

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE
MINASGERAIS - *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA

BACHARELADO EM AGRONOMIA

SARAH BRAGA LEITE

**UTILIZAÇÃO DA SILAGEM DO GRÃO DE MILHO MOÍDO E REIDRATADO
PARA ALIMENTAÇÃO DE VACAS DE LEITE**

São João Evangelista - MG

2023

SARAH BRAGA LEITE

**UTILIZAÇÃO DA SILAGEM DO GRÃO DE MILHO MOÍDO E REIDRATADO
PARA ALIMENTAÇÃO DE VACAS DE LEITE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao
Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto
Federal de Minas Gerais - *Campus* São João
Evangelista, para obtenção do título de Bacharel
em Agronomia.

Orientadora: MSc. Brenda Veridiane Dias

São João Evangelista - MG

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

L533u

Leite, Sarah Braga

Utilização da silagem do grão de milho moído e reidratado para
alimentação de vacas de leite / Sarah Braga Leite. – 2023.

33 f. : il.

Bibliografia: p. 27-32.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus São
João Evangelista, 2023.

Orientação: Profa. Ma. Brenda Veridiane Dias.

1. Nutrição animal. 2. Bovinos de leite. 3. Milho como ração. 4. Digestão
animal. I. Sarah Braga Leite. II. Título.

CDD: 630

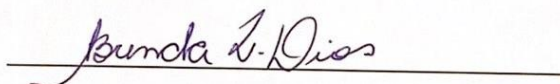
SARAH BRAGA LEITE

**UTILIZAÇÃO DA SILAGEM DO GRÃO DE MILHO MOÍDO E REIDRATADO
PARA ALIMENTAÇÃO DE VACAS DE LEITE: Uma revisão da literatura.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao
Curso Bacharelado em Agronomia do Instituto
Federal de Minas Gerais - *Campus* São João
Evangelista, para obtenção do título de Bacharel
em Agronomia.

Orientadora: MSc. Brenda Veridiane Dias

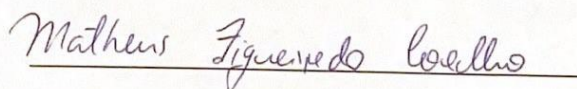
Aprovado em 14 / 08 / 23 pela banca examinadora:



Orientadora: Profa. MSc. Brenda Veridiane Dias
Instituto Federal de Minas Gerais- Campus São João Evangelista



Prof. Dr. Charles André Souza Bispo
Instituto Federal de Minas Gerais- Campus São João Evangelista



M.V. Matheus Figueiredo Coelho
Instituto Federal de Minas Gerais- Campus São João Evangelista

Dedico este trabalho aos meus pais, Ismair e Vandelmira, e a meu irmão Vitor. Que permitiram o meu avanço, mesmo durante os momentos mais difíceis. Sem vocês nada seria possível. Agradeço do fundo do meu coração.

AGRADECIMENTOS

Por encerrar mais uma etapa da minha vida, agradeço primeiramente a Deus que me demonstrou todo os dias que as Suas vontades eram maiores, melhores e mais perfeitas do que as minhas, e alinhou para que o perfeito acontecesse. Toda Honra e Gloria sejam dadas a Ti! A Nossa Senhora que incontavelmente recorri nos momentos de angustia.

Agradeço a minha família por todo apoio dado a mim, nada seria possível sem que estivessem ao meu lado.

Agradeço aos meus amigos, Josiane, Maria Luiza, Evandro, Eliete, João Vitor e Fabiana, cujo apoio e contribuições foram fundamentais nesse percurso.

A todos os professores que me passaram conhecimento, em especial a professora Brenda Dias pela orientação deste trabalho, pela amizade, paciência e companheirismo, sendo de extrema valia o aprendizado passado para minha formação e realização deste trabalho.

Agradeço a banca examinadora pelo tempo, e avaliação dedicados ao meu trabalho.

Agradeço também aos servidores e funcionários do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista por me proporcionar tantas experiências.

Finalmente, agradeço a todas as pessoas, que mesmo não citadas aqui, passaram por mim, e de alguma forma deixaram sua marca, me ajudando a construir essa jornada maravilhosa até aqui.

RESUMO

O milho (*Zea mays L.*) é um dos principais cereais produzidos no mundo. Devido à alta carga energética, proveniente do elevado teor de amido, sua utilização é voltada principalmente para alimentação animal. No Brasil os principais híbridos utilizados são do tipo duro ou “*flint*”, com alta vitreosidade do endosperma, que por sua vez, relaciona-se negativamente com a digestibilidade do amido no rúmen. Para contornar esse tipo de problema, são utilizados diversos processamentos que objetivam aumentar a degradabilidade do grão de milho. Dentre os processamentos é dado um destaque a silagem do grão de milho moído e reidratado, que envolve dois tipos de processamento, físico e de conservação. A ensilagem do milho moído e reidratado é uma técnica que está ligada ao processamento e conservação dos grãos através da fermentação em meio anaeróbico, no processo de ensilagem as proteínas são quebradas, o acesso enzimático ao amido no trato digestivo é facilitado e uma maior proporção da digestão do amido passa a ocorrer no rúmen. A degradação do amido no rúmen ocorre por meio da ação de microrganismos presentes no sistema digestivo dos ruminantes. São descritas diversas vantagens com a utilização da silagem do grão de milho reidratado, sejam relacionadas ao processamento, como maior janela para colheita, exclusão de maquinários próprios para colheita do milho úmido, facilidade de conservação e também vantagens no âmbito nutricional e produtivo, como um maior teor de proteína bruta, maior produção de leite, menor consumo de MS sem afetar a produção, entre outros. O bom aproveitamento dos nutrientes por vacas leiteiras é fator fundamental para que sejam alcançados bons resultados nos parâmetros de produtividade já que o consumo e digestibilidade dos alimentos está diretamente relacionado ao bom desenvolvimento e desempenho das vacas. O uso da silagem de grão de milho moído e reidratado é, portanto, uma alternativa viável para um melhor aproveitamento dos nutrientes contidos no milho. Os resultados científicos quanto ao uso do alimento ainda são conflitantes em relação aos dados produtivos. Assim sendo, objetivou-se com este trabalho revisar os principais tópicos acerca da silagem do grão de milho moído e reidratado, incluindo formas de confecção e os benefícios da utilização deste produto considerado mais digestível na dieta de vacas leiteiras.

Palavras-chave: Bovinos, Digestibilidade, Nutrição Animal, Proteólise, Rúmen.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays L.*) is one of the main cereals produced in the world. Due to the high energy load, resulting from the high starch content, its use is mainly aimed at animal feed. In Brazil, the main hybrids used are the hard type or “flint”, with high endosperm vitreosity, which, in turn, is negatively related to starch digestibility in the rumen. To circumvent this type of problem, several processes are used that aim to increase the degradability of corn grain. Among the processes, emphasis is given to the silage of ground and rehydrated corn grain, which involves two types of processing, physical and conservation. The ensilage of ground and rehydrated corn is a technique that is linked to the processing and conservation of the grains through fermentation in an anaerobic medium, in the ensiling process the proteins are degraded, the enzymatic access to the starch in the digestive tract is facilitated and a greater proportion of the Starch digestion takes place in the rumen. The degradation of starch in the rumen occurs through the action of microorganisms present in the digestive system of ruminants. Several advantages are described with the use of rehydrated corn grain silage, whether related to processing, such as a longer window for harvesting, exclusion of specific machinery for harvesting wet corn, ease of conservation and also advantages in the nutritional and productive scope, such as a higher crude protein content, higher milk production, lower DM consumption without affecting production, among others. The efficient use of nutrients by dairy cows is a fundamental factor for achieving good results in productivity parameters, since the consumption and digestibility of feed is directly related to the good development and performance of cows. The use of ground and rehydrated corn grain silage is, therefore, a viable alternative for a better use of the nutrients contained in corn. Scientific results regarding the use of food are still conflicting in relation to production data. Therefore, the objective of this study was to review the main topics about ground and rehydrated corn grain silage, including ways of making it and the benefits of using this product considered more digestible in the diet of dairy cows.

Keywords: Cattle, Digestibility, Animal Nutrition, Proteolysis, Rumen.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais estruturas do grão de milho.	12
Figura 2 - Anatomia do grão de milho.	12
Figura 3 - Classificações do grão de milho.	13
Figura 4 - Moinho acoplado ao 3º ponto do trator agrícola.	15
Figura 5 - Verificação do ponto de umedecimento do grão moído, com indicação do ponto ideal (aproximadamente 35% de umidade).	16
Figura 6 - Distribuição do milho moído e reidratado em silo de alvenaria.....	17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Caracterização do grão de milho	11
2.2 Silagem do grão de milho moído e reidratado.....	14
2.2.1.Moagem, reidratação e ensilagem do grão de milho moído	14
2.2.2.Vantagens do uso da silagem de milho moído e reidratado.....	19
2.3 Digestibilidade do amido em ruminantes	20
2.4 Desempenho das vacas de leite alimentadas com silagem de milho moído e reidratado..	21
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é um dos cereais mais importantes produzidos no mundo e é a principal fonte de energia utilizada na dieta dos ruminantes, visto que possui um alto conteúdo de carboidratos, principalmente na forma de amido, além de outros componentes como proteína, óleos e vitaminas (MILLEN *et al.*, 2009). O milho é produzido em todos os continentes, sendo sua importância econômica caracterizada pelas diversas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, como a produção de filmes e embalagens biodegradáveis (EMBRAPA, 2006).

Sabe-se que o milho possui diversas formas de utilização, no entanto, no cenário mundial cerca de 70% da produção de milho é destinada para alimentação animal. No Brasil esse percentual pode variar de 60 a 80%, sendo o percentual utilizado para o consumo humano oscila em torno de 13% (EMBRAPA, 2021). Segundo a USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos; 2023) a produção mundial da safra 21/22 foi de 1.218.704 milhões de toneladas, sendo os Estados Unidos da América (EUA) o maior produtor mundial do grão. O Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking dos maiores produtores do mundo, com o equivalente à 88.461.943 mil toneladas no ano de 2021 (IBGE, 2022). A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), espera que o milho tenha um aumento de produção de 11,2% na safra 22/23 (CONAB, 2022).

O grão de milho possui em sua composição um alto teor de amido, sendo este o responsável pela carga energética contida neste cereal. No Brasil predomina o cultivo do milho classificado como de alta vitreosidade, que possui menor digestibilidade devido ao grande acúmulo de amido presente no endosperma. Com a finalidade de contornar os problemas de menor digestibilidade e melhorar a eficiência alimentar dos ruminantes, são utilizadas técnicas de processamento que disponibilizam o amido contido no interior do grão. Dentre as técnicas de processamento destacam-se a ensilagem, moagem e floculação. Como uma forma de aumentar ainda mais a digestibilidade do milho, foi desenvolvida a técnica de ensilagem do grão de milho moído e reidratado (FERRARETTO; CRUMP; SHAVER, 2013).

A reidratação e ensilagem do milho moído tornou-se no Brasil um processamento muito utilizado, fato que pode ser explicado devido à falta de equipamentos que permitissem a colheita do grão úmido, além das excessivas chuvas, que ocorrem no período de colheita (BITENCOURT, 2012). A técnica de reconstituição da umidade do grão consiste na adição de

água suficiente para que sejam alcançados teores de umidade próximo a 35% (BENTON; KLOPFENSTEIN; ERICKSON, 2005).

A ensilagem do grão de milho moído e reidratado é uma técnica que está diretamente ligada ao processamento e conservação dos grãos através de fermentações em meio anaeróbico. No processo da ensilagem ocorre a degradação das proteínas, chamada de proteólise. A degradação é realizada por enzimas produzidas por microrganismos presentes na silagem, que levam à degradação da matriz proteica que envolve os grânulos de amido (HOFFMAN *et al.*, 2011), esse processo culmina em uma maior digestibilidade do amido pelos ruminantes, que por sua vez, utilizarão a energia disponível para atividades como produção e reprodução. Considerando o que foi descrito e dada a importância do milho na alimentação de animais ruminantes, objetivou-se com este trabalho revisar os principais tópicos acerca da silagem do grão de milho moído e reidratado, incluindo formas de processamento e os benefícios da utilização deste produto, considerado mais digestível.

2. REVISÃO DE LITERATURA

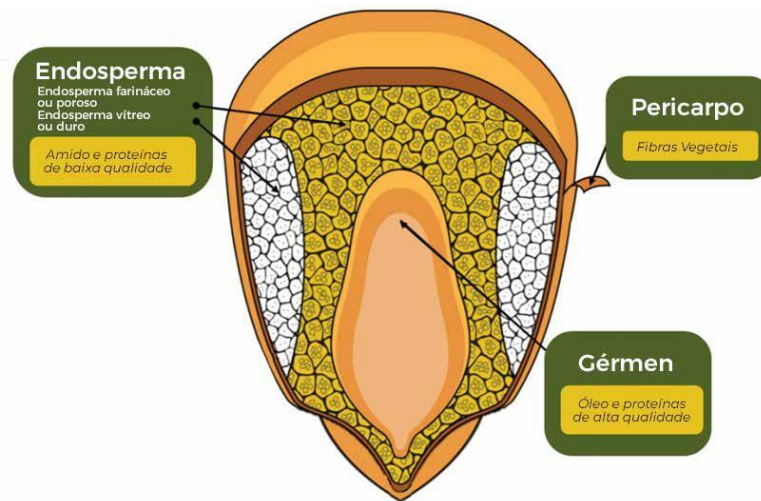
2.1 Caracterização do grão de milho

O milho (*Zea mays L.*) é um alimento que contém elevados níveis de amido, em sua composição (88%) sendo utilizado, portanto, como uma excelente fonte de energia para os animais. Além do potencial nutritivo, é um dos principais cereais cultivados mundialmente e utilizado pela maioria dos nutricionistas, com inclusão na dieta de até 65% (PAES, 2006; CALDARELLI; BACCHI, 2012; PINTO; MILLEN, 2016).

É importante compreender a estrutura do milho uma vez que existem diferentes variedades híbridas e que suas características físico-químicas distintas podem influenciar significativamente no valor nutritivo desse cereal (SODERLUN; OWENS, 2006). Quanto às características visuais, os grãos de milho podem variar em cores, sendo mais comuns as cores amarela e branca, mas também encontradas outras tonalidades de cores que vão desde o vermelho ao preto. Além das variações intrínsecas as diversidades híbridas, a composição química do milho pode variar consideravelmente devido a diversos fatores relacionados ao ambiente de cultivo e ao estágio de desenvolvimento da planta. Algumas das principais influências na composição química do milho incluem o tipo de semente, de solo, da quantidade e tipo de fertilizante usado, além das condições climáticas e do estágio de maturação da planta (TOSELLO, 1978; POMERANZ, 1981). De acordo com Gobetti *et al.* (2013), a seleção adequada do híbrido é um dos fatores que mais influenciam a qualidade da silagem e, por consequência, seu valor nutritivo para os animais.

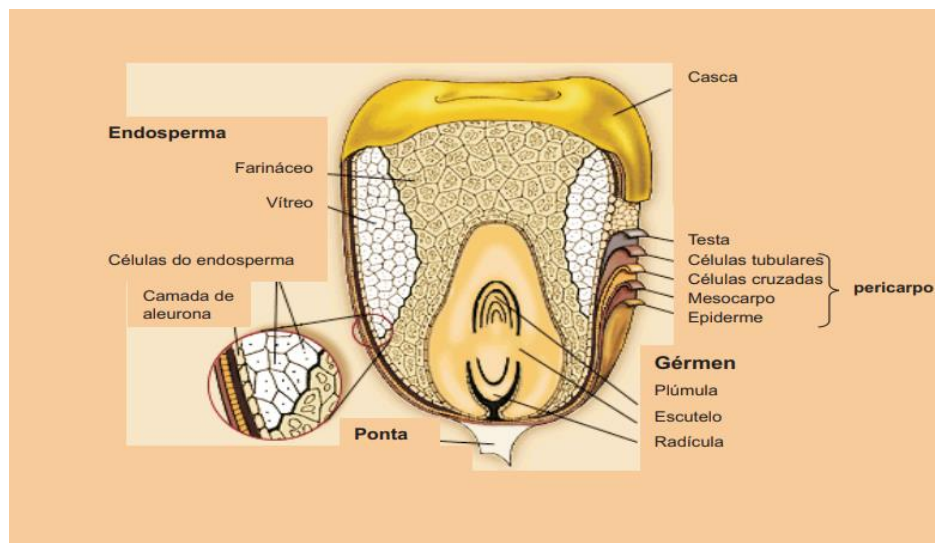
Botanicamente, o grão de milho é considerado uma cariopse ou seja, sua semente é ligada ao pericarpo. O grão de milho (Figura 1), é composto por três principais estruturas físicas, sendo: o endosperma, que é a maior parte do grão e é constituído principalmente por amido; o pericarpo, também chamado de casca, que consiste na camada externa do grão e protege o endosperma; e por último o gérmen, que consiste na parte do grão onde estão concentrados os nutrientes essenciais, como as proteínas, vitaminas e minerais, e, além disso, o gérmen é a estrutura responsável por conectar o grão ao sabugo pela ponta (Figura 2) e permitir a passagem dos nutrientes durante o processo de desenvolvimento e maturação do grão (EMBRAPA, 2006).

Figura 1 - Principais estruturas do grão de milho.



Fonte: Revista Soy e Corn, (2022).

Figura 2 - Anatomia do grão de milho.

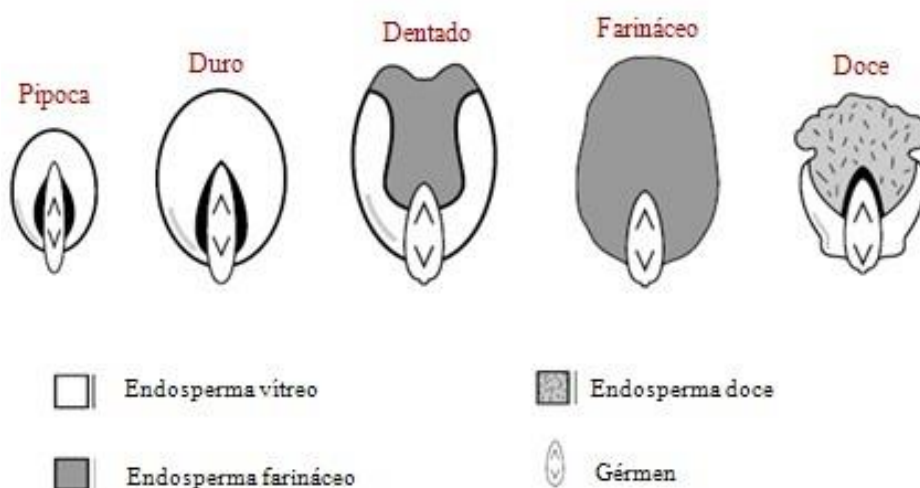


Fonte: Adaptado de Britannica (2006).

O grânulo tem aproximadamente cerca de 85% de amido, que está contido no endosperma do grão, onde também estão contidas as proteínas de reserva chamadas de zeínas. A partir das zeínas serão formados os corpos proteicos, que constituirão por sua vez a matriz que envolve os grânulos de amido dentro das células no endosperma do grão de milho (EMBRAPA, 2006). Segundo Silva (2016), a zeína presente no milho possui alto valor nutricional, e constitui cerca de 30 a 60% da proteína presente no grão. De acordo com Pereira

e Antunes (2007), existem cinco classes ou tipos de milho: dentado, vítreo ou duro, farináceo, pipoca e doce (Figura 3), no entanto, esses dois últimos não são utilizados na alimentação animal.

Figura 3 - Classificações do grão de milho.



Fonte: Pereira e Antunes (2007).

No Brasil a maioria dos híbridos comercializados são do tipo duro ou “*flint*”, com alta vitreosidade do endosperma, que por sua vez correlaciona-se negativamente com a degradabilidade do amido no rúmen (CORREA *et al.*, 2002; TAYLOR; ALLEN, 2005; NGONYAMO-MAJJE *et al.*, 2008). A vitreosidade está diretamente ligada a dureza do grão e pode ser caracterizada pelo equilíbrio entre endosperma vítreo e endosperma total. Portanto, o milho considerado como duro tem alta vitreosidade, enquanto milho de baixa vitreosidade é considerado macio. É possível definir a textura do milho a partir das proporções entre endospermas vítreo e farináceo, sendo esta mais facilmente mensurável quando os grãos de milho já se encontram em estágio avançado de maturação. De acordo com o retratado na Figura 3, pode-se observar que o milho dentado possui em sua região central, endosperma farináceo, e na periferia, endosperma vítreo; por outro lado, o milho duro possui em sua composição total o endosperma vítreo, e o milho farináceo em sua totalidade é constituído por endosperma farináceo.

Comparando dados de vitreosidade do grão de milho de híbridos brasileiros e híbridos cultivados nos Estados Unidos, Correia *et al.* (2002), constataram que os híbridos brasileiros apresentaram vitreosidade média de 73,1% (alternando entre 64,2 a 80%), e os híbridos americanos apresentaram média de 48,2% (alternando entre 34,9 a 62,3%). Além disso Pereira

e Pereira (2013), constataram que a degradação ruminal dos híbridos norte-americanos foi de 77,4%, enquanto a dos híbridos brasileiros foi de 48,5%.

2.2 Silagem do grão de milho moído e reidratado

Como atualmente no Brasil predomina o cultivo de milho do tipo duro (*flint*), faz-se necessário utilizar técnicas de processamento do grão que visam melhorar a degradabilidade e a disponibilidade do amido no rúmen (SILVA, 2015). Um processamento viável é a ensilagem do grão de milho moído e reidratado.

2.2.1. Moagem, reidratação e ensilagem do grão de milho moído

O grão de milho moído e reidratado recebe dois tipos de processamento, o primeiro é o processamento físico (moagem), que visa a redução do tamanho da partícula, aumentando a superfície de contato do grão (MCKINNEY, 2006) e o segundo é o processamento de conservação (ensilagem), que por sua vez, promove a degradação das prolaminas por ação das proteases microbianas (JOBIM; BRANCO; SANTOS, 2003; HOFFMAN *et al.*, 2011). As prolaminas pertencem a um grupo de proteínas que envolvem os grânulos de amido no endosperma. No processo de ensilagem essas proteínas são quebradas, o acesso enzimático ao amido no trato digestivo é facilitado e uma maior proporção da digestão passa a ocorrer no rúmen (HOFFMAN *et al.*, 2011).

O processamento físico, neste caso a moagem, proporciona melhor absorção da água no processo de reidratação e conservação do material. Além disso, o menor tamanho de partículas favorece a digestibilidade do amido no rúmen. São descritos diversos meios de moagem, dependendo da quantidade a ser ensilada, um exemplo de triturador recomendado é o moinho acoplado ao 3º ponto do trator agrícola (Figura 4), alimentado por um sistema de rosca sem-fim, utilizado para silos de pequeno e médio porte (PEREIRA *et al.*, 2013).

Figura 4 - Moinho acoplado ao 3º ponto do trator agrícola.



Fonte: Pereira (2013).

Após a moagem dos grãos, procede-se à reidratação com água, sendo fundamental a correta homogeneização desta mistura. São descritos na literatura alguns métodos e adaptações para que se realize a hidratação e homogeneização de forma adequada. De acordo com Pereira e Pereira (2013), é possível adaptar canos de água ao moinho para hidratar os grãos simultaneamente à moagem; realizar a hidratação após a moagem e homogeneizar a mistura por meio de vagão misturador, ou ainda adicionar a água a uma rosca sem-fim após a moagem. Independentemente do método utilizado, o importante é cumprir o objetivo da forma que mais se adapte à realidade de cada propriedade, considerando que esta fase engloba a principal parte do processo, corrigir a matéria seca (MS) contida no milho.

O grão de milho maduro é colhido com uma porcentagem aproximada de 12% de umidade, e deve atingir o valor médio de 35% de umidade quando reidratado (Figura 5), para adequada estocagem e fermentação do material (PEREIRA *et al.*, 2013). Para calcular o fator de hidratação divide-se o valor de MS atual pelo valor de MS desejável, considera-se que 1 kilo = 1 litro de água (SENAR, 2023).

Figura 5 - Verificação do ponto de umedecimento do grão moído, com indicação do ponto ideal (aproximadamente 35% de umidade).



Fonte: Movimento agro (2023).

É válido ressaltar que o tamanho das partículas interferem na homogeneização da água, caso a moagem tenha sido realizada de forma grosseira, será observado um excesso de umidade na parte inferior do silo, e acontecerá o inverso na parte superior, prejudicando a fermentação da silagem e a qualidade final do alimento (PEREIRA; PEREIRA, 2013). De acordo com Ferraretto *et al.* (2013), o tamanho das partículas pode interferir na digestibilidade do amido, os autores realizaram uma metanálise, e constataram que houve um aumento da digestibilidade no trato digestivo das vacas de 89,5% para 95,2% quando as partículas foram reduzidas (de >2 mm para <2 mm). Segundo Huntington (1997), esse fato pode ser explicado pelo aumento da superfície de contato para ação da proteólise na silagem e também para a digestão bacteriana e enzimática no rúmen.

Usualmente, a moagem é realizada em peneiras de 3 a 7 mm de diâmetro, entretanto uma moagem mais fina poderia ser empregada para obter uma maior degradabilidade ruminal do amido (PEREIRA; PEREIRA, 2013). Testando a silagem do grão de milho moído e reidratado em duas granulometrias diferentes, 2 e 6 mm, Silva (2015) observou que quando utilizadas partículas mais finas, a porcentagem de amido fecal era menor (2,54% vs 4,01%), apontando uma maior digestibilidade nesse grupo. Castro *et al.* (2019), trabalharam com vacas em lactação, testaram peneiras de 3 e 9 mm e relataram que a degradabilidade ruminal *in situ* do amido não foi afetada pela alteração do tamanho das partículas (7 horas; 78,1% vs 78,2%). De acordo com os autores, devido ao tempo de ensilagem utilizado (acima de 200 dias), houve inibição do efeito do tamanho de partícula. Arcari (2017) obteve resultados que validam essa hipótese, foi avaliado pelo autor o uso de partículas finas (1 mm), médias (2 mm), grossas (8 mm) e grãos inteiros, e foi constatado que na ensilagem até 120 dias houve uma maior

digestibilidade *in situ* nos grupos de partículas finas e médias. A ensilagem após 120 dias não diferiu quanto a digestibilidade entre as partículas finas, médias e grossas, apenas em relação aos grãos inteiros.

Em relação a distribuição e homogeneização do milho moído reidratado, também são descritas diversas as formas de execução, dentre elas o uso de rodos, carrinhos de mão, tratores, entre outros (Figura 6). A compactação por sua vez pode ocorrer através de pisoteio, ou por tratores e tem por objetivo retirar todo o ar contido na massa ensilada, reduzindo o espaço entre os grânulos de milho evitando a presença de oxigênio.

Figura 6 - Distribuição do milho moído e reidratado em silo de alvenaria.



Fonte: Pereira (2023)

O processo de ensilagem pode ser dividido em quatro fases, a aeróbica, a fermentação, a fase estável e a deterioração aeróbica. A Fase aeróbica inicia-se quando o silo está sendo preenchido, vão ocorrer processos de respiração e proteólise, que são atividades enzimáticas indispensáveis para conservação da silagem. A respiração é a transformação dos açúcares (carboidratos solúveis) da planta em água e gás carbônico, liberando calor. A proteólise consiste na degradação das proteínas, realizada pelas proteases da própria planta, resultando em produção de peptídeos e aminas (McDONALD *et al.*, 1991).

Quando esses processos ocorrem, o teor de oxigênio na silagem é reduzido, iniciando a fase de fermentação com o crescimento simultâneo de microrganismos anaeróbicos, como as bactérias lácticas, que preservam o material da silagem por meio da diminuição do pH, decorrente da produção ácido láctico. As bactérias ácido lácticas por sua vez convertem os açúcares em ácido láctico, ácido acético, etanol, dióxido de carbono e outros produtos secundários em um período de 7 a 21 dias por meio de um processo de fermentação desejável durante o processo de ensilagem (McDONALD *et al.*, 1991). As enterobactérias, principalmente do gênero *Clostridium*, podem crescer, afetando adversamente a qualidade nutricional da silagem ao competir com bactérias ácido lácticas por carboidratos solúveis. Essa competição pode causar uma fermentação secundária na qual açúcares e ácidos orgânicos são convertidos em ácido butírico, resultando em perda de MS e perda de energia digestível (JOBIM *et al.*, 2008).

A terceira etapa é chamada de fase estável, e ocorre se o silo estiver devidamente vedado na ausência total de oxigênio e com pH abaixo de 3,8. A fase começa com a inibição das bactérias homofementativas, posteriormente ocorre a estabilização do meio, ocasionada pela baixa presença de carboidratos fermentativos, assim, a produção de ácido láctico ocorrerá de forma lenta até total estabilização (MCALLISTER; HRISTOV, 2000).

A fase final ou deterioração aeróbica se dá quando o material se encontra em condições para ser fornecido aos animais. Nesta fase, o silo é aberto para expor a silagem ao oxigênio, o que pode resultar em perda de nutrientes devido à ação de microrganismos aeróbicos que consomem os açúcares, produtos da fermentação (ácido láctico e acético) e outros nutrientes solúveis na silagem, desse modo os animais devem diariamente e rapidamente consumi-lo (McDONALD *et al.*, 1991).

O grão de milho moído e reidratado está inclinado à deterioração durante o processo de ensilagem, desse modo a utilização de inoculantes visa reduzir danos oriundos desse processo, inibindo o crescimento de microrganismos aeróbicos e anaeróbicos, além de incorporar microrganismos que vão imperar sobre a fermentação, promovendo a produção de ácido láctico (KUNG JUNIOR *et al.*, 2003). Os inoculantes bacterianos, são vistos como estimuladores da fermentação, neles estão inclusas as bactérias ácido lácticas homofermentativas, como *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* e *Pediococcus cerevisiae*, e as heterofermentativas como o *Lactobacillus buchneri*. Essas bactérias têm a capacidade de melhorar o processo fermentativo e acelerar a acidificação da silagem, o que reduz as fermentações secundárias e proporciona maior recuperação de energia e redução do pH das silagens (SILVA, 2016; SOARES, 2020;).

Souza *et al.* (2001), afirmaram que a inoculação pode ser feita de duas formas, diluída na própria água que será utilizada para reidratação do grão moído, ou em água para ser pulverizada sobre a massa, e ainda, que a qualidade da silagem está diretamente ligada a distribuição do inoculante. A inoculação da silagem de milho moído e reidratado com o uso de *Lactobacillus buchneri* mostrou-se eficiente no controle de leveduras e fungos, além de favorecer maior estabilidade aeróbica (SOUZA *et al.*, 2001; REIS *et al.*, 2008). Sendo assim, percebe-se que os inoculantes bacterianos têm a capacidade de influir no perfil microbiano, sendo a proteólise bacteriana a responsável pelo aumento da degradabilidade da matriz proteica, fazendo com que haja maior disponibilidade do amido (JUNGES *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018;).

2.2.2. Vantagens do uso da silagem de milho moído e reidratado

A princípio é importante compreender que o método descrito de ensilagem do grão de milho moído e reidratado difere da moagem do milho com alto teor de umidade. A técnica de ensilagem do grão de milho moído e reidratado visa reparar adequadamente a umidade do grão colhido seco, para que no processo de ensilagem ele seja fermentado (GOODRICH; BYERS; MEISKE, 1975). Segundo Aldrich *et al.* (1993), a ensilagem de grãos de alta umidade é uma boa alternativa em relação ao fornecimento de milho grão seco, pois indica uma maior degradabilidade do amido, as condições brasileiras, este tipo de ensilagem não possui grande empregabilidade devido a uma série de problemas, como: 1- obrigatoriedade de equipamentos próprios para realizar a colheita do milho no ponto de maturação da linha negra, que são pouco frequentes no Brasil; 2- Curta janela de ensilagem do grão úmido e 3- Chuvas e condições climáticas adversas na época de colheita do grão. Sendo assim, é importante discutir as alternativas relacionadas a reidratação do milho seco moído, que se apresenta como uma alternativa mais viável considerando a realidade do produtor brasileiro (CORREA *et al.*, 2002; BITENCOURT, 2012; PEREIRA; PEREIRA, 2013).

Além das vantagens já mencionadas, a ensilagem do grão de milho moído e reidratado facilita o armazenamento do grão na propriedade, já que não será ser armazenado seco em galpões, que frequentemente enfrentam problemas com roedores. Apesar dos vários benefícios, o maior enfoque é dado ao ponto de vista nutricional, uma vez que o processamento pode melhorar a digestibilidade do alimento. No trabalho de Silva (2016) foi observado que a maior digestibilidade do amido foi obtida nos animais alimentados com dietas contendo silagens de grão reidratado em comparação com silagens de milho seco, e ainda de acordo com Ferrareto

et al. (2013), um ponto importante é que essa digestibilidade total do amido é correlacionada positivamente com a digestibilidade ruminal do amido.

2.3 Digestibilidade do amido em ruminantes

De acordo com Hoffman *et al.* (2011), a capacidade de degradação do amido e o teor de amido fermentável no rúmen são fatores diretamente relacionados com a maturidade fisiológica dos grãos. A degradação do amido no rúmen ocorre por meio da ação de microrganismos presentes no sistema digestivo dos ruminantes. Esses microrganismos produzem enzimas, como as amilases, que quebram as moléculas de amido em unidades menores, como glicose e maltose, que podem ser fermentadas e utilizadas como fonte de energia pelos microrganismos (BERCIELLI *et al.*, 2006).

A degradação do amido no rúmen é um processo complexo e influenciado por diversos fatores, como a solubilidade do amido, a presença de outros nutrientes na dieta e o pH ruminal. Estudos mostram que a inclusão de fontes de amido de alta degradabilidade na dieta pode aumentar a síntese de proteína microbiana no rúmen, devido à maior digestibilidade do amido e à melhor sincronização com a proteína degradada no rúmen (ZEOULA *et al.*, 1999; GABARRA, 2001).

De acordo com Jurjanz e Monteils (2005), o amido do milho seco moído pode ser até 22,1% menos degradável no rúmen do que o amido presente na silagem de grãos moídos reidratados. Correa *et al.* (2002) também apontaram que quanto maior a vitreosidade do grão de milho e quanto maior sua maturidade, menor será o teor de amido disponível para degradação no rúmen. Essa dificuldade na degradabilidade do amido é uma característica intrínseca dos grãos de milho vítreos, e este fato se deve em grande parte as prolaminas do endosperma do grão, que no milho são conhecidas como zeínas, essas proteínas normalmente limitam a degradabilidade dos grânulos de amido, uma vez que revestem estes grânulos e possuem baixíssimas solubilidades no rúmen animal (CORREA *et al.*, 2002).

De acordo com Hoffman *et al.* (2011), a integridade da matriz proteica do endosperma do grão de milho e a disponibilização do amido podem ser influenciadas pelo tempo de ensilagem, e quanto maior for o tempo, maior a degradabilidade das proteínas zeínas. Arcari *et al.* (2016a) buscaram avaliar o efeito do tempo de ensilagem na degradabilidade do amido para as silagens de milho moído e reidratado, o material utilizado no trabalho apresentava vitreosidade média de 67%, e segundo Correa *et al.* (2002), grãos com essa média de vitreosidade podem reduzir a degradabilidade do amido no rúmen para menos de 60% se os

mesmos forem moídos maduros e secos. Arcari *et al.* (2016a) observaram que o tempo de ensilagem afetou significativamente a degradabilidade do amido, de forma que os teores de amido disponível e rapidamente degradável (Fração A), foram significativamente aumentados entre o início da ensilagem e a fase final (330 dias). A taxa de degradação da fração lentamente degradável do amido (Fração B) também foi aumentada, enquanto a fração não degradável do amido (Fração C), reduziu conforme aumentava o período de ensilagem. Sendo assim, é possível constatar que ensilar o milho moído e reidratado por um período de tempo mais longo representa um benefício para a disponibilização de amido degradável no rúmen, e, ainda de acordo com o estudo, esse tempo de ensilagem estendido não altera as propriedades da MS e proteína bruta da silagem.

Castro *et al.* (2019), analisaram os efeitos do tamanho de partículas, da ensilagem, e da proporção de silagem de grão moído reidratado na dieta dos animais e encontraram fatores interessantes com relação a degradabilidade do amido no rúmen. De acordo com os autores, o processo de ensilagem por 210 dias aumentou a Fração A de 12,5% para 52,0% da MS, corroborando os resultados encontrados por Arcari *et al.* (2016a). Outro fator importante foi a degradação ruminal efetiva, que foi de 34,2% para o milho seco moído e de 63,8% para o milho moído e reidratado. Esses resultados de degradação ruminal efetiva corroboram os observados por Firkins *et al.* (2001), que encontraram valores médios 44,6% de degradação ruminal do amido para milho seco moído e valores de 86,8% de degradação ruminal de amido para grão moído úmido.

É dito ainda que a maior digestão ruminal do amido pode aumentar a síntese de proteína microbiana, a eficiência de utilização do nitrogênio dietético, o consumo de matéria orgânica digestível, dentre outras características ligadas a produção animal. Portanto, as dietas devem ser formuladas na medida certa, para então usar adequadamente o alimento, de modo a evitar a ocorrência de acidose ruminal (PEREIRA *et al.*, 2013).

2.4 Desempenho das vacas de leite alimentadas com silagem de milho moído e reidratado.

O bom aproveitamento dos nutrientes por vacas leiteiras é fator fundamental para que sejam alcançados bons resultados nos parâmetros de produtividade, mesmo para propriedades menores que adotam em menor proporção dietas a base de concentrado. A natureza físico-química, o consumo e a digestibilidade dos alimentos está diretamente relacionada ao bom desempenho e desenvolvimento de vacas em lactação. Como já mencionado, o amido é o

principal componente do grão de milho, por sua vez é a principal fonte de energia para vacas leiteiras de média e alta produção, logo, seu aproveitamento se faz muito importante para otimizar os índices de produtividade do rebanho, principalmente tendo em vista a característica dos grãos disponíveis no Brasil (ARCARI, 2013).

Com o aumento da degradabilidade do amido pelos processamentos, resultado do maior acesso dos microrganismos aos grânulos, diversos efeitos no desempenho produtivo dos animais foram observados. Alguns autores relataram uma maior eficiência alimentar em bovinos de corte (CAETANO *et al.*, 2019; HENRIQUE *et al.*, 2007; MACKEN *et al.*, 2006; SILVA, 2016), com explicação pautada no maior consumo de energia metabolizável e aumento da utilização desta energia pelo animal (CAETANO *et al.*, 2019). Apesar dos ganhos em digestibilidade expresso na maioria dos trabalhos, os dados a respeito do impacto da silagem de milho moído e reidratado no consumo de matéria seca (CMS) pelos ruminantes ainda é inconsistente.

Mendes (2013), avaliou o consumo, digestibilidade, e produção em vacas leiteiras ao substituir a dieta de grãos secos moídos e silagem de milho como volumoso por dieta de grãos moídos e reidratados, observou que a dieta com milho reidratado obteve melhores resultados quando comparada ao fornecimento de milho moído seco. Com relação ao CMS, o autor observou que os animais que consumiram milho reidratado tiveram menor ingestão diária (17,85 kg/dia), quando comparado aos animais que consumiram milho moído seco (20,74 kg/dia). De acordo com Oba e Allen (2003), isso pode ser explicado pelo fato de vacas controlarem sua ingestão de MS para as quantidades satisfatórias de suas necessidades em energia quando consomem dietas com carboidratos de fácil digestão ruminal. Resultados semelhantes de redução de CMS foram observados também por Knowlton *et al.* (1998), que relataram reduções de até 1,1 kg/dia no CMS com o uso da silagem de grão de milho moído e reidratado.

A redução do CMS também foi observada por Bradford e Allen (2007) e justificada pelo aumento do teor de amido fermentável no rúmen. Além disso, os autores apontam um aumento de produção dos ácidos graxos acetato e propionato no rúmen quando o animal consome a dieta com a silagem de grão de milho moído e reidratado, sendo assim, o propionato sintetizado em maior quantidade é oxidado no fígado e transforma-se em ATP, que envia sinais de saciedade ao cérebro do animal, justificando o menor CMS para as dietas a base de grão de milho moído reidratado.

Em relação a produção de leite, Mendes (2013), não observou variações significativas na produção e composição do leite dos animais submetidos aos diferentes tratamentos, assim

como observado por Broderick *et al.* (2002), que explicaram o fato considerando que a degradação pós-ruminal do amido do grão de milho seco é capaz de compensar a alta degradabilidade do amido no rúmen nas dietas de grão moído reidratado. Broderick *et al.* (2002), relataram também uma melhor absorção de proteína bruta no intestino dos animais alimentados com silagem de grão de milho moído e reidratado.

Resultados positivos também foram observados por Durães (2022), que avaliou efeitos comportamentais, digestivos e produtivos da substituição da dieta de grão seco pela dieta de milho moído e reidratado para vacas leiteiras. O autor constatou melhora dos índices de digestibilidade para todos os componentes analisados e uma maior produção de leite em kg/dia, sem alterar os níveis de gordura do leite e com o mesmo CMS por dia (13,54 kg/dia). A digestibilidade da MS, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e amido, foram significativamente maiores quando utilizado milho moído reidratado. O processo de reidratação é responsável por romper barreiras e ligações glicosídicas no pericarpo do grão, o que facilita o acesso ao amido pelas bactérias do rúmen, impedindo que algumas partículas escapem da degradação ruminal, estes fatores podem explicar a maior degradabilidade da MS e do amido, que, por sua vez, liberando mais energia no rúmen, justificam a maior atividade microbiana e consequente maior disponibilização de proteína bruta para o animal (BRODERICK *et al.*, 2002; DURÃES, 2022; MENDES, 2013).

Arcari *et al.* (2016b) analisaram a substituição gradual da alimentação com de cana-de-açúcar por silagem de grão de milho moído e reidratado nas proporções 0%, 33%, 66% e 100%. Os autores relataram um aumento linear na produção de leite dos animais à medida que se aumentavam a proporção de silagem de grão de milho moído e reidratado, chegando a incrementos de produção de leite na média de 2,13 kg/vaca/dia na dieta com 100% de substituição, sem alterações nas propriedades químicas do leite. Um achado interessante foi o aumento do CMS de acordo com o aumento da proporção de silagem de grão de milho moído reidratado, comportamento diferente do observado por outros autores (BRODERICK *et al.*, 2002; OBA E ALLEN, 2003; MENDES, 2013; DURÃES, 2022). Os autores relataram também um incremento linear significativo no teor de digestibilidade do amido e da proteína bruta conforme aumentava a inclusão de silagem de grão de milho reidratado na dieta, mas explicaram o maior CMS pela redução do teor de MS em 5,4% na dieta com 100% de silagem de grão moído reidratado, descartando a regulação metabólica do consumo.

O aumento na produção de leite observado por Arcari *et al.* (2016) e Durães (2022) é explicado pela cascata: maior digestibilidade do amido, que possibilitou maior disponibilidade de energia, e, como a energia pode ser considerada um dos grandes fatores limitantes à produção

de leite, o aumento da mesma resultaria em melhores índices de produtividade. Os resultados de produção de leite diferem dos encontrados por Broderick *et al.* (2002), Oba e Allen (2003), e por Mendes (2013), porém, todos corroboram que a eficiência produtiva foi melhor com a utilização da silagem de grão de milho moído e reidratado.

Castro *et al.* (2019) também observaram benefícios na utilização da silagem de grão moído reidratado, realizando um trabalho que buscou avaliar os efeitos do tamanho de partícula na moagem e das proporções de amido na dieta (Alto; inclusão de 22,1% de silagem de grão de milho reidratado e Baixo; inclusão de 14,3%). De acordo com os autores, a moagem grossa (2.185 μm) não afetou o armazenamento da silagem, e a taxa de moagem foi 3 vezes mais rápida que a moagem fina (1.591 μm). Assim como observado por Arcari *et al.* (2016a) com 330 dias de ensilagem, os autores demonstraram que a ensilagem de milho duro maduro por mais de 200 dias eliminou em grande parte o efeito do tamanho da partícula sobre o CMS, desempenho da lactação, digestibilidade de nutrientes, perfil de fermentação ruminal e comportamentos de mastigação e seleção. Com relação a digestibilidade do amido no rúmen, não houve variação em relação a proporção da silagem na dieta, mas o tamanho de partícula fino demonstrou maior degradabilidade do amido em relação ao milho moído grosso. No entanto, mesmo as partículas grossas apresentando menor degradabilidade, este fator não influenciou no desempenho produtivo dos animais. Sendo assim, a moagem grosseira pode ser uma estratégia para aumentar a taxa de moagem para poupar mão de obra e energia durante a ensilagem, sem afetar o desempenho das vacas. Os resultados obtidos por Castro *et al.* (2019) corroboram os de Oba e Allen (2003).

Alguns autores também avaliaram a silagem de grãos moídos e reidratados com aditivos colocados na ensilagem ou ainda o fornecimento de silagem de grãos moídos reidratados em conjunto com outros produtos, que, a depender do preço dos insumos, pode ser uma alternativa interessante (JOBIM *et al.*, 2020; DURÃES, 2022). Com relação aos aditivos na ensilagem do grão de milho moído e reidratado, Durães (2022) avaliou também a adição de doses de até 500g/tonelada da enzima protease, que é responsável pela quebra de alimentos proteicos e maior disponibilização da proteína, e observou que a utilização da enzima na silagem proporcionou aumento na digestibilidade da MS, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro (FDN). Apesar da digestibilidade do amido não diferir significativamente, a maior digestibilidade de MS, que apresentou aumento linear com a inclusão de doses mais altas, indica melhor aproveitamento dos nutrientes nas dietas tratadas com a enzima.

Trabalhando com a inclusão de produtos alternativos em adição à silagem de grão de milho moído reidratado, Jobim *et al.* (2020), avaliaram o fornecimento de dietas com a silagem

em mistura com cerca de 20 a 30% de outros produtos alternativos, como soja grão crua e “okara” (resíduo do preparo do leite de soja), os autores ressaltaram que esses produtos podem variar de região para região em questão de disponibilidade e um preço competitivo deve justificar sua utilização. Os autores relataram resultados promissores para essas misturas, o que pode indicar a capacidade da silagem de grãos de milho moídos e reidratados entregar bons resultados, como melhor conversão alimentar (redução média de 2 kg de MS em comparação com o CMS de dietas de grão seco moído), maior digestibilidade de MS, matéria orgânica, proteína bruta, FDN e amido. Neste estudo o uso de subprodutos não alterou a composição de leite mesmo quando associada a subprodutos.

Considerando o cenário que ainda traz resultados conflitantes em relação aos dados produtivos, considera-se que são necessários mais estudos para definir a ação da silagem de grão de milho moído reidratado no desempenho animal sob diferentes cenários, como com híbridos de milho com diferentes características, com a utilização de diferentes volumosos na dieta, bem como outros fatores. Isso pode justificar o fato de autores como Broderick *et al.* (2002), Oba e Allen (2003), Mendes (2013) e Durães (2022) chegaram aos mesmos resultados nos termos de benefícios e capacidade de incremento na produtividade e/ou eficiência produtiva da silagem de grãos moídos reidratados, mas discordarem em questões como o aumento/redução do consumo de MS e efeitos na produção animal. Ademais, os efeitos desse alimento nos parâmetros reprodutivos devem ser catalogados, dado que incrementos de energia e propionato, como os citados em alguns trabalhos, possuem relação direta com a reprodução de vacas leiteiras.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem do grão de milho moído e reidratado, é, sem dúvidas, uma alternativa viável em relação a silagem de milho grão úmido considerando os maquinários frequentemente disponíveis no Brasil. Além de representar uma alternativa viável em relação aos parâmetros de processamento, as justificativas principais para o uso desse alimento são relatadas na literatura do ponto de vista nutricional.

A digestibilidade da MS e do amido foi melhorada para vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo silagem de grão de milho moído e reidratado. No entanto, o aumento da digestibilidade do amido parece coincidir com alteração de parâmetros fisiológicos do leite, como redução do teor de gordura.

O aumento da produção de leite em razão da maior digestibilidade do amido apresenta divergências, assim como a digestão compensatória pelo intestino. Além dos fatores conhecidamente controlados na confecção de silagens, na silagem de grão de milho reidratado uma atenção especial deve ser dada ao tamanho de partícula, hidratação, homogeneização e tempo de armazenamento.

Ademais, por se tratar de um alimento mais digestível, é necessário calcular adequadamente o fornecimento para os animais, de modo a evitar possíveis distúrbios metabólicos. Acredita-se que são necessários mais estudos em relação aos dados produtivos em diferentes cenários e parâmetros reprodutivos são uma opção para uma revisão da literatura.

REFERÊNCIAS

- ALDRICH, M. S. et al. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 1091–1105, 1993.
- ARCARI, M. A. **Efeito da vitreosidade, granulometria e inoculante bacteriano sobre a composição e qualidade de silagens de milho e sorgo reidratados**. Tese de Doutorado. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, SP. 2017.
- ARCARI, M. A. **Produção, composição, consumo e digestibilidade em vacas recebendo milho reidratado e ensilado com silagem de cana-de-açúcar como volumoso**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga-SP, 2013.
- ARCARI, M. A. et al. Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy cow milk yield and nutrient digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v. 221, p. 167-173, 2016a.
- ARCARI, M. A. et al. 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, p. 60-71, 2016b.
- BENTON, J. R. et al. Effects of corn moisture and length of ensiling on dry matter digestibility and rumen degradable protein. **Nebraska Beef Cattle Reports**, v. 151, p. 31-33, 2005.
- BERCIELLI, T. T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal-SP, FUNEP, 583 p., 2006.
- BITENCOURT, L. L. **Substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2012.
- BRADFORD, B. J.; ALLEN, M. S. Depression in feed intake by a highly fermentable diet is related to plasma insulin concentration and insulin response to glucose infusion. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 3838-3845, 2007.
- BRODERICK, G. A. et al. Efficacy of carbohydrate sources of milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 1767-1776, 2002.

CAETANO, M. et al. Impact of flint corn processing method and dietary starch concentration on finishing performance of Nellore bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 251, p. 166–175, 2019.

CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Revista Nova Economia**, v. 22, p. 141-164, 2012.

CASTRO, L. P. et al. Lactation performance of dairy cows fed rehydrated and ensiled corn grain differing in particle size and proportion in the diet. **Journal of Dairy Science**, v. 102, p. 9857-9869, 2019.

CONAB. **Produção nacional de grãos na safra 2022/23**. CONAB, 2022. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/GPWYZ>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

CORREA, C. E. S. et al. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 3008-3012, 2002.

DURÃES, H. F. **Silagem de grão de milho reidratado aditivada com enzima**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2022.

EMBRAPA. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Circular Técnica nº 75. 2006. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/15429253.pdf>>. Acesso em: 01 de ago. 2023.

EMBRAPA. **Importância Socioeconômica**. 2021 - disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica#:~:text=A%20import%C3%A2ncia%20econ%C3%B4mica%20do%20milho,cerca%20de%2070%25%20no%20mundo>>. Acesso em: 01 de ago. de 2023.

EMBRAPA. **Alimentação**. 2021 - disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pos-producao/agroindustria-do-milho/alimentacao>>.

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, p. 533–550, 2013.

FIRKINS, J. L. et al. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 218–238, 2001.

GABARRA, P. Z. **Digestibilidade de nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos de novilhos nelore alimentados com fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidade ruminais**. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.

GOBETTI, S. T. C. et al. Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* – Guarapuava-PR, v. 9, p. 225 – 239, 2013.

GOODRICH, R. D. et al. Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. **Journal of Animal Science**, v. 41, p. 876-881, 1975.

HENRIQUE, W., et al. **Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação - Desempenho e características de carcaça**. *Revista Brasileira de Zootecnia* – Viçosa-MG, v. 36, p. 183-190, 2007.

HOFFMAM, P. C. et al. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 2465–2474, 2011.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 852–867, 1997.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. IBGE, 2022. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/eloR0>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

JOBIM, C. C. et al. Avaliação da silagem de grãos de milho reidratados com inclusão de okara ou soja no desempenho de vacas em lactação. **Seminário Ciências Agrárias**, v. 41, p. 2747–2758, 2020.

JOBIM, C. C. et al. Methodological advances in evaluation of preserved forage quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 101-119, 2008.

JOBIM, C. C.; BRANCO, A. B.; SANTOS, G. T. **Silagem de grãos úmidos na Alimentação de bovinos leiteiros**. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite. Goiânia, GO, p. 357-376, 2003.

JUNGES, D. et al. Influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 9048- 9051, 2017.

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

KNOWLTON, K. F. et al. Performance, rumen fermentation and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvest and processed differently. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1972-1984, 1998.

KUNG JUNIOR, L. et al. Silage additives. **Silage Science and Technology** - Wisconsin-USA, Pag. 305-360, 2003.

MACKEN, C. N. et al. Effects of Corn Processing Method and Protein Concentration in Finishing Diets Containing Wet Corn Gluten Feed on Cattle. **The Professional Animal Scientist**, v. 22, p. 14-22, 2006.

McALLISTER, T. A.; HRISTOV, A. N. **The Fundamentals of Making Good Quality Silage, Advances in Dairy Technology**, v. 12, p. 389-399, 2000.

McDONALD, P. et al. **The biochemistry of silage**. 2^a ed., Marlow - Chalcomb Publications, 340 p., 1991.

McKINNEY, L. J. **Grain processing: particle size reduction methods**. In: Cattle grain processing symposium. Oklahoma: CGP, p. 42-45, 2006

MENDES, I. A. P. **Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de grão de milho moído reidratado substituindo milho seco moído do concentrado**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte-MG, 2013.

MILLEN, D. D. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

NGONYAMO-MAJEE, D. et al. 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, p. 259-274, 2008.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on ruminal digestion kinetics for lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 184–194, 2003.

OWENS, F.; SODERLUND, S. **Ruminal and postruminal starch digestion by cattle**. In: Cattle Grain Processing Symposium, 2006.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. EMBRAPA – Circular Técnica nº 75, Sete Lagoas-MG, 2006.

PEREIRA, L. G. R.; ANTUNES, R. C. O milho na alimentação de gado de leite. In: **IV Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite** - Belo Horizonte-MG, Escola de Veterinária, UFMG, p. 49-70, 2007.

PEREIRA, M. N. et al. Silagem de milho reidratado na alimentação do gado leiteiro. **Informe Agropecuário**, v. 34 p. 7-18, 2013.

PEREIRA, M. N., et al. **Silagem de milho reidratado**. EPAMIG – Circular técnica nº 187, Belo Horizonte-MG, 2013.

PEREIRA, M. N.; PEREIRA, R. A. N. **Processamento de milho por reidratação e ensilagem**. In: Encontro de Confinamento, 8ª edição, Ribeirão Preto-SP, p. 141-162, 2013.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: **X SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE**, 10. 2016, Viçosa. Anais...v.1. Viçosa/MG: UFV, p. 103-120, 2016.

POMERANZ, Y. Genetic factors affecting protein content and composition of cereal grains. **World Review of Nutrition Dietetics**, Volume 36, Pag. 174, 1981.

REIS, R. A., et al. **Efeito de Doses de *Lactobacillus Buchneri* “Cepa Ncimb 40788” sobre as Perdas nos Períodos de Fermentação e Pós-Abertura da Silagem de Grãos Úmidos de Milho**. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, p. 923-934, 2008.

SENAR. **Produção de Silagem de grão de Milho Reidratado**. Curso EAD. Disponível em < <https://ead.senar.org.br/>> Acesso em: 01 ago. 2023.

SILVA, M. R. H. **Processamento e ensilagem no valor nutritivo de grãos de milho para novilhos em confinamento**. Maringá-PR, 82 p., 2015.

SILVA, N. C. **Características das silagens de grãos de milho influenciadas pela reidratação e pela inoculação com *L. buchneri* sobre o desempenho de bovinos de corte confinados**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticaba-SP, 130 p., 2016.

SILVA, N. C. et al. 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, p. 4158–4167, 2018.

SOARES, F. A. **Silagem de Grão de Milho Reidratado com a Utilização de Aditivos**. Seropédica-RJ, 2020.

SOUZA, O. W. **Elaboração de silagem de grão úmido de milho em pequenas propriedades**. In: LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N. **Silagem de Grão Úmido de Milho**. Gráfica Leal Ltda, p. 19-32, 2001.

TAYLOR, C. C.; ALLEN, M. S. Corn grain endosperm type and brown midrib 3 corn silage: site of digestion and ruminal digestion kinetics in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 1413–1424, 2005.

TOSELLO, G. A. **Milhos especiais e seu valor nutritivo**. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Fundação Cargill – Campinas-SP, 1978.

USDA- United States Department of Agriculture. **Corn World Production**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/jtAO6>. Acesso em: 01 ago. 2023.

ZEOULA, L. M. et al. **Solubilidade e degradabilidade do amido de diferentes alimentos**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 28, p. 898-905, 1999.