidade e a queda do pH é causada pela grande quantidade de carboidratos presente nas dietas de alto grão, podendo causar efeitos metabólicos negativos como a acidose ruminal, redução na digestibilidade da FDN e no consumo, causada pela diminuição das bactérias celulolíticas em relação das aminolíticas (FERRARETO et al., 2013).

Silva et al., (2015) avaliando os níveis de concentrado 400, 500, 600, 700 e 800 g de concentrado por kg de MS na dietas de ovinos observaram que os consumos de MS, MO, PB, CNF e NDT, aumentaram linearmente com o aumento da proporção de concentrado na dieta e que os maiores consumos de matéria seca e nutrientes, com

exceção da FDN, foram verificados quando os animais consumiram a dieta com 80% de concentrado.

Os carboidratos não estruturais possuem coeficiente de digestibilidade aparente acima de 90% (MORENO et al., 2010). Estas considerações sugerem maior ingestão de matéria seca em rações que possuem maiores quantidade de concentrado, além de apresentarem decréscimo linear no pH ruminal. (SILVA et al.,2015; TRIPATHI et al., 2007).

A alta taxa de degradação das dietas com grandes níveis de concentrado, geralmente resulta em queda do pH e da digestibilidade da FDN (DIJKSTRA et al., 2012). O pH crítico, abaixo do qual a degradação da fibra é prejudicada é de aproximadamente 6,0-6,3 (MOURIÑO et al., 2001). Palmonari et al. (2010), trabalhando com técnicas moleculares concluíram que vacas com pH 6,1 podem manter populações de bactérias celulolíticas normais.

A regulação do pH ruminal depende do nível de fibra fisicamente efetivas na dieta (Beauchemin et al., 2003), do resultado líquido entre a produção e a absorção dos ácidos graxos, do fluxo de saliva e da sua capacidade de tamponamento do rúmen. A vulnerabilidade do epitélio ruminal ocorre quando o pH ruminal é menor que 5,6 por mais de uma hora (GOZHO et al., 2005).

A diminuição da ruminação e salivação geralmente está associada a dietas de altos teores concentrados gerando a redução da capacidade tampão, juntamente com a rápida degradação dos carboidratos solúveis pelos microrganismos ruminais resultando na produção de AGV e na queda do pH ruminal (TRIPATHI et al., 2007).

O resultado da fermentação ruminal dos carboidratos são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) que serão utilizados como fonte de energia pelo hospedeiro. Dessa maneira dietas ricas em concentrado de fácil fermentação favorece essa produção, onde o ácido propiônico é o principal substrato energético utilizado pelos ruminantes como fonte de glicose (KARA et al., 2014).

A acidose ruminal é um distúrbio digestivo recorrente em ruminantes alimentados com dietas ricas em concentrado e tem como principal característica a queda do pH resultado a rápida taxa de fermentação dos CNF e reflete diretamente no desempenho produtivo. (TAJIMA et al. 2001; ROTGER et al. 2006). Quando as dietas são ricas em amido, o pH ruminal diminui abaixo de 5,5 com um acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGV) e lactato, levando a ocorrência de acidose ruminal (Kleen e Cannizzo 2012). Esses

dois eventos são geralmente simultâneos e, portanto, confundido (Calsamiglia et al. 2012).

Vários estudos determinaram os efeitos do nível de volumoso na atividade mastigatória e no pH ruminal (Zebeli et al., 2007; Yang e Beauchemin, 2009; Lechartier e Peyraud, 2010). Esses estudos mostraram consistentemente que o aumento do teor de volumoso aumentou a atividade mastigatória e elevou o pH ruminal. Dessa forma a busca pelo equilíbrio ruminal deve ser buscado a fim de associar a saúde animal e ganhos produtivos que favorecem a lucratividade dos sistemas de produção.

1.7 Perdas durante o processo de armazenamento do MMRE

As perdas durante o processo de ensilagem podem chegar a 70% do armazenado nas áreas periféricas e próximas às paredes laterais dos silos e estão relacionados ao esgotamento das frações de carboidratos digestíveis e de ácidos orgânicos (Bolsen et al., 1993). Whitlock et al., (2000) alimentaram novilhos com silagem de milho estragada e relatou uma diminuição na ingestão de MS, digestibilidade da MO e digestibilidade da FDN de 7,4, 6,6 e 11,3%, respectivamente, quando apenas 5% da silagem estragada foi incluído na ração.

A exposição da silagem ao ar é indesejável devido aos riscos dos efeitos negativos que estão na proliferação de agentes potencialmente patogênicos, microorganismos indesejáveis (Lindgren et al., 2002) e síntese de micotoxinas (Richard et al., 2009) que afetem diretamente na saúde e produção animal. (Kung et al., 1998).

Reis et al., (2008) avaliando o efeito de inoculante sobre as perdas nos períodos de fermentação e pós-abertura da silagem de grãos úmidos de milho, não observaram influência nos valores de pH e nas perdas por gás e por efluentes, porém notou-se que com a inoculação, o material ensilado foi eficaz no controle de leveduras e fungos o que promoveu o aumento na estabilidade aeróbica da silagem.

Faustino et al., (2018) avaliando o processo de reidratação e ensilagem do sorgo moído com soro do leite, concluíram que o processo de reidratação é uma alternativa para o uso do grão sem perda nutricional quando há atraso na colheita, e a utilização do soro de leite como fonte de reidratação do grão proporciona maior incremento nutricional ao

material ensilado, além de ser uma forma de reaproveitamento do soro de leite, visto que ainda é considerado um agente de poluição ambiental.

Rezende et al. (2014) avaliando o efeito da reidratação da silagem de grãos de milho com água ou soro de leite, observaram que o soro de leite tem um grande potencial para ser usado na reidratação do grão de milho no processo de ensilagem, isto porque houve uma melhora no processo de fermentação, e também um aumento da estabilidade aeróbia das silagens, o que reflete diretamente em menores perdas maior conservação do material ensilado.

Acari et al., (2016) avaliando o processo de ensilagem do milho nos tempos de estocagem de 3, 30,60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 e 330 observaram que a composição química e os produtos finais da fermentação e matéria não apresentaram variações significativas durante o tempo de ensilagem. Estes resultados podem ser explicados pela ausência de deterioração da massa da silagem, que poderia ser responsável para a degradação de proteínas e sua volatilização para a forma $\text{NH}_3\text{-N}$, bem como a degradação de outros componentes com consequente perda de matéria seca.

Carvalho et al., (2016) utilizando o MMRE com quatro repetições para cada tempo de estocagem: 5, 15, 30, 60, 90, 150, 210 e 280 dias observou que os percentuais de perda de MS (valor máximo de 7,6% da MS ensilada) foram semelhantes ou inferiores do que as perdas observadas na silagem total de milho (Santos et al., 2016), e similares às perdas da silagem do milho moído reidratado (Rezende et al., 2014).

1.8 Referências

ANDRADE, I. R. A. D., CÂNDIDO, M. J. D., POMPEU, R. C. F. F., GUIMARÃES, V. P., SILVA, L. V. D., & EVANGELISTA, M. E. S. Productive and economic performance of feedlot sheep using different protein sources in concentrate food. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 3, p. 717-730, 2014.

BENTON, J. R., KLOPFENSTEIN, T. J., & ERICKSON, G. E. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. 2005.

BITENCOURT, L. L., SIÉCOLA JÚNIOR, S., MELO, L. Q., LOPES, N. M., SILVEIRA, V. A., RIOS, I. R., SILVA, J. R. M., PEREIRA, R. A. N., PEREIRA, M. N. Performance of dairy cows fed extruded or hydrated and ensiled mature corn grain. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, p.96-97, 2009.

BRASIL,. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2016/2017 a 2026/2027. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília: Mapa/ACS, 2017.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2016/2017 - primeiro levantamento - Outubro, **Companhia nacional de Abastecimento**, Brasília, 2016.

GOES, R. H. T. B.; SILVA, L. H. X.; SOUZA, K. A. **Alimentos e Alimentação Animal**. UFGD, 80p, 2013.

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

DEFFOOR, P. J., BROWN, M. S., & OWENS, F. N. Reconstitution of grain sorghum for ruminants. In: **Oklahoma cattle grain processing symposium**. 2006.

FERNANDES, J., JULIANA. **Influência de genótipo, maturidade e tempo de armazenamento na qualidade de silagens de grãos de milho com alta umidade**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

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**, v. 96, n. 1, p. 533-550, 2013.

FERRARETTO, L. F., TAYSOM, K., TAYSOM, D. M., SHAVER, R. D., & HOFFMAN, P. C. FERRARETTO, L. F. et al. Relationships between dry matter content,

ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal in vitro starch digestibility in high-moisture corn samples. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 5, p. 3221-3227, 2014.

FERRARETTO, L. F., FREDIN, S. M., & SHAVER, R. D. Influence of ensiling, exogenous protease addition, and bacterial inoculation on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal in vitro starch digestibility in rehydrated and high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 10, p. 7318-7327, 2015.

FERRARETTO, L. F., SILVA FILHO, W. I., FERNANDES, T., KIM, D. H., & SULTANA, H. Effect of ensiling time on fermentation profile and ruminal in vitro starch digestibility in rehydrated corn with or without varied concentrations of wet brewers grains. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4643-4649, 2018.

FIRKINS, J. L., EASTRIDGE, M. L., ST-PIERRE, N. R., & NOFTSGER, S. M. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. suppl_E, p. E218-E238, 2001.

FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. **Journal of Animal Science**, v. 37, n. 4, p. 1048-1061, 1973.

GRANT, R. Optimizing starch concentrations in dairy rations. In: **Proc Tri-State Dairy Nutr Conf, Fort Wayne, IN**. 2005. p. 73-79.

GUIMARÃES, V. D. A., & BARROS, G. S. A. D. C. Análise do armazenamento de milho no Brasil em um mercado de economia aberta. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 44, n. 4, p. 751-771, 2006.

HOFFMAN, P. C., & SHAVER, R. D. Corn Biochemistry: Factors Related to starch digestibility in ruminants. In: **Dairy Health and Nutrition Conference New York**. 2009.

HOFFMAN, P. C., ESSER, N. M., SHAVER, R. D., COBLENTZ, W. K., SCOTT, M. P., BODNAR, A. L., ... & CHARLEY, R. C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 5, p. 2465-2474, 2011.

JUNGES, D., MORAIS, G., SPOTO, M. H. F., SANTOS, P. S., ADESOGAN, A. T., NUSSIO, L. G., & DANIEL, J. L. P. Influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 9048-9051, 2017.

JURJANZ, S., & MONTEILS, V. Ruminal degradability of corn forages depending on the processing method employed. **Animal Research**, v. 54, n. 1, p. 3-15, 2005

KUNG Jr, L., WINDLE, M. C., & WALKER, N. The effect of an exogenous protease on the fermentation and nutritive value of high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 3, p. 1707-1712, 2014.

LOPES, A. B. R. C., LEONEL, M., CEREDA, M. P., & BERTO, D. A. The effect of the ensilage process of moist corn grains on the microscopic characteristics of the starch. **Braz J Food Technol**, v. 5, p. 177-181, 2002.

LUGÃO, S. M. B., KIYOTA, N.; VIEIRA, J. A. N.; YAGI, R.; Silagem de Grão Úmido de Milho. In: KIYOTA, Norma et. al., Silagem de Milho na Atividade Leiteira do Sudoeste do Paraná: do manejo de solo e de seus nutrientes a ensilagem de planta inteira e grãos úmidos. Lapar, 2011. p. 99 - 112

MCKINNEY, L. J. Grain processing: particle size reduction methods. In: **Oklahoma State University's Cattle Grain Processing Symposium. Tulsa: Oklahoma**. 2006.

MOMBACH, M. A., PEREIRA, D. H., DO SANTOS PINA, D., PEREIRA, O. G., & BOLSON, D. C. MIRCÉIA ANGELE .Rehydration of dry corn grain as an alternative for conservation purposes. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 9, p. 1472, 2018.

MORAIS, G., KLEINSHMITT, C., SALVO, P.A., WINCKLER, J.P., SILVA, J., PASATTI, M.H.O., DANIEL, J.L.P. and NUSSIO, L.G. Ruminant degradability and aerobic stability of reconstituted corn grain silages treated with sodium benzoate, in: Proc. XVII **International Silage Conference**. Univ. São Paulo, Brazil, pp. 552–553, 2015.

PANICHI, A., COSTA, C., ALMEIDA JUNIOR, G. A., MEIRELLES, P., SILVA, M., & SILVEIRA, J. Substitution of dry shelled corn by the high moisture corn silage for lactating holstein cows. **Archives of Veterinary Science**, v. 17, n. 4, p. 83-92, 2012.

REZENDE, A.V., RABELO, C.H.S., VEIGA, R.M., ANDRADE, L.P., HARTER, C.J., RABELO, F.H.S., BASSP, F.C., NOGUEIRA, D.A. and REIS, R.A. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. **Anim Feed Sci Technol** 197, 213–221, 2014.

ROONEY, L. W., & PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1607-1623, 1986.

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

THEURER, C. B. BRENT. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, 1986.

USDA-ERS. 2016. Overview. United States Department of Agriculture. Accessed Dec. 2, 2016. <https://www.ersusda.gov/topics/crops/corn.aspx>

ZINN, R. A., OWENS, F. N., & WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 5, p. 1145-1156, 2002.

II – OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a forma de fornecimento do milho (milho moído seco ou milho moído, reidratado e ensilado (MMRE)), os tempos de estocagem do MMRE (45 ou 90 dias) e a proporção de concentrado (850 ou 650 g de concentrado/kg MS) na dieta de ovinos.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar os efeitos das dietas experimentais sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes.

Avaliar os efeitos das dietas experimentais sobre a degradabilidade *in situ* da matéria seca do milho moído e do MMRE.

Avaliar os efeitos das dietas experimentais sobre parâmetros ruminais.

Avaliar os efeitos das dietas experimentais sobre balanço de nitrogênio.

III - MATERIAL E METODOS

3.1 Princípios éticos da experimentação animal

Todos os procedimentos com os animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais, da Universidade Estadual de Santa Cruz, com o protocolo 003/18.

3.2 Animais, local, dietas e coleta de dados

Foram utilizados 10 ovinos mestiços Santa Inês, sendo cinco fistulados e cinco não fistulados, castrados, com aproximadamente 240 dias de idade e com corporal (PC) médio inicial de $33,57 \pm 6,0$ kg.

Os animais foram mantidos em baias individuais de $0,96 \text{ m}^2$, com piso ripado e suspenso a 1 m do solo, providas de comedouros, bebedouros e sistema para colheita de fezes e urina, localizadas no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Alimentação de Ruminantes, da Universidade Estadual de Santa Cruz.

O delineamento experimental foi dois quadrados latinos 5×5 (um com cinco ovinos canulados e outro com cinco sem ser canulado). Dentro de cada quadrado latino, as cinco dietas experimentais (T1: Controle com milho moído seco e 850g de concentrado/kg MS; T2: 850g de concentrado/kg MS e MMRE com 45 dias de estocagem, T3: 850g de concentrado/kg MS e MMRE com 90 dias de estocagem, T4: 650g de concentrado/kg MS e MMRE com 45 dias de estocagem e T5: 650g de concentrado/kg MS e MMRE com 90 dias de estocagem foram aleatoriamente distribuídos aos ovinos. O experimento foi dividido em 5 períodos, cada período durou 15 dias, com os primeiros 12 dias de adaptação e nos últimos três dias para amostragem e coleta de dados, totalizando 75 dias de período experimental.

As dietas experimentais foram compostas por silagem de milho e o concentrado a base de farelo de soja, ureia, premix mineral, calcário, além do MMRE ou milho moído seco (Tabela 1).

Tabela 1. Ingredientes e composição química das dietas experimentais, silagem do milho e do milho, moído reidratado e ensilado (MMRE).

Item	Control e	Tempo de estocagem do MMRE				Silagem m de milho	MMR E 45 dias	MMR E 90 dias
		45 d		90 d				
		850 g/kg concentrado		650 g/kg concentrado				
Proporção dos ingredientes ¹								
Silagem de milho	150,0	150,0	150,0	350,0	350,0			
MMRE	-	658,1	658,1	399,2	399,2			
Farelo de soja	136,3	136,3	136,3	200,8	200,8			
Milho moído	658,1	-	-	-	-			
Ureia	10,0	10,0	10,0	2,0	2,0			
Premix mineral ³	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0			
Calcário calcítico	18,6	18,6	18,6	20,0	20,0			
Bicarbonato de sódio	15,0	15,0	15,0	16,0	16,0			
Composição química								
Matéria seca ²	780,9	620,4	622,7	580,3	581,7	333,8	611,2	614,6
Matéria orgânica	940,7	937,5	937,9	938,9	939,1	963,2	987,7	988,2
Extrato etéreo	45,2	44,9	44,0	41,6	41,1	40,4	51,3	50,0
Proteína bruta	169,8	162,9	161,7	173,6	172,8	81,3	94,9	93,1
FDNcp ²	189,5	141,8	136,8	213,3	210,3	412,0	76,4	68,9
Carboidratos não fibrosos	536,1	588,0	595,3	510,4	514,9	429,4	765,1	776,2
Amido	725,7	729,7	732,1	723,7	725,2	262,1	841,6	845,2
Carboidratos totais	484,7	543,2	564,5	398,4	411,3	841,4	757,1	789,6
Energia bruta (MJ/ kg MS)	18,5	18,4	18,4	18,4	18,3	19,0	19,0	18,4

¹, g/kg; ², g/kg MN; MMRE, milho moído, reidratado e ensilado; ³ composição do CrinaRumiStar Cálcio, 160g/kg; Fósforo, 16g/kg; Enxofre, 36g/kg; Magnésio 20g/kg, Potássio 34g/kg; Sódio, 56g/kg; Cobalto 8mg/kg; Cobre, 540 mg/kg; Cromo, 6,7mg/kg; Iodo 27,5 mg/kg; Manganês 1.070mg/kg; Selênio, 6,7mg/kg; Zinco, 2.000 mg/kg; Vitamina A, 168.000U.I/kg, Vitamina D3, 17.000 U.I/kg; Vitamina E; Biotina, 90mg/kg; Amilase, 11.400 KNU/kg; D-Limonese, 3000mg/kg; Saccharomyces cerevisiae, 2,7x10E9 UFC/kg; Flúor 160mg/kg.

Para a confecção da silagem de milho, moído e reidratado, o mesmo foi moído em moinho com peneira de 2,0 mm de diâmetro e umedecido a fim de garantir a umidade para teores próximos a 350 g/kg da MS (DA SILVA et al., 2018). Para isso, foi utilizada a proporção de 10 kg de milho moído para cada 4 litros de água, sendo misturado de forma manual, transferido e compactado em sacos dentro de tambores

plásticos com capacidade de 200 litros, onde foi vedado e armazenado até o início do experimento. Os tempos de estocagem foram considerados em função do início de cada período experimental.

Todos os dias do período experimental, os alimentos, na forma de mistura completa, foram pesados individualmente, homogeneizados manualmente e ofertados duas vezes ao dia (8 h e 14 h) permitindo sobras em torno de 200g/kg do total fornecido.

A dieta fornecida assim como as sobras foram coletadas e pesadas, do 13° ao 15° dia de cada período, armazenadas em freezer a (- 20°C) e realizada uma amostra composta, por período, para cada animal, para determinação do consumo, através da diferença entre a dieta fornecida e as sobras.

Foram registradas e coletadas as quantidades de alimento fornecido, sobras, fezes e urina de cada animal do 13° ao 15° dia de cada período. Nos 1° e 15° dias de cada período experimental, todos os ovinos foram pesados para obtenção do peso médio.

Os ingredientes das dietas foram amostrados individualmente, silagem de milho, concentrado e MMRE. As sobras foram pesadas em balança eletrônica com precisão 0,5g e homogeneizadas, para confecção das amostras compostas (três dias), das quais se separou alíquotas de aproximadamente 500 g/kg do volume total, que foram identificadas e armazenadas a -20°C, para posterior processamento e análises laboratoriais.

Foram realizados 3 dias de coletas de fezes total, às 8h e 17h nos 3 últimos dias de cada período com auxílio de bolsas coletoras de fezes (adaptadas aos animais), e a pesagem, em balança eletrônica com precisão 0,5g, por dia de aproximadamente 100 g/kg do total excretado por animal e congeladas a -20°C. No último dia de coleta foi feito a soma dos três dias e por regra de três simples considerando uma amostra final por animal de 700g foi determinado à quantidade de fezes por dia que seria separada, então feita uma composta por animal e congeladas a (-20°C), para posterior secagem e análise química.

Nos três últimos dias de cada período experimental foram realizadas coletas de amostras do conteúdo ruminal. Foram coletadas amostras em três porções específicas do rumem (cranial, caudal e ventral), totalizando volume de cerca de 100 mL. As amostras foram coletadas a cada 2 horas, totalizando 5 horários de amostragem: 0 (antes da alimentação) e 2, 4, 6, 8, após a alimentação matutina. Após cada coleta, as amostras foram prensadas para separação das fases líquida e sólida. Foram realizadas

medidas de pH, com auxílio de medidor de pH digital, e, posteriormente foi coletado uma alíquota de 0,8 ml de líquido ruminal após 4 horas da alimentação com 0,2ml de ácido metafosfórico para posterior análise de concentrações de AGCC.

A urina total, coletada no período de 24 horas, em baldes coletores para urina, acoplados nas gaiolas metabólicas com a adição de 100 mL de H₂SO₄ a 200 mL/L, depois de mensurada em proveta graduada (em mililitros por dia), foi amostrada em uma alíquota de 100 mL, acondicionada em recipiente plástico com tampa rosqueável e armazenada a -20°C, para posterior análise laboratorial, sendo o teor de nitrogênio total obtido pelo método de micro Kjeldahl (AOAC, 2005).

3.3 Determinação do consumo, digestibilidade e composição química.

Todas as amostras de alimento fornecido, sobras e fezes foram descongeladas, submetidas à secagem parcial em estufa de ventilação forçada a $60 \pm 5^\circ\text{C}$ por 72 horas, e moídos em moinho de facas com peneira de porosidade de 1 mm de diâmetro para análises laboratorial.

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) conforme a metodologia da AOAC (2005). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada com α -amilase termoestável (100 μL /amostra) e sem a adição de sulfito de sódio (Mertens, 2002) e a fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) foi analisada sequencialmente com o resíduo do FDN (AOAC, 2005). As amostras foram autoclavadas a 110°C por 60 minutos com 4,3 à 5,7 psi (Barbosa et al., 2015). Tanto a FDN quanto o FDA foram expressos sem cinzas e proteínas residuais. A correção da FDN e FDA para os compostos nitrogenados e estimação dos conteúdos de compostos nitrogenados insolúveis nos detergentes neutro (NIDN) e ácido (NIDA) foram feitas conforme Licitra et al. (1996).

Para a determinação da concentração de amido dos alimentos fornecidos, sobras e fezes as amostras secas e moídas em moinho de facas foram novamente moídas em moinho de bola e submetidos à extração dos açúcares solúveis conforme Zhu et al. (2016).

O conteúdo dos carboidratos não fibrosos, (CNF) expresso em g/kg na MS, foi obtido a partir dos resultados da composição química dos alimentos, sendo $\text{CNF} = \text{MO} - (\text{PB} - \text{PB derivada da ureia} + \text{de ureia}) - \text{EE} - \text{FDN}_{\text{cp}}$, em que a ureia é representada

em g/MS, adaptadas de Hall (2000). A fim de reduzir os erros associados à estimativa da aFDN, referentes a contaminantes, como compostos nitrogenados e cinzas que superestimam o teor da fibra, substituiu-se nessa equação, os valores de FDN por FDNcp, como indicado por Detmann et al. (2012).

Através dos registros realizados no período de coleta de dados, obteve-se pela diferença entre a quantidade fornecida e a quantidade de sobras nos comedouros, o consumo dos alimentos.

Após análise laboratorial das dietas fornecidas, sobras e fezes, foi possível estimar o coeficiente de digestibilidade das dietas, obtido através da diferença entre o consumido e o excretado, em função do consumido. A energia digestível (ED) estimada conforme Weiss (1999).

Para a quantificação das concentrações de AGCC, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 2000 rpm a 10 minutos, cujo sobrenadante foi acondicionado em microtubos (ependorf) contendo 1 ml (1000 µl) de ácido metafosfórico. As amostras foram novamente centrifugadas a 15.000g (4°C), durante 50 minutos, e posteriormente analisadas em Cromatografia Líquida de Alto desempenho – HPLC (SHIMADZU, modelo SPD-10A VP acoplado ao Detector Ultra Violeta (UV) utilizando-se um comprimento de onda de 210 nm) e equipada com coluna SUPELCO C18 (medida de 30 cm x 7,9 mm de diâmetro, com fluxo de 0,8 ml/minuto, com pressão de 117 Kgf e com fase móvel de água em 1% de ácido sulfúrico).

A estimativa da produção de metano (CH₄) foi calculada pela equação proposta por Moss et al. (2000), que levam em consideração os ácidos graxos voláteis:

$$\text{CH}_4 \% = (\text{ácido acético} \times 0,45) - (\text{ácido propiônico} \times 0,275) + (\text{ácido butírico} \times 0,40)$$

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado com: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g).

3.4 Degradabilidade *in situ* da matéria seca do milho e do MMRE

A degradabilidade *in situ* da matéria seca foi realizada com os animais canulados de um dos quadrados latinos, durante o último período experimental. Foram incubadas amostras do milho moído seco e do MMRE dos dois tempos de estocagem (45 e 90 dias), as quais foram moídas Willey a 2 mm (Valente et al., 2015) e acondicionadas

em sacos de 5 x 5cm de tecido não tecido onde em cada saco recebeu 100g/m² de amostra (Da Silva Reis et al., 2017).

Os milhos utilizados em cada saco foram referentes às dietas que os animais estavam consumindo no período. Foram utilizados os seguintes tempos de incubação: 0, 2, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144. Os sacos foram dispostos no rúmen em ordem reversa quanto ao tempo de incubação, de modo que sua retirada do rúmen ocorresse simultaneamente. Após a retirada do rúmen os sacos foram lavados com água corrente até total clareamento e imediatamente transferidos para estufa de ventilação forçada (60°C), onde foram mantidos por 72 horas. Sequencialmente, foram secos em estufa não-ventilada (105°C por 45 minutos), acondicionados em dessecador (20 sacos/dessecador) e pesados (Detmann et al., 2001) para obtenção da MS não-digerida.

Os dados sobre o desaparecimento da matéria seca e proteína bruta foram ajustados por regressão não-linear, que prediz a degradabilidade potencial (DP) dos alimentos por meio do modelo proposto por ORSKOV e Mc DONALD (1979): $DP = a + b(1 - e^{-ct})$, em que a é fração solúvel; b, fração potencialmente degradável; e c, taxa de degradação da fração “b”.

A degradabilidade efetiva (DE) foi calculada segundo o modelo matemático proposto por ORSKOV e Mc DONALD (1979): $DE = a + ((b*c)/(c + kp))$, em que kp é taxa estimada de passagem de sólidos no rúmen, assumindo valores de 2, 5 e 8%/h (ARC, 1984).

3.5 Análise Estatística

A normalidade de distribuição e a homogeneidade dos resíduos foram testados usando PROC UNIVARIATE (SAS Institute, 2002). Os dados foram submetidos ao procedimento MIXED MODEL do SAS (SAS Institute, 2002). O modelo incluiu tempo de estocagem do MMRE, nível de concentrado e a interação como efeitos fixos e quadrado, período e animal como um efeito aleatório. Os dados de pH foram analisados como medidas repetidas no tempo.

As médias entre as dietas experimentais foram comparadas usando contrastes ortogonais. O contraste 1 foi realizado para avaliar o efeito da reidratação e ensilagem do milho moído, onde comparou a dieta controle com as dietas com MMRE com 850g

de concentrado/kg MS. O contraste 2 teve por objetivo comparar o tempo de estocagem (45 x 90 dias) do MMRE e o contraste 3 comparar proporção de concentrado na dieta (850 x 650 g de concentrado/ kg MS). Na degradação *in situ* da MS o contraste 1 teve objetivo de comparar o milho moído seco com os MMRE, já o contraste 2 comparou os tempos de estocagens (45 x 90 dias).

Os efeitos foram considerados significativos em $P \leq 0,05$ e as tendências foram discutidas em $P \leq 0,10$.

IV- RESULTADOS

4.1 Consumo e digestibilidade

As dietas experimentais não influenciaram ($P > 0,05$, Tabela 2) o consumo de MS (g/d; g/kg PC e g/kg PC^{0,75}), MO, EE, CT e ED, nos quais observaram-se valores médios, respectivamente, de 1064,4 g/d; 26,8 g/kg PC; 67,1 g/kg PC^{0,75}; 1002,0 g/d; 45,7 g/d; 777,6 g/d e 18,7 MJ/dia.

Quando se avaliou a forma de fornecimento do milho (Contraste 1: dieta controle x MMRE em dieta com 850 g de concentrado /kg de MS) observou-se que o processo de reidratação e ensilagem milho diminuiu ($P < 0,05$; Tabela 2) o consumo e a digestibilidade da FDNcp em, respectivamente, 252 e 264,5 g/kg, em relação à dieta controle (Tabela 2). No entanto, as dietas com MMRE aumentaram em 164,1 ($P = 0,054$; Tabela 2) e 194 g/kg MS ($P = 0,026$; Tabela 2) os consumos de CNF e amido, respectivamente e aumentou ($P = 0,043$; Tabela 2) em 32,54 g/kg a digestibilidade total dos CNF. Portanto, reidratar e ensilar o milho moído promoveu aumento no consumo e digestibilidade de carboidratos de conteúdo celular, mas não aumentou ($P = 0,904$; Tabela 2) a digestibilidade total do amido.

Os tempos de estocagem (45 x 90 d) não influenciaram ($P > 0,05$; Tabela 2) nos consumos e nas digestibilidades aparentes dos nutrientes. Independentemente do tempo de estocagem do MMRE, dietas com 850 g de concentrado/kg de MS, reduziu 617,6 ($P < 0,001$; Tabela 2) e 113,1 ($P = 0,069$; Tabela 2) g/kg MS o consumo e a digestibilidade da FDNcp, respectivamente (Tabela 2). Entretanto, dietas com 850 g de concentrado/kg de MS aumentaram ($P < 0,05$; Tabela 2) em 176,4 e 321,1 g/kg MS os consumos de CNF e amido, respectivamente, além de aumentar ($P < 0,05$; Tabela 2) a digestibilidade aparente da MS, MO, EE, CNF, amido e CT, mas também, aumentou a excreção de amido nas fezes (Tabela 2). Assim, dietas com 850g de concentrado/kg de MS proporcionaram

aumento na digestibilidade das principais fontes energéticas da dieta, inclusive a digestibilidade total do amido, no entanto, foi detectado maior concentração de amido nas fezes dos ovinos que receberam esta dieta.

Tabela 2. Consumo, coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes e amido nas fezes das dietas experimentais.

Item	Controle	Tempo de estocagem do MMRE				EPM	Valor de P		
		45 d		90 d			C1	C2	C3
		850 g/kg concentrado		650 g/kg concentrado					
<i>Consumo</i>									
Matéria seca									
[g/d]	975,9	1043,7	994,2	1015,0	1095,1	38,6	0,556	0,763	0,470
[g/kg PC]	25,0	27,1	25,7	26,6	27,6	1,0	0,472	0,891	0,621
[g/kg PC ^{0,75}]	62,2	67,3	64,2	66,1	69,1	2,3	0,437	0,985	0,565
Matéria orgânica									
[g/d]	922,4	980,7	934,2	955,2	1030,2	36,5	0,614	0,767	0,457
Extrato etéreo [g/d]	43,5	46,2	42,0	41,1	46,9	2,0	0,891	0,800	0,963
Proteína bruta [g/d]	168,7	166,1	157,3	175,2	190,3	6,9	0,556	0,793	0,017
Fibra em detergente neutro [g/d]	180,8	144,0	126,4	220,6	216,8	10,4	0,017	0,386	<,001
Carboidratos não fibrosos [g/d]	529,5	624,3	608,5	518,4	529,5	22,0	0,054	0,480	0,027
Amido [g/d]	480,5	568,3	579,6	405,1	463,8	21,8	0,026	0,206	<,001
Carboidratos totais [g/d]	710,2	768,3	734,9	739,0	793,1	28,1	0,457	0,788	0,701
Energia digestível (MJ/d)	17,8	18,6	18,2	17,4	17,8	0,6	0,662	0,630	0,708
<i>Digestibilidade [g/kg de MS]</i>									
Matéria seca	0,87	0,85	0,88	0,83	0,82	0,01	0,988	0,595	0,003
Matéria orgânica	0,88	0,87	0,90	0,85	0,83	0,01	0,703	0,651	0,001
Extrato etéreo	0,90	0,92	0,90	0,85	0,85	0,01	0,563	0,709	0,001
Proteína bruta	0,85	0,83	0,86	0,83	0,82	0,01	0,915	0,543	0,140
Fibra em detergente neutro	0,76	0,59	0,61	0,69	0,65	0,02	0,007	0,759	0,069
Carboidratos não fibrosos	0,92	0,94	0,97	0,92	0,90	0,01	0,043	0,792	<0,001
Amido	0,994	0,994	0,994	0,992	0,991	0,01	0,904	0,771	0,027
Carboidratos totais	0,88	0,88	0,90	0,85	0,83	0,01	0,662	0,649	0,001
<i>Amido nas fezes [g/kg MS]</i>	20,84	20,56	21,76	15,41	15,81	0,08	0,898	0,644	0,004

MMRE, milho, moído, reidratado e ensilado; EPM, erro padrão da média; C1, contraste: Controle x Dietas com MMRE e 850 g/kg concentrado; C2, contraste: Tempo de estocagem 45 x 90 d; C3, contraste: Concentrado 850 g/kg x 650 g/kg.

4.2 Degradabilidade *in situ* da matéria seca do milho e do MMRE

A estimativa dos parâmetros e a cinética da degradação *in situ* da MS estão na (Tabela 3) e (Figura 1). O principal efeito foi observado na taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável (c), em que a reidratação e ensilagem do milho, independente do tempo de estocagem, foi 74,6% maior ($P = 0,003$; Tabela 3) em comparação com o milho sem processamento (contraste 1). Além disso, a maior taxa de degradação do MMRE interferiu ($P < 0,05$; Tabela 3) nos resultados da degradabilidade efetiva (DE), independente das taxas de passagem e na degradabilidade potencial em 48 h de incubação. Desta forma, reidratar e ensilar o milho moído promoveu aumento significativo na degradabilidade *in situ* da MS.

Quando foi avaliado o tempo de estocagem (45 x 90 d) houve apenas tendências de aumento no maior tempo de estocagem (90 d) para as estimativas da fração insolúvel potencialmente degradável (b) ($P = 0,057$; Tabela 3), degradabilidade efetiva (DE) com taxas de passagem 2% h^{-1} ($P = 0,077$; Tabela 3) e na degradabilidade potencial em 48 h de incubação ($P = 0,084$; Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa dos parâmetros da degradação *in situ* do milho e do milho, moído, reidratado e ensilado (MMRE).

Item	Milho	Tempo de estocagem do MMRE		EPM	Valor de P	
		45 d	90 d		C1	C2
a [%]	17,8	18,6	16,6	0,4	0,761	0,063
b [%]	55,6	50,1	58,0	1,7	0,599	0,057
c [% h^{-1}]	0,015	0,026	0,025	0,002	0,003	0,822
DE kp2 [%]	41,0	46,8	49,0	1,3	0,001	0,077
DE kp5 [%]	30,2	35,6	36,1	1,1	0,001	0,539
DE kp8 [%]	26,3	30,8	30,6	0,1	0,002	0,755
DP48h [%]	45,4	54,1	57,4	2,0	0,002	0,084

EPM, erro padrão da média; a, fração solúvel; b, fração insolúvel potencialmente degradável; kd, taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável; DE, degradabilidade efetiva; kp, taxas de passagem em 2, 5, 8% h^{-1} ; DP48h degradabilidade potencial em 48 horas de incubação *in situ*. C1, contraste: Milho x MMRE; C2, contraste: Tempo de estocagem 45 x 90 d.

No tempo de 12,66 h de incubação *in situ* (Figura 1), foi possível estimar que o MMRE com 90 dias de estocagem teve maior degradação da MS do que o MMRE com 45 dias e, manteve-se maior até o tempo final da incubação. Assim, o maior tempo de estocagem (90 d) tendeu a aumentar a degradação do MMRE.

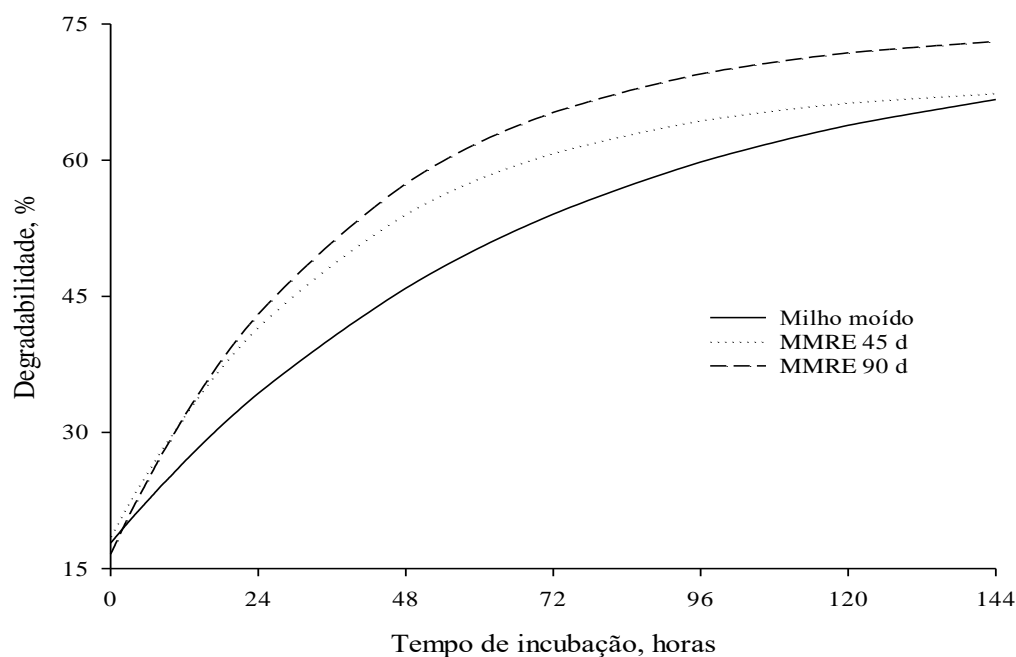


Figura 1. Degradabilidade *in situ* (%) da matéria seca do milho moído e dos milhos moídos reidratados e ensilados com diferentes tempos de estocagem (45 e 90 dias).

4.3 Parâmetros ruminais

Avaliando-se a forma de fornecimento do milho (Contraste 1: dieta controle x MMRE em dieta com 850 g de concentrado /kg de MS) observou-se maior ($P < 0,05$; Tabela 4) produção total de AGCC e propiônico (em mol/100 mol e em %) para as dietas com MMRE, as quais tiveram concentrações, respectivamente, de 12,3; 32,4 e 17,7% maior quando comparado a dieta controle (113,5; 37,2 mol/100 mol e 32,8%, respectivamente). Mas também, foi possível observar tendência ($P = 0,075$; Tabela 4) de aumento do acético (mol/100 mol) em dietas com MMRE em relação à dieta controle. O aumento nas concentrações do acético e do propiônico contribuiriam para elevar a produção total de AGCC em dietas com MMRE e 850g de concentrado/kg de MS.

Não houve efeito ($P > 0,05$; Tabela 4) para nenhuma das variáveis avaliadas sobre parâmetros ruminais quando comparado dietas com 45 ou 90 dias de estocagem do milho moído, reidratado e ensilado.

Quando o objetivo foi comparar a proporção de concentrado na dieta (contraste 3) foi observado que dietas com menor proporção de concentrado (650g/kg) aumentou ($P = 0,012$; Tabela 4) a concentração de acético, reduziu ($P = 0,037$; Tabela 4) a concentração

de propiônico, que culminaram no aumento ($P < 0,05$; Tabela 4) da relação acetato:propionato e nas estimativas de produção de metano entérico. Contudo, quando se utilizou de uma unidade de eficiência para as estimativas de metano na unidade de % de metano em função do consumo de ED (MJ dias^{-1}), não se observou ($P > 0,05$) diferenças entre as dietas.

Tabela 4. Concentrações e percentual dos ácidos graxos de cadeia curta no líquido ruminal de ovinos e estimativa de emissão de metano.

Item	Controle	Tempo de estocagem do MMRE				EPM	Valor de P		
		45 d		90 d			C1	C2	C3
		850 g/kg concentrado		650 g/kg concentrado					
<i>AGCC</i>									
Total [mol/100 mol]	113,5	129,5	125,5	127,7	122,1	1,8	0,001	0,111	0,370
Acético [mol/100 mol]	55,4	61,6	57,0	62,7	62,8	1,0	0,075	0,249	0,086
Propiônico [mol/100 mol]	37,2	47,7	50,8	47,7	40,5	1,5	0,001	0,397	0,048
Butírico [mol/100 mol]	20,9	20,2	17,7	17,3	18,8	0,5	0,069	0,565	0,320
A:P	1,5	1,3	1,1	1,3	1,6	0,1	0,014	0,590	0,025
Acético [%]	48,8	47,6	45,5	49,1	51,5	0,6	0,130	0,902	0,012
Propiônico [%]	32,8	36,8	40,4	37,3	33,1	0,9	0,003	0,833	0,037
Butírico [%]	18,4	15,6	14,1	13,6	15,4	0,5	0,001	0,849	0,628
<i>Metano</i>									
%	23,0	22,7	18,8	22,0	24,6	0,6	0,097	0,592	0,047
% $\text{MJ}^{-1} \text{ dia}^{-1}$	1,3	1,5	1,0	1,3	1,6	0,1	0,752	0,604	0,350

MMRE, milho, moído, reidratado e ensilado; EPM, erro padrão da média; A:P, relação acetato propionato; C1, contraste: Controle x Dietas com MMRE e 850 g/kg concentrado; C2, contraste: Tempo de estocagem 45 x 90 d; C3, contraste: Concentrado 850 g/kg x 650 g/kg. $\text{CH}_4\% = (\text{ácido acético} \times 0,45) - (\text{ácido propiônico} \times 0,275) + (\text{ácido butírico} \times 0,40)$ (Moss et al., 2000).

O pH foi influenciado ($P < 0,05$) apenas pelo tempo de coleta (T) (Figura 2). Entre as dietas experimentais os valores de pH variaram de 4,9 a 7,1, cujos dados se ajustaram ao efeito cúbico: $= 6,8502 - 1,00939 * T + 0,23084 * (T^2) - 0,0164 * (T^3)$; $R^2 = 0,99$.

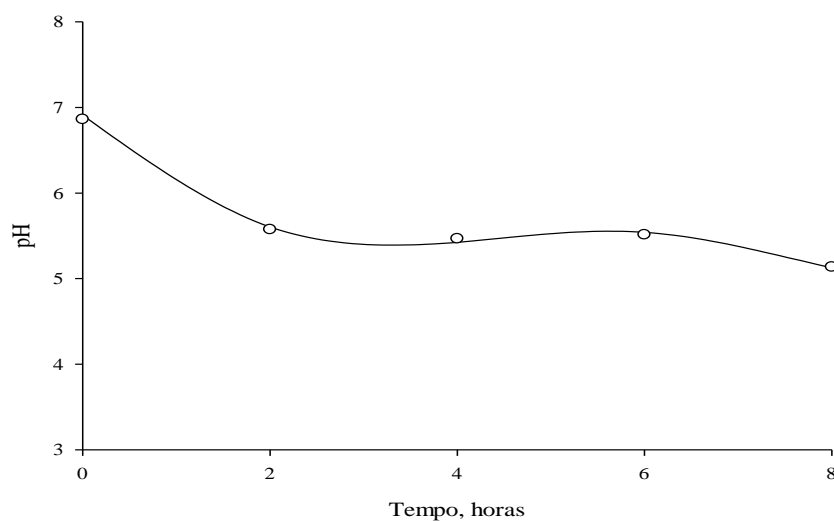


Figura 2. Estimativa (linha) e valores observados (bolinhas) do pH do líquido ruminal em ovinos. Valor de P: Período (0,1844); tempo de armazenagem (0,6623); nível de concentrado na dieta (,8276); tempo de coleta (<0,0001); e interação tempo de armazenagem entre, nível de concentrado na dieta e tempo de coleta (0,1540).

4.4 Balanço de nitrogênio

O nitrogênio ingerido, excretado nas fezes e o retido foi influenciado apenas pela proporção de concentrado nas dietas, sendo maior ($P < 0,05$) para os animais que consumiram as dietas com 650g de concentrado/kg MS.

Tabela 5. Balanço de nitrogênio de ovinos, em função das dietas experimentais.

Item	Controle	Tempo de estocagem do MMRE				EPM	Valor de P		
		45 d	90 d	45 d	90 d		C1	C2	C3
		850 g/kg concentrado		650 g/kg concentrado					
[g/dia]									
NI	27,0	26,6	25,2	28,0	30,4	1,1	0,556	0,793	0,017
N-fezes	4,2	4,8	3,5	4,8	5,8	0,4	0,970	0,654	0,0221
N-urina	1,3	1,2	1,1	1,4	1,2	0,1	0,587	0,538	0,878
NA	22,8	21,8	21,7	23,2	24,7	0,8	0,498	0,523	0,056
NR	21,7	20,4	20,4	22,1	23,2	0,8	0,419	0,563	0,041

MMRE, milho, moído, reidratado e ensilado; EPM, erro padrão da média; C1, contraste: Controle x Dietas com MMRE e 850 g/kg de concentrado; C2, contraste: Tempo de estocagem 45 x 90 d; C3, contraste: Concentrado 850 g/kg x 650 g/kg, NI= nitrogênio ingerido, N-fezes= nitrogênio excretado nas fezes, N-urina= nitrogênio excretado na urina, NA= nitrogênio absorvido, NR= nitrogênio retido

V – DISCUSSÃO

5.1 Consumo e digestibilidade

O aumento do consumo e da digestibilidade dos CNF nas dietas com MMRE em comparação às dietas com milho moído seco, se deve ao fato que durante o processo de estocagem do milho após a hidratação ocorre proteólise por enzimas dos microrganismos presentes na silagem, que leva à degradação da matriz proteica que envolve os grânulos de amido do milho (HOFFMAN et al., 2011).

Entretanto, os resultados observados nesta pesquisa não foram biologicamente tão expressivos, já que a digestibilidade do CNF da dieta controle foi alta (0,92 g/kg). É preciso considerar que durante o processo de ensilagem existem as perdas inerentes ao processo de fermentação, as quais não foram objetivo desta pesquisa, mas se computado podem anular os ganhos pouco expressivos na digestibilidade dos CNF. O que pode justificar o fato de conservação do uso do MMRE nas dietas para ovinos é comprar o produto quando o preço estiver atraente e estocar na forma reidratada e ensilada evitando perdas quali-quantitativas provocados por ação de insetos, ácaros, roedores e fungos do milho seco maduro.

A não existência de diferenças entre as dietas com MMRE, em comparação às dietas com milho moído seco na digestibilidade do amido pode ter sido em função do processamento físico de redução do tamanho da partícula. Nesta pesquisa, a moagem a 2 mm do milho, independente da dieta, pode ter sido suficiente para expor os grânulos de amido à digestão (Beauchemin et al., 1994), formando fissuras, quebrando, ou expandindo o amido, por meio da eliminação da película externa do grão, o pericarpo, que constitui uma barreira física que dificulta o ataque microbiano e a ação das enzimas digestivas do animal (Kotarski et al., 1992).

Rémond et al. (2004) estudaram o efeito do tamanho de partícula do grão de milho de endosperma duro sobre a digestibilidade do amido. Estes autores constataram que o tamanho de partícula não interferiu no consumo, mas partículas menores tiveram maior digestibilidade ruminal e intestinal e sugeriram utilizar milho seco com granulometria de 3 mm. Portanto, o processo de moagem para redução do tamanho da

partícula do milho é mais importante do que a reidratação e ensilagem quando o assunto é aumento na digestibilidade do amido, fato confirmado também pela baixa concentração de amido fecal (21,05 g/kg).

A maior relação entre amido:FDNcp das dietas com MMRE quando comparado à dieta com milho moído seco influenciou na maior concentração de bactérias amilolíticas em detrimento às celulolíticas, o que reduziu a população de microrganismo e as condições fermentativas ideais para digestibilidade da FDNcp. Ferraretto et al. (2013), observaram que a digestibilidade da FDN da dieta diminuiu em 0,61% - unidades no rúmen e 0,48% em unidades do trato total por % de aumento da unidade no teor de amido na dieta.

Bispo et al. (2007), observaram que em dietas de alto grão favorecem o crescimento de bactérias amilolíticas. Além disso, as dietas com MMRE proporcionaram maior consumo de amido e Nars (1950) demonstrou que a atividade da amilase dos microrganismos ruminais amilolíticos aumenta quando a quantidade de amido na dieta é aumentada.

Outro fator que potencializou a digestibilidade do amido e, conseqüentemente, dos CNF em todas as dietas foi a inclusão da enzima α -amilase exógena (Ronozyme Rumistar, DSM Produtos Nutricionais Brasil S.A), que estava presente na composição do premix. O arranjo dos grânulos de amido nos grãos de cereais é uma barreira para a atividade enzimática, sendo assim, a adição da enzima amilase exógena abriu caminho através da desestruturação da conformação da molécula para que enzimas endógenas pudessem atuar em diversos locais dos grânulos de amido e aumentar a digestibilidade (Zhang et al., 2013).

Por todos os motivos relatados anteriormente, os quais indicaram os motivos para alta digestibilidade total do amido (>0,99 g/kg) e dos CNF (>0,90 g/kg), as diferenças apenas entre os tempos de estocagem (45 x 90 dias) não foram suficientes para agregar aumento na digestibilidade destas frações. Períodos prolongados de ensilagem indicaram que a digestibilidade máxima do amido ocorre somente após vários meses de armazenamento (Ferraretto et al., 2014; Kung et al., 2014).

5.2 Degradabilidade *in situ* da matéria seca do milho e do MMRE

O processo de fermentação da silagem aumenta o acesso das bactérias do rúmen aos grânulos de amido devido ao rompimento da barreira proteica (PHILIPPEAU; MICHALET-DOREAU, 1998), e melhora a ação dos microrganismos ruminais sobre o substrato promovendo aumento na degradabilidade do MMRE quando comparado ao milho moído seco.

Segundo Arcari et al. (2016), ocorre um aumento na degradabilidade ruminal do amido de milho para fração rapidamente degradável (a) quando o milho passou pelo processo de ensilagem. Além do fato do processo de ensilagem aumentar a degradabilidade e digestibilidade total do amido é devido à redução das unidades da zeína que envolve os grânulos de amido, resultado da proteólise ao longo do período de estocagem da SMMR (FARRARETO et al. 2011; HOFFMAN et al. 2011).

A zeína é a principal proteína do milho e corresponde a 79% do total de proteínas do cereal, durante o processo de ensilagem do milho moído reidratado ocorre a degradação e / ou solubilização dessa proteína, e com por consequência aumenta a degradabilidade ruminal (FARRARETO et al., 2014). Essas proteínas são hidrofóbicas e tem baixa solubilidade o que pode limitar a degradabilidade dos grânulos de amido (HOFFMAN et al., 2011) se não sofrer algum tipo de processamento físico, químico ou térmico.

Como o amido é o principal componente do milho e a digestibilidade do amido é fortemente correlacionada com a digestibilidade do milho (ZINN et al., 2002), a maior degradabilidade ruminal *in situ* da MS foi provavelmente devido a maior disponibilidade de amido, que por sua vez foi induzida a proteólise durante a fermentação da silagem.

Segundo Jurjanz et al. (2005), o processo de ensilagem de grão de milho de alta umidade aumentou a degradabilidade ruminal do amido em 22,1% em comparação com grãos de milho seco inferindo que o processamento e tempo de estocagem favoreceram a maior degradabilidade ruminal do milho.

5.3 Parâmetros Ruminais

As maiores concentrações de ácido propiônico para os animais que consumiram as dietas com 850g de concentrado/kg de MS e possuíam MMRE nas dietas pode ser justificado pelo fato da maior taxa de fermentação nos alimentos concentrados.

O resultado da fermentação ruminal dos carboidratos são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) que serão utilizados como fonte de energia pelo hospedeiro. Dessa maneira dietas ricas em concentrado de fácil fermentação favorece essa produção, onde o ácido propiônico é o principal substrato energético utilizado pelos ruminantes como fonte de glicose. (KARA et al., 2014)

A energia consumida pelos ruminantes na forma de carboidratos, parte é absorvida no intestino delgado como hexoses e a maior quantidade é fermentada no rúmen em ácido acético, propiônico e butírico onde são absorvidos diretamente através da parede do pré-estômago e estão presentes na circulação como acetoacetato, glicose e β -hidroxibutirato onde são os principais produtos finais do metabolismo dos carboidratos no rúmen (SMITH, 2006).

O amido é considerado um carboidrato não estrutural rapidamente fermentável no rúmen, dessa forma dietas ricas em concentrado onde a base energética é o grão de milho aumenta a proporção de propionato, em detrimento a de acetato, ficando a proporção de butirato constante (ARCARI et al., 2016).

Oliveira et al., (2004) verificaram que o aumento da produção de propionato resultou em maior secreção de insulina, compostos que favorece o aumento da síntese de gordura e inibe a degradação de gordura e proteína em níveis tecidual, resultado da melhor taxa de captação de nutrientes pelos tecidos. É por essa razão, que animais alimentados com dietas de altos níveis de concentrado possuem melhores digestibilidade dos nutrientes, uma vez que, a menor perda de energia da ração sob forma de CO_2 e CH_4 .

O aumento nas concentrações de ácido propiônico para os animais, que consumiram as dietas com tempo de estocagem de 90 dias está relacionando justamente com a tendência, que foi observada no presente estudo um aumento na degradabilidade ruminal do MMRE, com maior tempo de estocagem (90 d). Dessa maneira, o maior desaparecimento da matéria seca do MMRE resultou na maior concentração de ácido propiônico no rúmen.

Dietas de alto grão podem causar efeitos metabólicos negativos como a acidose ruminal. A rápida degradabilidade e a queda do pH causadas pelo excesso de carboidratos em dietas de alto concentrado, causam redução na digestibilidade da FDN e no consumo pela diminuição das bactérias celulolíticas em detrimento das aminolíticas (Ferraretto et al., 2013). Foi observado efeito negativo para a digestibilidade da FDN para as dietas com MMRE, sendo justificado pela maior taxa de fermentação e degradabilidade ruminal deste. No entanto, a ausência na variação do pH para as dietas experimentais mostra que a redução observada na digestibilidade de FDN não causou consequências para maior energia digestiva.

5.4 Balanço de nitrogênio

A quantidade de nitrogênio ingerido, excretado nas fezes e retido superior nas dietas com proporção de concentrado de 650g/kg de MS é justificado pelo maior consumo de PB dos animais, que foram alimentados com essas dietas (175,2 e 190,3 g/kg de MS), reflexo da maior seletividade do alimento fornecido interferindo de forma significativa no balanço de N.

Segundo Yerradoddi et al. (2015), a excreção e retenção dos compostos nitrogenados na urina são maiores quando a concentração de proteína bruta na dieta e a ingestão de nitrogênio pelo animal aumentam, ou quando a taxa de degradação de proteína excede a de fermentação de carboidratos o que possivelmente deve ter ocorrido com os animais que consumiram as dietas com nível de 650g de concentrado/kg MS onde as dietas possuíam maiores teores de PB.

VI – CONCLUSÕES

Os benefícios do tempo de estocagem, processo de reidratação e ensilagem do milho moído são dispensáveis, já que a digestibilidade total do amido não é afetada, evidenciando que, apenas a moagem do milho já é suficiente para garantir aumento no aproveitamento do grão pelos ovinos. Além disso, dietas com 850 g de concentrado/kg de MS mantêm condições fisiológicas ideais para maximizar o aproveitamento dos nutrientes.

VII - REFERÊNCIAS

ALDRICH, J. M., MULLER, L. D., VARGA, G. A., & GRIEL Jr, L. C. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 4, p. 1091-1105, 1993.

ALLEN, M. S., ARAUJO, A. P. C., VENTURELLI, B.C., SANTOS, M. C. B., GARDANAL, R., CÒNSOLO, N. R. B., CALOMENI, G.D., FREITAS, J.E., BARLETTA, R.V., GANDRA, J.R., PAIVA, P.G., RENNO, F.P., Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1624, 2000.

ALMEIDA JÚNIOR, G. A. D., COSTA, C., CARVALHO, S. M. R. D., PERSICHETTI JÚNIOR, P., & PANICHI, A. Desempenho de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 148-156, 2008.

ALMEIDA JÚNIOR, G. A. D., COSTA, C., MONTEIRO, A. L. G., GARCIA, C. A., MUNARI, D. P., & NERES, M. A. Desempenho, características de carcaça e resultado econômico de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1048-1059, 2004.

AOAC International, 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. AOAC International, Gaithersburg, MD.

ARCARI, M. A., MARTINS, C. M. D. M. R., TOMAZI, T., & DOS SANTOS, M. V. Effect of the ensiling time of hydrated ground corn on silage composition and *in situ* starch degradability. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 53, n. 1, p. 60-71, 2016.

BARBOSA, M. M., DETMANN, E., ROCHA, G. C., FRANCO, M. D. O., & SEBASTIÃO FILHO, D. C. V. Evaluation of laboratory procedures to quantify the neutral detergent fiber content in forage, concentrate, and ruminant feces. **Journal of AOAC International**, v. 98, n. 4, p. 883-889, 2015.

BEAUCHEMIN, K. A., MCAKKISTER, T. A., DONG, Y., FARR, B. I., & CHENG, K. J. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 1, p. 236-246, 1994.

BENTON, J. R., KLOPFENSTEIN, T. J., & ERICKSON, G. E. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. 2005.

BISPO, S. V., FERREIRA, M. D. A., VÉRAS, A. S. C., BATISTA, A. M. V., PESSOA, R. A. S., & BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante.

Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.

BRANDT, B., STOCK, R., KEREMEIER, K. Dry and high-moisture corn influence on finishing steers performance, digestion. 1985.

CORREA, C. E. S., SHAVER, R. D., PEREIRA, M. N., LAUER, J. G., & KOHN, K. Relationship between corn vitreousness and ruminal *in situ* starch degradability. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 11, p. 3008-3012, 2002.

DA SILVA REIS, M. J., SANTOS, S. A., PRATES, L. L., Detmann, E., DE CARVALHO, G. G. P., ; DOS SANTOS, A. C. S.; DE ALMEIDA RUFINO, L. M., SILVA M. L. D., DA SILVA NERI, F. ; DE OLIVEIRA C. E. Comparing sheep and cattle to quantify internal markers in tropical feeds using *in situ* ruminal incubation. **Animal Feed Science and Technology JCR**, v. 1, p. 1, 2017.

DETMANN, E., SOUZA, M. D., VALADARES FILHO, S. D. C., QUEIROZ, A. D., BERCHIELLI, T. T., SALIBA, E. D. O., ... & AZEVEDO, J. A. G. Métodos para análise de alimentos. **Visconde do Rio Branco, MG: Suprema**, p. 214, 2012.

DETMANN, E., PAULINO, M. F., ZERVOUDAKIS, J. T., VALADARES FILHO, S. D. C., EUCLYDES, R. F., LANA, R. D. P., & QUEIROZ, D. D. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1600-1609, 2001.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. Carbohydrate chemistry. New York: Academic Press, p.477-520. 1962.

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**, v. 96, n. 1, p. 533-550, 2013.

FERRARETTO, L. F., TAYSOM, K., TAYSOM, D. M., SHAVER, R. D., & HOFFMAN, P. C. FERRARETTO, L. F. et al. Relationships between dry matter content, ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal *in vitro* starch digestibility in high-moisture corn samples. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 5, p. 3221-3227, 2014.

FERRARETTO, L. F., FREDIN, S. M., & SHAVER, R. D. Influence of ensiling, exogenous protease addition, and bacterial inoculation on fermentation profile, nitrogen fractions, and ruminal *in vitro* starch digestibility in rehydrated and high-moisture corn. **Journal of dairy science**, v. 98, n. 10, p. 7318-7327, 2015.

FERRARETTO, L. F., SILVA FILHO, W. I., FERNANDES, T., KIM, D. H., & SULTANA, H. Effect of ensiling time on fermentation profile and ruminal *in vitro* starch digestibility in rehydrated corn with or without varied concentrations of wet brewers grains. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 5, p. 4643-4649, 2018.

FIRKINS, J. L., EASTRIDGE, M. L., ST-PIERRE, N. R., & NOFTSGER, S. M. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. suppl_E, p. E218-E238, 2001.

GERON, V. L. J., MEXIA, A. A., LIMA CRISTO, R., GARCIA, J., DA SILVA CABRAL, L., TRAUTMANN, R. J., ... & ZEOULA, L. M. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado em ambiente tropical no Vale do Alto Guaporé-MT. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, 2013.

GIUBERTI, G., GALLO, A., MASOERO, F., FERRARETTO, L. F., HOFFMAN, P. C., & SHAVER, R. D. Factors affecting starch utilization in large animal food production system: A review. **Starch- Stärke**, v. 66, n. 1-2, p. 72-90, 2014.

GOODRICH, R. D., BYERS, F. M., & MEISKE, J. C. Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. **Journal of Animal Science**, v. 41, n. 3, p. 876-881, 1975.

Hall, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. p.A25-A32. Gainesville: University of Florida, 2000.

HENRIQUE, W., BELTRAME FILHO, J. A., LEME, P. R., LANNA, D. P. D., ALLEONI, G. F., COUTINHO FILHO, J. L. V., & SAMPAIO, A. A. M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação: Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 183-190, 2007.

HOFFMAN, P. C., ESSER, N. M., SHAVER, R. D., COBLENTZ, W. K., SCOTT, M. P., BODNAR, A. L., ... & CHARLEY, R. C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 5, p. 2465-2474, 2011.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Pesquisa Pecuária Municipal 2017. Tabela 3939: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho, 2017. [Rio de Janeiro, 2017]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>>. Acesso em: 20 de dezembro. 2018.

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

JURJANZ, S., & Monteils, V. Ruminant degradability of corn forages depending on the processing method employed. **Animal Research**, 54(1), 3-15.

KARA K, GUCLU B, OGUZ F. K. Use of propolis and phenolic acids in ruminant nutrition. *J. Fac. Vet. Med. Univ. Erciyes*. 11: 43-53, 2014.

KOTARSKI, S. F., WANISKA, R. D., & THURN, K. K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **The Journal of nutrition**, v. 122, n. 1, p. 178-190, 1992.

KUNG Jr, L., WINDLE, M. C., & WALKER, N. The effect of an exogenous protease on the fermentation and nutritive value of high-moisture corn. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 3, p. 1707-1712, 2014.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M., & VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

MADER, T. L., DAHALQUIST, J. M., BRITTON, R. A., & KRAUSE, V. E. Type and mixtures of high-moisture corn in beef cattle finishing diets. **Journal of animal science**, v. 69, n. 9, p. 3480-3486, 1991.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002

MIZUBUTI, Y. I., BBARROS MOREIRA, F., AZAMBUJA RIBEIRO, E. L., SALES PEREIRA, E., ANTONIO DA ROCHA, M., & SILVA FILHO, M. D. F. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta do farelo de arroz, farelo de trigo, grão de milho e grão de aveia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 2, 2007.

MOSS, A. R., JOUANY, J. P., & NEWBOLD, J. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. In: **Annales de zootechnie**. EDP Sciences, 2000. p. 231-253.

NASR, H. HAMED. Amylolytic activity in the rumen of the sheep. **The Journal of Agricultural Science**, v. 40, n. 3, p. 308-310, 1950.

NGONYAMO-MAJEE, D., SHAVER, R. D., COORS, J. G., SAPIENZA, D., & LAUER, J. G Relationships between kernel vitreousness and dry matter degradability for diverse corn germplasm: II. Ruminal and post-ruminal degradabilities. **Animal feed science and technology**, v. 142, n. 3-4, p. 259-274, 2008.

OLIVEIRA, S. G., SIMAS, J. M. C., SANTOS, F. A. P., & IMAIZUMI, H. Suplementação com diferentes fontes de gordura em dietas com alta e baixa inclusão de concentrado para vacas em lactação. **Ars veterinaria**, v. 20, n. 2, p. 160-168, 2004

ORSKOV, E.R., Mc DONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, 92(2):499 **Agricultural Research Council**. The nutrient requirements of ruminant livestock. Common Wealth Agricultural Bureaux, Farham Royal, U. K., 1984.

.PHILIPPEAU, C., LANDRY, J., & MICHALET- DOREAU, B. Influence of the protein distribution of maize endosperm on ruminal starch degradability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 3, p. 404-408, 2000.

PHILIPPEAU, C., & MICHALET-DOREAU, B. Influence of genotype and ensiling of corn grain on *in situ* degradation of starch in the rumen. **Journal of dairy science**, v. 81, n. 8, p. 2178-2184, 1998.

REMOND, D., CABRERA-ESTRADA, J. I., CHAMPION, M., CHAUVEAU, B., COUDURE, R., & PONCET, C. Effect of corn particle size on site and extent of starch digestion in lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 5, p. 1389-1399, 2004.

SMITH, B. P. *Medicina Interna de Grandes Animais*. 3ed. Barueri: Editora Manole, 2006.

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

STOCK, R. A., SINDT, M. H., CLEALE IV, R. M., & BRITTON, R. A. High-moisture corn utilization in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 4, p. 1645-1656, 1991.

TONROY, B. R., PERRY, T. W., & BEESON, W. M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 39, n. 5, p. 931-936, 1974.

USDA-ERS. Overview. United States Department of Agriculture. Accessed Dec. 2, 2016. <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/corn.aspx>.

YERRADODDI, R. R., KHAN, A. A., MALLAMPALLI, S. R., DEVULAPALLI, R., KODUKULA, P., & BLUMMEL, M. Effect of protein and energy levels in sweet sorghum bagasse leaf residue-based diets on the performance of growing Deccani lambs. **Tropical animal health and production**, v. 47, n. 4, p. 743-749, 2015.

ZHANG, B., DHITAL, S., & GIDLEY, M. J. Synergistic and antagonistic effects of α -amylase and amyloglucosidase on starch digestion. **Biomacromolecules**, v. 14, n. 6, p. 1945-1954, 2013.

ZHU, L., JONES, C., GUO, Q., LEWIS, L., STARK, C. R., & ALAVI, S. An evaluation of total starch and starch gelatinization methodologies in pelleted animal feed. **Journal of animal science**, 94(4), 1501-1507, 2016.

ZINN, R. A., OWENS, F. N., & WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 5, p. 1145-1156, 2002.