

Uso de milho processado em dietas de ruminantes: revisão

Use of processed corn in ruminant diets: review

Uso del maiz processado em dietas de ruminantes: revision

Recebido: 15/04/2020 | Revisado: 20/04/2020 | Aceito: 22/04/2020 | Publicado: 23/04/2020

Frederico Costa Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0636-8140>

Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: fcn_zootec@hotmail.com

Thiago Ferreira Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9107-8967>

Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: thi_costa12@hotmail.com

Marcus Augusto Borba Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4911-6859>

Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: marc.borba@zipmail.com.br

Pamella Cristina Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7400-988X>

Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: pamella-cristinaa@hotmail.com

Luizmar Peixoto dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6996-7891>

Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: luizmarsantos@bol.com.br

Katia Cylene Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8821-9709>

Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Brasil

E-mail: katia.guimaraes@ifgoiano.edu.br

Resumo

O milho e o sorgo são as principais fontes energéticas utilizadas nas dietas de ruminantes em nosso país. Estes dois cereais possuem duas características que podem dificultar a absorção e aproveitamento do amido pelos animais. Possuem duas características marcantes que dificultam a absorção e aproveitamento do amido pelos animais. A primeira está relacionada à consistência do endosperma, classificado em farináceo ou duro, impedindo o máximo aproveitamento do material, e a segunda é a matriz proteica que encobre os grânulos de amido, funcionando como excelente barreira físico-química na proteção contra intempéries climáticas, problemas de colheita e ataque de insetos e/ou roedores. O processamento sobre os grãos pode ser usado como forma de melhorar os fatores que limitam sua absorção, rompendo a matriz proteica que recobre os grânulos do amido, favorecendo a atuação das enzimas digestivas. O objetivo é trazer argumentos e evidências sobre a eficiência do processamento de milho na forma de reidratação e ensilagem, sobre aspectos de degradabilidade ruminal, melhora na conversão alimentar e incremento de produção. Para tal, foi realizada uma revisão através de artigos científicos, analisando sobre as técnicas de processamento do milho e seu desempenho nas características produtivas dos ruminantes. Podendo concluir que os processamentos sobre o grão, podem elevar o valor nutricional do milho com endosperma vítreo, melhorando os aspectos zootécnicos na nutrição de ruminantes.

Palavras-chave: Amido; Degradabilidade ruminal; Processamento.

Abstract

Corn and sorghum are the main energy sources used in the diets of ruminants in our country. These two cereals have two characteristics that can hinder the absorption and use of starch by animals. They have two striking characteristics that hinder the absorption and use of starch by animals. The first is related to the consistency of the endosperm, classified as floury or hard, preventing the maximum use of the material, and the second is the protein matrix that covers the starch granules, functioning as an excellent physical-chemical barrier in the protection against weather conditions, problems harvesting and attacking insects and / or rodents. Processing over grains can be used as a way to improve the factors that limit their absorption, breaking the protein matrix that covers the starch granules, favoring the performance of digestive enzymes. The objective is to bring arguments and evidence on the efficiency of corn processing in the form of rehydration and silage, on aspects of ruminal degradability, improvement in feed conversion and increase in production. To this end, a review was carried out through scientific articles, analyzing the corn processing techniques and their performance

in the productive characteristics of ruminants. Being able to conclude that the processing on the grain, can increase the nutritional value of corn with vitreous endosperm, improving the zootechnical aspects in the nutrition of ruminants.

Keywords: Starch; Rumen degradability; Processing.

Resumen

El maíz y el sorgo son las principales fuentes de energía utilizadas en las dietas de los rumiantes en nuestro país. Estos dos cereales tienen dos características que pueden dificultar la absorción y el uso de almidón por los animales. Tienen dos características llamativas que dificultan la absorción y el uso de almidón por los animales. El primero está relacionado con la consistencia del endospermo, clasificado como harinoso o duro, evitando el uso máximo del material, y el segundo es la matriz de proteínas que cubre los gránulos de almidón, que funciona como una excelente barrera físico-química en la protección contra las condiciones climáticas, problemas cosecha y ataque de insectos y / o roedores. El procesamiento sobre granos se puede utilizar como una forma de mejorar los factores que limitan su absorción, rompiendo la matriz de proteínas que cubre los gránulos de almidón, favoreciendo el rendimiento de las enzimas digestivas. El objetivo es presentar argumentos y pruebas sobre la eficiencia del procesamiento del maíz en forma de rehidratación y ensilaje, sobre aspectos de la degradabilidad ruminal, la mejora en la conversión del alimento y el aumento de la producción. Para ello, se realizó una revisión a través de artículos científicos, analizando las técnicas de procesamiento de maíz y su desempeño en las características productivas de los rumiantes. Ser capaz de concluir que el procesamiento en el grano puede aumentar el valor nutricional del maíz con endospermo vítreo, mejorando los aspectos zootécnicos en la nutrición de los rumiantes.

Palabra clave: Almidón; Degradabilidad ruminal; Procesamiento.

1. Introdução

A bovinocultura de corte está entre as atividades de maior importância, tanto social como econômica. Está presente em todos os municípios brasileiros com ampla variedade de raças, sistemas de produção, índices produtivos, sistemas de nutrição e sistemas de comercialização, de acordo com as peculiaridades e exigências de cada região e do mercado a que se destina (Oliveira, 2017).

O uso do confinamento na terminação de bovinos tem sido cada vez mais frequente nas propriedades. Várias são as realidades e formas de criação destes animais nos diferentes sistemas de produção existentes, porém, o fator nutrição é ainda o mais impactante no custo de produção, sendo muitas vezes o responsável pelo sucesso ou o fracasso da atividade pecuária (Dos Reis et al., 2001).

Nesse cenário, os grãos de milho e sorgo são os ingredientes mais utilizados como concentrados energéticos nos confinamentos brasileiros, sendo a principal fonte de amido nas dietas. Ambos os ingredientes apresentam particularidades e diferem principalmente na disponibilidade de amido oferecido aos animais (Arcari, Martins, Tomazi, Gonçalves, e Santos, 2016).

Estes grãos apresentam forte matriz proteica que recobre os grânulos de amido, limitando assim o ataque microbiano no rúmen e, dependendo do tipo de matriz, diminuindo também a ação enzimática no intestino delgado (Menezes et al., 2017).

Várias são as formas de processamento destes grãos que podem resultar em aumento da disponibilidade de amido e, portanto, incrementar o aproveitamento dos cereais. Destacam-se nessas atividades a moagem, a ensilagem dos grãos e também a reidratação dos grãos (Pereira e Pereira, 2014).

O processamento é utilizado como ferramenta para aumentar a digestibilidade do amido no trato digestivo total do bovino, através da redução da integridade da matriz proteica que circunda os grânulos de amido, permitindo assim um maior ataque enzimático das enzimas microbianas ou intestinais (Arcari et al., 2016).

São poucas as publicações sobre o uso e resultados da utilização de grãos de milho reidratados na pecuária de corte, conseguindo mensurar índices simples como ganho de peso, conversão alimentar e se realmente existe viabilidade financeira ou não. O objetivo é trazer argumentos e evidências sobre a eficiência do processamento de milho na forma de reidratação e ensilagem, sobre aspectos de degradabilidade ruminal, melhora na conversão alimentar e incremento de produção.

2. Metodologia

O presente estudo, trata-se de uma revisão exploratória, por meio de pesquisa bibliográfica a respeito das técnicas de processamento do milho e seu desempenho nas características produtivas dos ruminantes. Os artigos utilizados foram retirados de bases indexados: CAPES, PUBVET, SCIELO, SCOPUS, SCIENCE DIRECT, ELSEVIER, sendo

recorte temporal das últimas duas décadas. Tais artigos, foram selecionados de forma qualitativa a respeito do objetivo geral, através da metodologia descrita por Pereira et al. (2018).

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Milho e sorgo na alimentação animal

A pecuária de corte brasileira por meio de significativos avanços produtivos elevou à categoria internacional de exportador e colocou o Brasil entre os maiores produtores de carne bovina. Diante disso, a intensificação da produção animal necessita do incremento do valor nutritivo das dietas, a fim de otimizar o consumo e digestibilidade dos nutrientes, uma vez que o atendimento das exigências de manutenção e desempenho animal está correlacionado com o consumo de nutrientes (Oliveira, 2017).

As principais fontes de amido utilizadas na alimentação animal, são o milho (*Zea mays*) e o sorgo (*Sorghum bicolor*), devido a maior disponibilidade energética de ambos e também pelos dois serem amplamente cultivados em solo brasileiro (Dos Reis et al., 2001).

Na safra 2017/2018, o agronegócio brasileiro teve papel amortecedor na economia, levantando a balança comercial em relação ao baixo crescimento do PIB nacional. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, com 82 milhões de toneladas, sendo 30% destinados à exportação (FIESP, 2018).

A importância da utilização dos grãos de milho na nutrição animal, é confirmada pela Associação Brasileira de Produtores de Milho. Relatório mostra que a bovinocultura consumiu cerca de 4.126 mil toneladas na safra 2017/18 e uma projeção um pouco maior na safra 2018/19 da ordem de 3% de incremento (AbiMilho, 2018).

A produção brasileira de sorgo, no levantamento de julho de 2018, foi de aproximadamente 2,1 milhões de toneladas, tendo a vantagem de ser cultivado em épocas e regiões de recursos hídricos limitados e baixa tecnificação (Agência Brasil, 2018).

O sorgo possui conteúdo mais elevado de proteína bruta e o milho maior concentração de extrato etéreo, de lisina e de metionina. Em média, esses cereais apresentam valores semelhantes de fibra em detergente neutro, de fibra bruta, de cálcio e de fósforo. O conhecimento da composição bromatológica dos grãos de sorgo é fundamental para viabilizar a substituição do milho nas rações para animais com a redução de custos e sem perda de desempenho (Antunes et al., 2007).

Toda e qualquer alteração na dieta de ruminantes que resulte na diminuição da síntese de proteína microbiana poderá comprometer a fermentação ruminal e desempenho dos animais, sendo que a proteína microbiana contribui com mais de 50% da absorção de nutrientes no intestino delgado. Assim as mudanças na nutrição deste tipo de animal precisam ser feitas gradativamente para que o ambiente ruminal tenha condições de se adequar as dietas, garantindo resultado e diminuindo a possibilidade de distúrbios (Oliveira, 2017).

3.2 Composição estrutural do milho

O milho é composto basicamente por 82% de endosperma, 11% de gérmen, 5% de pericarpo e 2% de ponta. O grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta, as quais diferem em composição química e também na organização dentro do grão (Paes, 2006).

Existe uma diferenciação correspondente ao nível de dureza do grão, caracterizada pela estrutura do endosperma e tamanho do germe (Silva et al., 2018). De acordo com as características e proporções entre o endosperma vítreo e farináceo do grão, existem quatro classes ou tipos de milho: dentado, duro, farináceo e pipoca (Paes, 2006).

O milho dentado, diferente do milho duro, possuem amido mole e poroso e têm baixa densidade. Os grãos do tipo duro ou *flint* têm endosperma rígido ou cristalino, ocupando quase todo o seu volume e baixa proporção de endosperma farináceo. Com a maturação, acontece a perda de umidade, o endosperma farináceo reduz o seu volume em maior intensidade, sendo possível fazer a identificação, pelo enrugamento do endosperma no topo da semente. Os grãos duros têm alta vitreosidade e densidade, sendo que a vitreosidade é definida como a proporção de endosperma duro (vítreo) em relação ao endosperma total (Peres, 2011).

A maior proporção de endosperma vítreo resulta em grãos de milho duros ou *flint*. No Brasil os híbridos comerciais são na totalidade de alta vitreosidade, preferidos pela resistência ao ataque de pragas, adversidades climáticas, problemas de colheita e armazenamento (Pereira & Pereira, 2014).

O amido é um polissacarídeo não estrutural de elevado peso molecular e sintetizado pelas plantas superiores com função de reserva de energia para os vegetais durante os períodos de dormência, germinação, crescimento e rebrota. As plantas armazenam o amido nas raízes, caules, tubérculos e grãos. O amido é a principal unidade de reserva energética vegetal, e na semente possui papel importante para a germinação. Dois polímeros de glicose

formam o amido, amilose (22% a 28%) e amilopectina (72% a 78%). Esses dois polímeros são diferentes em estrutura química, tamanho da molécula e propriedades químicas (Peres, 2011; Menezes et al., 2017).

A amilose é um polímero longo, linear, disposto em dupla hélice cujos resíduos de glicose são unidos por ligações α -1,4. A amilopectina é um polímero de estrutura molecular complexa cujas unidades glicosídicas encontram-se unidas por ligações α -1,4 e α -1,6 a cada 20 a 25 moléculas de glicose. Esses polímeros estão no interior do endosperma na forma de pequenos grânulos unidos por pontes de hidrogênio. Essas ligações conferem aos grânulos íntegros, baixa capacidade de absorção de água. Os processamentos são aplicados aos grãos para quebrar essas pontes de hidrogênio dentro dos grânulos e melhorar sua capacidade de hidratação, deixando o amido disponível a digestão enzimática (Nunes et al., 2014).

A amilopectina se constitui na parte mais organizada e cristalina dos grânulos, mais densa e que oferece maior resistência à penetração de água ou ação enzimática. A amilose se constitui na parte menos organizada ou amorfa e menos densa que a cristalina, podendo a água mover-se livremente através dela. Os grânulos de amido são interligados e envoltos por uma camada ou matriz proteica. A digestibilidade do amido é inversamente proporcional ao seu teor de amilose, em virtude de interações desta com a matriz proteica do grânulo de amido (Pflugfelder & Rooney, 1986).

A matriz proteica do amido no milho foi definida anteriormente como um impedimento físico-químico para a digestão do amido em ruminantes (Owens, Zinn, e Kim, 1986; Santos, 2015). No milho, as proteínas zeínas hidrofóbicas são as proteínas primárias na matriz amido-proteína, e compreendem 50 a 60% da proteína total no milho integral. Essas proteínas são classificadas como prolaminas, consistindo de 4 subclasses (α , β , γ , δ). As zeínas não são intrínsecas dentro do grânulo de amido, mas são principalmente localizadas na superfície no exterior dos grânulos de amido. À medida que se desenvolvem e se distendem com o avanço da maturidade, as ligações cruzadas de β e γ -zeínas e as α e δ -zeínas penetram em sua rede, encapsulando assim o amido numa matriz proteica de amido hidrofóbica (Hoffman et al., 2011).

A extensa ligação cruzada de proteínas zeína produz endosperma vítreo, e variedades secas de milho com maior percentagem de endosperma vítreo diminuiram a degradabilidade do amido *in vitro* ou *in situ* (Correa, Shaver, Pereira, Lauer, e Kohn, 2010). A alimentação de milho seco com maior vítreo também diminuiu a digestão de amido *in vivo* em vacas leiteiras em lactação (Bitencourt, 2012).

A reduzida digestibilidade no intestino delgado se deve a ausência de processamentos nos grãos. Em dietas com milho processado comparado com dietas a base de milho grão inteiro, foi observado a redução da concentração de amido de fermentação ruminal, além da maximização da produção de energia metabolizável (Oliveira, 2017).

3.3 Processamento de Grãos

O processamento de grãos refere-se aos métodos de preparação para a alimentação e visa principalmente à melhoria da digestibilidade e da palatabilidade dos alimentos ou inativação de fatores antinutricionais. Para ruminantes, o processamento do milho potencializa a fermentação do amido no rúmen e minimiza as limitações da digestão do amido no intestino delgado, aumentando a digestibilidade em ambos os compartimentos (Ferraretto, Crump, e Shaver, 2013).

Os grãos de cereais podem ter cerca de 50% a 70% de sua composição em amido, parte essa considerada alvo para os métodos de processamento, seja ele qual for. De maneira geral, a chave para o sucesso na digestibilidade do amido está diretamente ligado ao processamento adequado sobre o grão (Peres, 2011).

3.4 Moagem

Talvez a mais conhecida e difundida no país, a moagem dos grãos é o processo de redução de partículas, feita por moinho de martelo e peneiras. Nessa situação o milho será reduzido a partículas menores e peneirado, rompendo a película externa do grão, o pericarpo, aumentando a superfície de contato e facilitando a ação dos microrganismos ao endosperma, atuando diretamente na digestibilidade do amido (Batalha, 2015).

Nussio, Santos, Pires, Simas, e Zopollatto (2008) com o objetivo de comparar milho moído fino, moído grosso ou floculado. O tratamento como milho moído grossamente, resultou em menores produções de leite, gordura e proteína. Enquanto o tratamento como milho floculado teve efeito negativo na digestão de fibra.

3.5 Laminação

Quando é feito a seco, o grão é quebrado em pequenos pedaços, passando por um laminador, causando modificações apenas na estrutura física. Existe modificação como na moagem, porem de forma branda. Se comparado com o milho moído sua degradabilidade ruminal é menor. Em dietas que usam essa tecnologia, uma grande parte destes grãos é levada ao intestino delgado (Lage, Neto, Malacco, e Coelho, 2017).

Quando o processo é feito à vapor, ocorrerá aumento da umidade e de temperatura, expondo os grãos ao vapor d'água por um período de 15 a 20 minutos, a uma temperatura de 90° a 95°C, elevando sua umidade entre 17% a 20%, potencializando o efeito gelatinização dos grãos (Mourão et al., 2017). Em seguida, o milho é levado ao laminador, gerando grãos de 1,5 a 2,4 mm de espessura.

3.6 Floculação

Neste processo os grãos são colocados no condensador por 30 a 60 minutos, a altas temperaturas, 90° a 105°C, sua umidade se eleva até 20% a 24% intensificando o processo de gelatinização. Posteriormente passado em um par de rolos que comprimem mais ainda os grãos até uma espessura de 0,9 a 1,1 mm (Pereira e Antunes, 2007; Lage, et al., 2017).

Em pesquisa realizada por Peres (2011), foram comparados três métodos de processamento de milho, laminado, floculado e moído fino, em tourinhos confinados. Os resultados permitiram concluir que, a moagem fina e a floculação, em comparação com a laminação, resultaram em aumento na digestibilidade do amido e na eficiência alimentar dos animais.

Segundo avaliação feita ao efeito do processamento do grão de milho (floculado ou moído grosso) e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada no consumo de matéria seca, produção e composição do leite, na digestibilidade de nutrientes, nos parâmetros ruminais e sangüíneos em vacas leiteiras da raça holandesa alimentadas com dietas contendo silagem de milho como volumoso. A floculação aumentou a digestibilidade aparente no trato total da matéria seca e matéria original, amido e proteína. A floculação tendeu a aumentar eficiência alimentar percentual e produção de proteína do leite (Santos, Menezes Júnior, Simas, Pires, e Nussio, 2016).

Objetivando-se descrever as características e revisar os principais processamentos dos grãos do milho e sua utilização no concentrado de bezerros em aleitamento (Lage et al., 2017) concluiu que os processamentos podem ser bem interessantes, principalmente pelo tipo de milho existente no Brasil.

Segundo trabalho conduzindo por Passini, Borgatti, Ferreira, e Mazza Rodrigues (2004) com objetivo de avaliar o efeito de formas de processamento de milho na degradabilidade da matéria seca, amido e proteína em rúmen de bovinos. Foi observado aumento na degradabilidade efetiva da matéria seca e do amido do milho pela floculação, em relação à moagem fina e à quebra. Contudo, a degradabilidade efetiva da proteína do milho foi diminuída pela floculação, em relação à moagem fina.

3.7 Peletização e Extrusão

A peletização consiste em submeter os alimentos a moagem e posteriormente a pressão, umidade e calor, de forma que se consiga obter péletes, de vários tamanhos ou formas. Neste procedimento muitas vezes utilizam-se ligantes (aditivos) para obter uma maior adesão das partículas. A peletização oferece vantagens tais como: aumenta a densidade física da ração, aumenta o consumo da ração pelos animais, reduz a pulverulência (evita os problemas respiratórios e facilita o manuseio), elimina a seleção de ingredientes (particularmente em ovinos e caprinos) e reduz o desperdício em comedouros (Guedes, Santos, Borges, Alves, e Júnior, 2004).

No processo de extrusão, os grãos são moídos anteriormente do tratamento a vapor e passam por uma rosca sem fim, de onde são extrusados através de orifícios aonde o alimento vai se expandindo na direção em que ele é expelido. A expansão sofrida pelos grãos causa ruptura dos grânulos de amido (Gonçalves, Borges, e Ferreira, 2009; Lage et al, 2017).

Filho et al. (2006) avaliou consumo, a digestibilidade aparente, a degradabilidade ruminal da MS e da PB, a produção e a composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas. A produção de leite foi maior nos animais que consumiram concentrado extrusado. Isso somente ocorreu na produção em vacas com alto potencial de produção (30,0 kg/dia), indicando que seu uso é uma decisão de ordem econômica.

3.8 Silagem de grãos úmidos

No Brasil, a utilização da silagem de grãos úmidos foi introduzida nos anos 80 principalmente em criações de suínos. A silagem é chamada de grão úmido pelo teor de umidade do grão no momento da colheita, 35 a 40% de umidade para uma rápida e favorável fermentação do produto no silo (Mourão et al., 2017).

Essa técnica apresenta vantagens como a minimização das perdas na colheita, a liberação antecipada da área para outras culturas, a redução do tempo gasto com a secagem e das perdas ocasionadas por insetos e roedores durante a armazenagem e a diminuição dos custos do alimento produzido (Gobetti, Neumann, Oliboni, e Oliveira, 2013).

3.9 Silagem de grãos reidratados

Esse tipo de processamento consiste em triturar o milho e adicionar água para elevar sua umidade de 12% a 14% até 35% a 40%, aumentando a digestibilidade do grão devido ao aumento da superfície de contato, rompimento parcial da matriz proteica, ação dos ácidos da

fermentação e da gelatinização e pelo aquecimento do processo de silagem (Pereira et al., 2013).

Durante o processo de ensilagem, as subunidades de proteína que se liga a grânulos de amido, sofrem proteólise, o que explica melhor a digestibilidade do amido total quando os animais são alimentados com milho de alta umidade em comparação ao milho moído seco (Ferraretto et al., 2013). Por este motivo, o milho seco pode ser reidratado para atingir níveis de umidade que são suficientes para um processo de ensilagem (Rezende et al., 2014).

3.10 Grãos reidratados em dietas de ruminantes

Em estudo desenvolvido por Arcari et al. (2016), com objetivo de avaliar o efeito da substituição do milho seco por milho ensilado reidratado em dietas de vacas leiteiras, verificou-se aumento na produção de leite de 2,1 litros/vaca/dia e na digestibilidade aparente total do amido, melhora de 8 pontos percentuais.

Além do uso de água na reidratação, existem outras possibilidades de uso de materiais que possam colaborar com a reidratação. Em pesquisa realizada por Ferraretto, Silva Filho, Fernandes, Kim, e Sultana, (2018), foi avaliado o efeito da reidratação e ensilagem do milho moído com diferentes concentrações de resíduo úmido de cerveja no perfil de fermentação e na digestibilidade ruminal *in vitro* do amido. Além de fermentação adequada, como evidenciado pelo pH e concentração de ácido láctico e maior digestibilidade do amido. A reidratação e a ensilagem de milho com resíduo úmido de cerveja, visando 70% de MS aumentaram a digestibilidade do amido em grau semelhante à reidratação e ensilagem com água.

Em estudo desenvolvido por Rezende et al. (2014), com objetivo de investigar os efeitos da reidratação com soro ácido ou água em três níveis de umidade, bem como os efeitos da inoculação bacteriana, sobre a fermentação, composição química e estabilidade aeróbia de silagens de grãos de milho. Concluiu-se que o inoculante não promoveu mudanças significativas na composição da silagem de grãos de milho. Em contraste, o potencial do uso de soro ácido na ensilagem de grãos de milho é alto, pois sua adição leva a melhorias no processo de fermentação e estabilidade aeróbia das silagens.

Uma meta-análise foi realizada para determinar a influência do tipo de grão de cereais e métodos de colheita e processamento de grãos de milho, tamanho de partículas, amido digestível ruminal e concentrações de FDN na forragem, digestão, e desempenho da lactação por vacas leiteiras usando um conjunto de dados que compreende 414 tratamentos de 102 relatórios de periódicos revisados por pares de 2000 a 2011 por Ferraretto et al. (2013)

concluíram que a digestibilidade do amido foi melhorada para vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo grãos de milho ensilados ou processados a vapor, ou milho seco, respectivamente. As comparações entre locais de digestão de amido indicam que o aumento de digestibilidade ruminal resulta em aumento da digestibilidade do trato total e a digestão pós-ruminal não compensa totalmente o amido que escapa da degradação ruminal.

Gobetti et al. (2013), em revisão de literatura, afirma que a utilização da silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de ruminantes é uma tecnologia que pode contribuir significativamente para melhorar os índices de produtividade animal e reduzir os custos. As vantagens no uso dessa silagem explicam-se pela forma como o amido é digerido no rúmen, intenso grau de processamento físico dos grãos no ensilamento e/ou químico-biológico na fermentação, onde os animais conseguem aproveitar melhor os nutrientes.

4. Considerações Finais

Devido à baixa disponibilidade de grãos com endosperma farináceo nos campos agrícolas brasileiros, os processamentos sobre o grão, podem elevar o valor nutricional do milho com endosperma vítreo. Entretanto, dentre as alternativas propostas, a silagem de grãos de milho reidratado surge como técnica promissora por ser capaz de elevar a taxa de degradação amilácea e proteica do milho.

Este processo, comparado ao milho grão inteiro, apresenta benefícios nutricionais positivos, visto que o aumento da superfície de contato dos grãos provocados pela trituração e ainda a gelatinização do amido, provocado pelas altas temperaturas no processo de ensilagem, influenciará diretamente na fermentação ruminal, absorção de nutrientes e aumento de produção.

Referências

AbiMilho. (2018). Abimilho / Estatística / Oferta e Demanda. Retrieved May 11, 2019, from Associação Brasileira das Indústrias do Milho - AbiMilho website: <http://abimilho.com.br/estatisticas>

Agência Brasil. (2018). Produção e exportação de milho devem crescer na safra 2018/2019. Retrieved May 5, 2019, from <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/producao-e-exportacao-de-milho-devem-crescer-na-safra-20182019> website:

<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/producao-e-exportacao-de-milho-devem-crescer-na-safra-20182019>

Antunes, R. C., Rodriguez, N. M., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Borges, I., Borges, A. L. C. C., & Saliba, E. O. S. (2007). Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(5), 1351–1354. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v59n5/a42v59n5.pdf>

Arcari, M. A., Martins, C. M. M. R., Tomazi, T., Gonçalves, J. L., & Santos, M. V. (2016). Effect of substituting dry corn with rehydrated ensiled corn on dairy cow milk yield and nutrient digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 167–173. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.005>

Batalha, C. D. A. (2015). *Processamento de grãos de milho para vacas leiteiras em pastagem tropical*. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.”

Bitencourt, L. L. (2012). *Substituição de milho moido por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras*. UFLA.

Correa, C. E. S., Shaver, R. D., Pereira, M. N., Lauer, J. G., & Kohn, K. (2010). Relationship Between Corn Vitreousness and Ruminant In Situ Starch Degradability. *Journal of Dairy Science*, 85(11), 3008–3012. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(02\)74386-5](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(02)74386-5)

Dos Reis, W., Jobim, C. C., De Assis, F., Macedo, F., Martins, E. N., Cecato, U., & Da Silveira, A. (2001). Desempenho de Cordeiros Terminados em Confinamento, Consumindo Silagens de Milho de Grãos com Alta Umidade ou Grãos de Milho Hidratados em Substituição aos Grãos de Milho Seco da Dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(2), 596–603. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n2/5505.pdf>

Ferraretto, L. F., Crump, P. M., & Shaver, R. D. (2013). 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*, 96(1), 533–550. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5932>

Ferraretto, L. F., Silva Filho, W. I., Fernandes, T., Kim, D. H., & Sultana, H. (2018). 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*, *101*(5), 4643–4649. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14329>

FIESP. (2018). *Safra Mundial de Milho 2018/19 - 2º Levantamento do USDA*. (11), 4434. Retrieved from <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20190415194851-boletimmilhoabril2019/>

Filho, H. L. W., Campos, J. M. de S., Assis, A. J. de, Filho, S. de C. V., Queiroz, A. C. de, Valadares, R. F. D., & Lana, R. de P. (2006). Consumo , digestibilidade aparente e desempenho de vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *35*(3), 1228–1235. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000400038>

Gobetti, S. T. de, Neumann, M., Oliboni, R., & Oliveira, M. R. (2013). Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. *Revista Ambiência*, *9*(1), 225–239. <https://doi.org/10.5777/ambiencia.2013.01.02rb>

Gonçalves, L. C., Borges, I., & Ferreira, P. D. S. (2009). Formulação de dietas para bovinos leiteiros. In Lúcio Carlos Gonçalves, Iran Borges, & Pedro Dias Sales Ferreira (Eds.), *Alimentação de Gado de Leite*. Retrieved from <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/4383/material/Livro - Alimentação de Gado de Leite.pdf>

Guedes, L. F., Santos, D. dos, Borges, I., Alves, L. de R. N., & Júnior, J. A. (2004). Efeito do processamento da dieta sobre o desempenho de cordeiros e cabritos. *Nutri Time Revista Eletrônica*, *12*(6), 441–446. Retrieved from <http://www.nutritime.com.br>

Hoffman, P. C., Esser, N. M., Shaver, R. D., Coblenz, W. K., Scott, M. P., Bodnar, A. L., ... Charley, R. C. (2011). Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, *94*(5), 2465–2474. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3562>

Lage, C. F. de A., Neto, H. do C. D., Malacco, V. M. R., & Coelho, S. G. (2017). Características e processamento do grão de milho e sua utilização no concentrado de bezerros em aleitamento. *Nutri Time Revista Eletronica*, 14(1983–9006). Retrieved from <http://www.nutritime.com.br>.

Menezes, B. B. De, Morais, M. G., Batista, R. D. S., Maciel, D., Josias, R., Brixner, B. M., ... Godoy, C. De. (2017). Características Estruturais Do Grão De Milho Sobre a Digestibilidade Do Amido Em Bovinos. *Anais Da X Mostra Científica FAMEZ/ UFMS, Campo Grande, 2017*, 155–163.

Mourão, R. de C., Pancoti, C. G., Moura, A. M., Ferreira, A. L., Borges, A. L. da C. C., & Reis e Silva, R. (2017). Processamento do milho na alimentação de ruminantes. *Pubvet*, 6(5). <https://doi.org/10.22256/pubvet.v16n5.1292>

Nunes, A. N., De Oliveira Simões, E., Da, A., Formigoni, S., Paula, A., Brustolini, L., ... Fontes, O. (2014). O milho processado e diferentes técnicas de determinação do amido na alimentação de suínos. *Revista Eletrônica Nutritime*, 11(1983–9006), 3508–3514. Retrieved from www.nutritime.com.br

Nussio, C. M. B., Santos, F. A. P., Pires, A. V., Simas, J. M. C., & Zopollatto, M. (2008). Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição parcial por polpa de citrus em dietas para vacas leiteiras. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 24(4), 1079–1086. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v24i0.2529>

Oliveira, A. R. De. (2017). *Dietas para bovinos com diferentes fontes de nitrogênio e carboidratos*.

Owens, F. N., Zinn, R. A., & Kim, Y. K. (1986). Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *Journal of Animal Science*, 63(5), 1634–1648. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351634x>

Paes, M. C. D. (2006). Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. In *Circular Tecnica 75 (Vol. 75)*. <https://doi.org/issn 1679-1150>

Passini, R., Borgatti, L. M. O., Ferreira, F. A., & Mazza Rodrigues, P. H. (2004). Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(3), 271–276.

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, 2007. p. 49-70.

Pereira, M. N., e Pereira, R. A. N. (2014). Dureza do grão de milho: um tópico brasileiro. *III Simpósio Internacional Em Formulação de Dietas Para Gado Leiteiro*, 77.

Pereira, M. N., Pereira, R. A. N., Lopes, N. M., Júnior, G. S. D., Cardoso, F., & Bitencourt, L. L. (2013). Silagem de Milho reidratado. *Circular Técnica EPAMIG*, 187(0103–4413).

Peres, M. S. (2011). *Processamento de grãos de milho do tipo flint ou duro e adequação protéica em rações para bovinos em terminação – desempenho animal e digestibilidade do amido*. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.”

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 22 abr. 2020.

Pflugfelder, L. W., & Rooney, R. L. (1986). Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. *Journal of Animal Science*, 63(5), 1607–1623.

Rezende, A. V., Rabelo, C. H. S., Veiga, R. M., Andrade, L. P., Härter, C. J., Rabelo, F. H. S., ... Reis, R. A. (2014). Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 213–221. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2014.07.009>

Santos, F. A. P., Menezes Júnior, M. P., Simas, J. M. C. de, Pires, A. V., & Nussio, C. M. B. (2016). Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos em

vacas leiteiras. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 23, 923. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v23i0.2646>

Santos, S. de C. (2015). *Características nutricionais e físicas do milho com diferentes texturas e tempos de armazenamento*. Retrieved from <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/5180/5/Tese - Sandro de Castro Santos - 2015.pdf>

Silva, T. D., Vieira, R. Í. M., Ferreira, J. C., Barbosa, I. T., Silva, T. D. e, Dijkstra, D., ... Abrão, F. O. (2018). Influência do processamento de grãos sobre o desempenho de ruminantes e a população microbiana do rúmen. *Caderno de Ciências Agrárias*, 10(2), 53–60.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Frederico Costa Nunes – 50%

Thiago Ferreira Costa – 5%

Marcus Augusto Borba Guimarães – 5%

Pamella Cristina Teixeira – 5%

Luizmar Peixoto dos Santos – 5%

Katia Cylene Guimarães – 30%