



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

BEATRIZ RÊGO DE CARVALHO

DIGESTIBILIDADE DE SILAGENS DE GRÃOS DE MILHO SOB DIFERENTES
FORMAS DE REIDRATAÇÃO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE

FORTALEZA
2026

BEATRIZ RÊGO DE CARVALHO

DIGESTIBILIDADE DE SILAGENS DE GRÃOS DE MILHO SOB DIFERENTES
FORMAS DE REIDRATAÇÃO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do título
de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.

FORTALEZA

2026

BEATRIZ RÊGO DE CARVALHO

DIGESTIBILIDADE DE SILAGENS DE GRÃOS DE MILHO SOB DIFERENTES
FORMAS DE REIDRATAÇÃO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de
Ciências Agrárias da Universidade Federal do
Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau
de Bacharelado em Zootecnia.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Pedro Henrique Watanabe
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Thatila Ellinna Batista de Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc Rayssa Aline Rocha Teixeira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha mãe, Naudirene Rêgo.

Às minhas irmãs, Victoria e Julia.

Aos meus sobrinhos, Heloísa e Isaías

E ao meu noivo, Rafael Martins.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter me sustentado e me dado forças durante a jornada. Agradeço pelo dom da vida e pela saúde.

À minha mãe, Naudirene Rêgo, por ter me incentivado e me apoiado em todos os momentos, se hoje estou aqui é por você e graças a você. Obrigada por ser minha base.

Às minhas irmãs e melhores amigas, Victoria e Julia, por sempre torcerem e acreditarem em mim. Vocês são meu porto seguro.

Ao meu noivo, Rafael Martins, por ser meu melhor amigo, pelo seu apoio incondicional, amor e carinho, e por ter estado ao meu lado durante toda a minha graduação. Obrigada por não me deixar desistir.

Aos meus sobrinhos, Heloísa e Isaías, por serem minha alegria nos dias difíceis, me fazendo enxergar o mundo de uma forma mais leve e divertida. A titia ama vocês.

Aos meus avós, Maria de Jesus e Raimundo (*in memoriam*), por todo o amor e carinho que me deram, pelo exemplo de força e garra. E que de alguma maneira, tiveram uma grande importância na profissão que escolhi, vou sempre amar vocês, espero honrar o legado que deixaram.

À minha avó, Maria Rosemey Meira, por todo o amor, carinho e apoio que me dá.

Ao meu cunhado, Eduardo, por toda a torcida, e por sempre me apoiar.

Ao meu padraсто, Wanderleyson, por todo o apoio e ajuda.

Aos meus primos, Kelly, e Santiago, por sempre torcerem e me apoiarem durante a jornada.

Aos meus primos/sobrinhos, Theo e Davi, por trazerem alegria e diversão aos meus dias. Amo vocês.

Às minhas tias, Ceiza e Irene, por toda a ajuda em casa, por cuidarem de mim sempre que eu preciso e por cuidarem da minha gata todas as vezes que precisei ficar fora por semanas para estagiar.

À família do meu noivo, Aline, Ozenida, Laila, Dimas, Ana, Amanda, e Fran, por se tornarem a minha segunda família e por toda a torcida e acolhimento.

Às minhas amigas de escola, Adrielly, Eline, Glória e Milena, por uma amizade tão verdadeira que nem o tempo e nem a distância foram capazes de enfraquecer, obrigada por todo apoio e companheirismo.

Aos meus amigos da graduação, Flávia, Eulália, Isabelly, Melk, Naíra e João Pedro, por todo o companheirismo e por tornar o ambiente acadêmico mais leve.

Ao Professor Aníbal, pela disponibilidade, pelas dúvidas sanadas e pela doação da palma utilizada.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura: Márcio, seu Constantino, seu Olavo e seu Luís, pelo apoio diário e por toda a ajuda operacional que tornou este experimento possível.

Ao Núcleo de Estudo em Suinocultura (NES) e aos membros antigos e novos, por toda a ajuda, em especial aos que me fizeram companhia durante os manejos e análises laboratoriais do experimento, Paulo Victor, Nathally, Vanessa, Julia, Gustavo, Glória, Davi, Andrey e Arthur.

Aos membros do Laboratório de Nutrição Animal (LANA), em especial à Keila, Danilo, Marília e Rafaela, por toda a ajuda durante as análises.

Um agradecimento especial à Thatila e à Karol. Obrigada por estarem ao meu lado desde o início do experimento, até as análises laboratoriais. Minha gratidão por todo o conhecimento compartilhado. Esse trabalho é fruto do apoio e ajuda de vocês.

À Rayssa, por todo o apoio durante os trabalhos no NES e ajuda durante as análises laboratoriais, obrigada por ser amiga e acreditar em mim, você é uma das minhas referências.

Ao meu orientador Pedro Henrique Watanabe. Obrigada pela orientação exemplar, paciência e apoio durante a produção desse trabalho. Seu trabalho como zootecnista, professor, orientador e ser humano me inspira. Ao senhor, a minha eterna gratidão.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pelos ensinamentos e incentivo durante toda a graduação. À coordenação e secretaria do curso de Zootecnia, em nome da coordenadora, Prof.^a Dr.^a Andréa Pereira Pinto, ao secretário José Clécio, e à Roberta Fontenele, por todo o apoio e auxílio.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe, à sua aluna de doutorado, Thatila Ellinna e a MSc Rayssa Aline, por terem aceitado o convite, pelas valiosas contribuições, correções e pelo suporte técnico que enriqueceram este trabalho.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela minha formação e estrutura.

A todos aqueles que não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram para a minha jornada acadêmica. Meu muito obrigada!

“Somos guiados por nossos instintos, nossa intuição, nossos desejos e medos, nossas cicatrizes e nossos sonhos” (Taylor Swift).

RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição nutricional e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia bruta (EB) do milho em grão moído e de silagens de grãos de milho reidratados sob diferentes formas de reidratação. Foram utilizados 16 leitões machos castrados, oriundos de linhagem materna comercial Topigs Norsvin (TN70), com aproximadamente 40 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições cada. Os tratamentos consistiram em milho grão moído (MGM) e três silagens de grãos de milho reidratado: com água (SGRA), com soro de leite (SGRS) e com palma miúda (SGRPM). Foi utilizado o método de coleta total de fezes para a obtenção dos coeficientes de digestibilidade. Os coeficientes de digestibilidade de MS, PB, FDA e MM não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. O coeficiente de digestibilidade do EE foi maior na SGRA em relação à SGRS, enquanto o da FDN foi menor na SGRA e na SGRS em comparação ao MGM e à SGRPM. Os coeficientes de digestibilidade da EB foram superiores na SGRA e na SGRS em relação ao MGM e à SGRPM. A reidratação do milho alterou o aproveitamento nutricional das dietas. O MGM apresentou melhores valores de PB e ED, enquanto a SGRA e a SGRS destacaram-se no coeficiente de digestibilidade da energia, confirmando que a reidratação com água e soro de leite foram as mais eficientes no aproveitamento energético do milho, enquanto a SGRPM não apresentou desempenho satisfatório no aproveitamento energético.

Palavras-chave: Suinocultura, aproveitamento energético, fermentação.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the nutritional composition and digestibility coefficients of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), ash (ASH), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and gross energy (GE) of ground corn grain and rehydrated corn grain silages prepared using different rehydration methods. Sixteen castrated male piglets from the commercial maternal line Topigs Norsvin (TN70), approximately 40 days of age, were used in a completely randomized design with four treatments and four replicates per treatment. The treatments consisted of ground corn grain (GCG) and three rehydrated corn grain silages: rehydrated with water (RCGS-W), whey (RCGS-WH), and prickly pear cactus (*Nopalea cochenillifera*) (RCGS-PP). The total fecal collection method was used to determine digestibility coefficients. The digestibility coefficients of DM, CP, ADF, and ASH did not differ significantly among treatments. The EE digestibility coefficient was higher in RCGS-W than in RCGS-WH, whereas the NDF digestibility coefficient was lower in RCGS-W and RCGS-WH compared with GCG and RCGS-PP. The GE digestibility coefficients were higher in RCGS-W and RCGS-WH than in GCG and RCGS-PP. Corn grain rehydration affected the nutritional utilization of the diets. GCG showed the highest CP and digestible energy (DE) values, whereas RCGS-W and RCGS-WH presented the highest gross energy digestibility coefficients, confirming that rehydration with water and whey were the most efficient methods for improving the energetic utilization of corn grain. In contrast, RCGS-PP did not show satisfactory performance regarding energy utilization.

Keywords: Swine production, energy utilization, fermentation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Percentual de milho e fontes de reidratação para as silagens de grãos de milho reidratado	15
Tabela 2	– Composição nutricional do milho grão moído, silagem de grãos reidratados com água, silagem de grão reidratado com soro de leite e silagem de grão reidratado com palma miúda, com base na matéria seca	18
Tabela 3	– Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e energia do milho grão moído, silagem de grãos reidratados com água, silagem de grão reidratado com soro de leite e silagem de grão reidratado com palma miúda, com base na matéria seca	20
Tabela 4	– Nutrientes e energia digestíveis do milho grão moído, silagem de grãos reidratados com água, silagem de grão reidratado com soro de leite e silagem de grão reidratado com palma miúda, com base na matéria natural	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC	Associação dos Químicos Analíticos Oficial
MGM	Milho grão moído
SGRA	Silagem de grãos de milho reidratados com água
SGRS	Silagem de grãos de milho reidratados com soro de leite
SGRPM	Silagem de grãos de milho reidratados com palma miúda
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
EE	Extrato etéreo
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
MM	Matéria mineral
EB	Energia bruta
CV	Coeficiente de variação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1	Local do experimento	15
2.2	Animais e delineamento experimental	15
2.3	Análises laboratoriais	16
2.4	Análise estatística	17
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o 4º maior produtor e 3º maior exportador de carne suína do mundo, produzindo cerca de 5,592 milhões de toneladas, e com um rebanho de 2,247 milhões de cabeças (ABPA,2026), cujos índices produtivos alcançados a partir de cadeias suinícolas tecnificadas e eficientes indicam a eficiência econômica contínua da atividade (Laskoski, 2020). Por sua vez, a rentabilidade da suinocultura brasileira tem apresentado padrões cíclicos nas últimas décadas, com o elevado custo das rações, que se torna a principal despesa de produção, atuando como fator-chave dessa instabilidade (Souza et al., 2025). Por isso, a alimentação deve ser otimizada continuamente, garantindo o atendimento integral às exigências nutricionais dos suínos em todas as fases produtivas.

No Brasil, o milho se destaca como o ingrediente de maior relevância na nutrição dos suínos, devido à combinação de disponibilidade comercial e qualidade nutricional, sendo o concentrado com maior participação na formulação das dietas suínas, nas quais pode representar até 75% do volume total da ração (Martins et al., 2012). Todavia, a utilização do grão na forma seca acarreta custos adicionais com transporte, secagem e armazenamento, além de expor o produto à ação de fungos e insetos durante essas etapas, o que pode comprometer sua composição química e reduzir seu valor nutricional (Costa et al., 2015; Horwat et al., 2021)

Diante da busca por fontes alternativas de alimentos que atendam às exigências nutricionais e energéticas dos suínos, observam-se estudos com subprodutos e resíduos de processamento industrial, culturas agrícolas, forragens, bem como a possibilidade de processamento do grão, que visam melhorar o aproveitamento do milho a partir de formas de conservação ou reidratação. (Gomes et al., 2008).

Nesse cenário, a ensilagem de grãos de milho reidratados surge como uma alternativa promissora para a conservação e o abastecimento de grãos na própria propriedade. Do ponto de vista zootécnico, essa técnica de reidratação apresenta uma série de vantagens em relação ao grão seco, como maiores coeficientes de digestibilidade para matéria seca (93,8%), energia bruta (92,5%), matéria orgânica (93,4%) e proteína bruta (88,5%) em leitões (Silva et al., 2021). A silagem de grãos de milho reidratados é obtida através do processamento e fermentação de grãos maduros, técnica que otimiza o valor energético do insumo. O processo atua na desintegração da matriz proteica que envolve o amido, facilitando a ação das amilases digestivas. Como resultado, há um aumento significativo na biodisponibilidade nutricional, tornando o amido mais acessível em comparação ao grão seco moído convencional. (Hoffman et al., 2011; Zanin, 2022; Kljak et al., 2025)

Em estudos prévios avaliando o desempenho zootécnico, leitões alimentados com silagem de grãos de milho reidratados com água apresentaram melhor conversão alimentar e

menor consumo por unidade de ganho, mantendo ganho de peso diário similar e peso final não diferente entre os tratamentos (Oliveira et al., 2004; Tse et al., 2006). A ensilagem também pode proporcionar melhor aproveitamento da energia, independentemente do teor de óleo presente nos grãos (Tofoli et al., 2006). Ademais, o processo de ensilagem contribui para a preservação da qualidade sanitária e do valor nutritivo do grão por períodos mais prolongados (Jobim et al., 1997), favorece a biodisponibilidade de nutrientes e está associado à menor incidência de diarreia em animais recém-desmamados (Zanim et al., 2023). Observa-se ainda a possibilidade de outras formas de reidratação do milho, considerando a disponibilidade de alimentos com elevado teor de água como o soro de leite e a palma forrageira, visando o favorecimento do processo fermentativo e a incorporação de compostos presentes.

Diante do exposto, objetivou-se determinar a composição nutricional, e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), energia bruta (EB), além dos nutrientes e energia digestível do milho grão e de silagens de grãos de milho sob diferentes formas de reidratação para leitões em fase de creche.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O ensaio de digestibilidade foi realizado no galpão experimental do Setor de Suinocultura, localizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, situado na cidade de Fortaleza, no período de 01 a 13 de dezembro de 2025.

2.2 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 16 leitões machos castrados, oriundos de três leitegadas distintas, de matrizes suínas da linhagem comercial Topings Norsvin (TN70), com aproximadamente 40 dias de idade, alojados em gaiolas providas de comedouro e bebedouro para estudos metabólicos, em um galpão construído em alvenaria, com pé-direito de 3,0 m.

Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, Foi realizada uma pesagem inicial e então os animais foram distribuídos entre 4 tratamentos, com 4 repetições cada.

Os tratamentos consistiram em:

- MGM: milho grão moído;
- SGRA: silagem de grão de milho reidratado com água;
- SGRS: silagem de grão de milho reidratado com soro de leite;
- SGRPM: silagem de grão de milho reidratado com palma miúda (*Opuntia cochenilifera*).

As dietas experimentais foram formuladas com base na estimativa da matéria seca (MS) do grão de milho. Neste estudo, o milho em grão seco foi substituído de forma isométrica pelas fontes de reidratação, segundo a estimativa dos respectivos teores de MS das mesmas (Tabela 1).

Tabela 1 - Percentual de milho e fontes de reidratação para as silagens de grãos de milho reidratado

Tratamento	MS milho	MS fonte de reidratação	% Milho	% Fonte de reidratação
SGRA	90%	0%	72,22%	27,78%
SGRS	90%	5%	70,59%	29,41%
SGRPM	90%	9%	69,14%	30,86%

SGRA: Silagem de grão de milho reidratado com água; SGRS: Silagem de grão de milho reidratado com soro de leite. SGRPM: Silagem de grão de milho reidratado com palma miúda

Para a preparação das silagens, as proporções entre milho e os respectivos agentes de reidratação foram calculadas por meio do método de quadrado de Pearson, em conjunto com professor especialista na área de conservação de alimentos, para manter o nível de 65% de umidade, conforme recomendado na literatura para silagens de grãos de milho reidratados, resultando nas seguintes relações: 27,78% de água e 72,22% de milho para o tratamento SGRA; 29,41% de soro de leite e 70,59% de milho para o tratamento SGRS; e 30,86% de palma forrageira triturada e 69,14% de milho para o tratamento SGRPM.

Após a reidratação, a massa ensilada foi acondicionada em baldes de plástico com capacidade de 15L. O material foi colocado em camadas e compactado manualmente com o objetivo de reduzir a presença de oxigênio e favorecer a rápida instalação de condições anaeróbias. Posteriormente, os baldes foram devidamente vedados e armazenados por um período de 40 dias até a abertura, para a completa estabilidade da silagem (Chamone et al., 2012).

O período experimental do ensaio foi de 12 dias, sendo 6 dias para adaptação às gaiolas e à dieta, e 6 dias referentes ao período de coleta. Foi adicionado às rações 1% de óxido férrico como marcador para determinar o início e o final do período de coleta. O consumo diário no período de coleta foi estabelecido de acordo com o peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), conforme Sakomura e Rostagno (2016). O tratamento MGM era umedecido, na proporção 1:1 (kg/kg), para favorecer a ingestão e diminuir perdas. As silagens de grãos de milho não foram umedecidas devido a presença de água no alimento. Anteriormente e após o fornecimento das dietas, era fornecida água à vontade aos animais.

No decorrer do período de coletas, foi utilizado o método de coleta total de fezes. As fezes eram coletadas e pesadas duas vezes ao dia (às 08h e às 16h). A quantidade total excretada por cada animal foi acondicionada em saco plástico, identificados e armazenados em freezer -10°C.

2.3 Análises laboratoriais

As amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72 h, sendo posteriormente moídas em moinho de faca (tipo Willey), com peneira com crivo de 1 mm de diâmetro. Após esses procedimentos, as amostras foram levadas para estufa de secagem definitiva (105 °C) por 16h para determinação da MS (método G-003/1; INCT, 2021) e posteriormente em forno mufla (600 °C/4h) para determinação da matéria mineral (MM, método M-001/2; INCT, 2021). O teor de nitrogênio total (NT) foi determinado pelo método de Kjeldahl (método N-001/2; INCT, 2021) e a concentração de PB foi obtida pela multiplicação do NT $\times$ 6,25. A análise de fibra em detergente neutro (FDN) foi realizada em

autoclave, com utilização de α -amilase termoestável (INCT F-002/2). A fibra em detergente ácido (FDA) foi obtida pelo método F-004/2 (INCT, 2021).

A partir das análises, foram obtidos os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral, energia bruta e nutrientes e energia digestível das dietas, de acordo com a metodologia de Rostagno e Sakomura (2016).

2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (University Edition), e as médias foram comparadas pelo teste Student Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As composições nutricionais do MGM e das silagens de grãos de milho sob diferentes formas de reidratação são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 2 - Composição nutricional do milho grão moído, silagem de grão reidratado com água, silagem de grão reidratado com soro, e silagem de grão reidratado com palma miúda, com base na matéria seca.

	MGM	SGRA	SGRS	SGRPM
Matéria seca (%)	87,51	63,21	63,69	63,81
Proteína bruta (%)	8,34	8,20	8,17	7,91
Extrato etéreo (%)	5,39	5,02	5,69	4,14
Fibra em detergente neutro (%)	28	9	18	28
Fibra em detergente ácido (%)	3,02	2,47	2,97	3
Matéria mineral (%)	1,22	1,26	1,92	1,93

MGM: Milho grão moído; SGRA: Silagem de grão de milho reidratado com água; SGRS: Silagem de Grão de Milho reidratado com soro de leite; SGRPM: Silagem de grão de milho reidratado com palma miúda

Não houve diferença entre MGM e SGRA para os valores de PB, FDA e MM. O maior teor de EE e MM observado na SGRS pode ser atribuído à gordura e aos minerais residuais presentes no soro de leite. Por sua vez, a reidratação com palma miúda resultou em menor teor de PB e aumento de FDN e MM na SGRPM.

Os valores de MS, FDA e MM do MGM correspondem aos valores descritos por Rostagno et al. (2024), enquanto os valores de PB, EE e FDN do mesmo tratamento apresentaram valores mais elevados do que os encontrados por estes mesmos autores (7,81% de PB, 3,73% de EE e 13,8% de FDN).

Os maiores teores de MM observados no SGRPM podem ser explicados pela elevada concentração de minerais presentes nas cactáceas, especialmente o cálcio, o que tende a aumentar a fração de cinzas da silagem (Du Toit et al, 2018).

Já os valores encontrados de MS nas silagens também correspondem a valores observados em outros trabalhos (Castro et al., 2009), enquanto os valores dos demais nutrientes

divergiram dos relatos encontrados na literatura, visto que Santos et al. (2002) encontraram valores maiores de MS, e de FDA, e menores valores de PB e FD, e da Silva (2006) encontrou um menor valor de EE.

O presente estudo corrobora a pesquisa de Camboim (2024), que mostrou que o valor de FDN para o tratamento com reidratação com água foi de 10,99%, porém diferiu no resultado encontrado para o FDN obtido na silagem de grãos de milho reidratados com inclusão de 20, 30 e 40% de soro, sendo próximo de 7%. Essa redução da FDN pode ser resultado da diluição devido ao maior teor de umidade, bem como da hidrólise parcial da hemicelulose causada pela acidez do meio durante a fermentação (Diógenes et al., 2023; Zanin et al., 2022). Adicionalmente, estudos recentes têm relatado diminuição nos componentes da parede celular, como FDA e lignina, com o uso de soro de leite em silagens, evidenciando o impacto positivo desse subproduto na qualidade da fibra (Zanin et al., 2022; Rezende et al., 2014).

Não houve diferença estatística para os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, FDA e MM (Tabela 2). Maiores valores do EE foram observados para SGRA, em relação a SGRS, não diferindo de SGRA e SGRPM. Para FDN, maiores valores de coeficiente de digestibilidade foram observados no MGM e SGRPM, com valor intermediário para SGRA e menor coeficiente para SGRS. O maior coeficiente de EB foi observado em SGRA e SGRS, e o menor coeficiente foi encontrado em SGRPM, e MGM não diferiu de nenhum tratamento.

Tabela 3 – Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e energia do milho grão moído, silagem de grão reidratado com água, silagem de grão reidratado com soro, e silagem de grão reidratado com palma miúda, com base na matéria seca.

Coeficiente de digestibilidade	MGM	SGRA	SGRS	SGRPM	CV %	Valor de P
Matéria seca (%)	90,33	90,37	88,18	87,80	2,26	0,1920
Proteína bruta (%)	79,41	79,38	77,84	72,86	4,85	0,0995
Extrato etéreo (%)	72,80ab	78,25a	65,31b	69,38ab	6,01	0,0072
Fibra em detergente neutro (%)	82,18a	49,57c	62,51b	78,77a	7,51	<0,0001
Fibra em detergente ácido (%)	53,60	53,21	48,79	44,00	21,48	0,5680
Matéria mineral (%)	29,58	38,49	44,29	27,58	25,10	0,0642
Energia bruta (kcal/kg MS)	3879,88ab	4017,18a	4020,03a	3759,59b	2,70	0,0126

MGM: Milho grão moído; SGRA: Silagem de grão de milho reidratado com água; SGRS: Silagem de grão de milho reidratado com soro de leite; SGRPM: Silagem de grão de milho reidratado com palma miúda; CV: Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Os dados obtidos dos coeficiente de EE, FDN e FDA na presente pesquisa para MGM diferem dos apresentados por Rostagno et al. (2024), que apresentaram valores de 90% para EE, 66,4% de FDN, e 68,2% de FDA.

A fermentação da silagem de grãos de milho reidratados melhora a disponibilidade do amido, pois promove a degradação parcial da matriz proteica que envolve os grânulos de amido, especialmente a zeína, deixando o carboidrato mais disponível à digestão (Oliveira et al., 2022), esse efeito pode explicar o maior aproveitamento energético observado no SGRA e SGRS, consolidando que a ensilagem não atua apenas na conservação do milho, mas também na melhoria do aproveitamento energético. A pesquisa de Silva et al. (2021) também demonstrou que a reidratação do milho apresenta diversas vantagens em relação ao grão seco, destacando-se o aumento dos coeficientes de digestibilidade, como o da energia bruta (92,5%), o que evidencia o melhor aproveitamento energético desse ingrediente.

Os resultados observados corroboram com os relatos da literatura, que evidenciam maior digestibilidade do extrato etéreo em silagens de milho reidratado com água e melhor aproveitamento da proteína bruta em silagens de grão de milho reidratado, indicando que o processo de ensilagem pode favorecer a disponibilidade e a utilização dos nutrientes pelos

animais (Durães, 2022; Jobim et al., 2010).

Em relação aos nutrientes e à energia digestíveis, não houve diferença estatística significativa entre os valores de FDN digestível dos tratamentos (Tabela 3). O MGM e SGRA apresentaram maiores valores de PB digestível, SGRS apresentou um valor intermediário, não diferindo dos outros tratamentos, enquanto SGRPM apresentou o menor valor.

Embora a inclusão de palma tenha resultado em maior teor de FDN e maior coeficiente de digestibilidade dessa fração, esse aumento não se refletiu em melhor aproveitamento de proteína bruta ou em maior proteína digestível, possivelmente em razão da maior participação de componentes fibrosos na composição da silagem, o que tende a reduzir a concentração de nutrientes mais disponíveis e o valor energético do alimento (Soares, 2022).

Tabela 4 – Nutrientes e energia digestíveis do milho grão moído, silagem de grão reidratado com água, silagem de grão reidratado com soro e silagem de grão reidratado com palma miúda, com base na matéria natural.

	MGM	SGRA	SGRS	SGRPM	CV (%)	Valor de P
Proteína digestível (%)	6,62a	6,50a	6,36ab	5,76b	4,88	0,0091
Extrato etéreo digestível (%)	3,93a	3,93a	3,72a	2,88b	5,96	<0,0001
Fibra em detergente neutro digestível (%)	23,25a	4,71c	11,26b	22,39a	6,44	<0,0001
Fibra em detergente ácido digestível (%)	1,62	1,31	1,30	1,46	22,23	0,4879
Matéria mineral digestível (%)	0,36b	0,49b	0,84a	0,53b	22,76	0,0010
Energia digestível (kcal/kg)	3395,31a	2539,23bc	2560,45b	2398,92c	2,72	<0,0001

MGM: Milho Grão Moído; SGRA: Silagem de Grão de Milho Reidratado com água; SGRS: Silagem de Grão de Milho Reidratado com Soro de Leite; SGRPM: Silagem de Grão de Milho Reidratado com Palma Miúda; CV: Coeficiente de Variação. Média seguida de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Quanto aos valores de EE digestível, SGRPM apresentou o valor menor em relação aos outros tratamentos. Já em relação ao FDN digestível, MGM e SGRPM não apresentaram diferença estatística, enquanto SGRS apresentou um valor intermediário e SGRA apresentou o

menor valor. Já na MM digestível, o maior valor encontrado foi para SGRS.

Quanto à energia digestível, MGM apresentou o maior valor, enquanto SGRA e SGRS apresentaram valores intermediários, e SGRPM apresentou o menor valor, não diferindo estatisticamente de SGRA.

Os valores de EE digestível e energia digestível de MGM se aproximam dos valores encontrados por Rostagno et al. (2024). Em relação à MM digestível, o maior valor encontrado para SGRS pode ser atribuído ao fato de o soro de leite apresentar composição mineral expressiva, contendo cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio, o que contribui para seu potencial de enriquecimento nutricional em silagens reidratadas (Tabnut, 2011). Além disso, trata-se de um coproduto rico em nutrientes, com uso viável na alimentação animal, especialmente por seu valor nutricional e ampla disponibilidade na indústria de laticínios (Zanin et al., 2019), sendo uma forma de reidratação de grãos de milho para ensilagem e proporcionando também aumento nos teores de EE, MM e energia digestível.

A menor energia digestível da SGRPM é explicada primordialmente pela análise em matéria natural. A elevada umidade intrínseca da palma miúda promove um efeito de diluição (Vasconcelos et al., 2009), reduzindo significativamente os teores de proteína digestível e de extrato etéreo digestível por quilo de alimento fresco, visto que a cactácea possui teores basais muito baixos de lipídeos (Valadares Filho, 2006). Além disso, a SGRPM apresentou um incremento acentuado na fração de FDN digestível em comparação com as silagens reidratadas com água ou soro. Esse comportamento demonstra que a inserção da palma aumentou a porção fibrosa em detrimento de frações mais densamente energéticas, como o amido (Ferreira et al., 2009), justificando estatisticamente o menor valor de energia digestível do tratamento.

4 CONCLUSÃO

A ensilagem de grãos de milho com soro de leite proporciona maiores teores de EE e MM na SGRS, bem como maior coeficiente de digestibilidade da MM, resultando em maior valor de matéria mineral digestível. A reidratação do milho com água e com soro reduz o coeficiente de digestibilidade da FDN, mas favorece o coeficiente de digestibilidade da energia da silagem, enquanto a inclusão de palma miúda na silagem de grãos de milho resulta em menor valor de energia digestível.

REFERÊNCIAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUÇÃO ANIMAL. **Relatório Anual 2026**.

CAMBOIM, L. F. R. **Avaliação da silagem de grão de milho moído reidratado com água e níeis de soro de leite**, 2024. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2024. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/36098>. Acesso em: 2 jul. 2026

CASTRO, V. S. *et al.* Formulação de rações para leitões com base nos nutrientes digestíveis da silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 1914–1920, 2009.

CHAMONE, J. M. A. *et al.* Silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, v. 9, n. 1, p. 1658-1676, jan/fev. 2012. Disponível em: <https://nutritimr.com.br/artigos/artigo-153-silagem-de-grãos-umidos-de-milho-para-suínos/>. Acesso em: 1 jul. 2026.

COSTA JÚNIOR, M. B. da *et al.* Torta da polpa da macaúba para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 325–336, 2015.

DIOGENES, L. V. *et al.* Effect of Different Additives on the Quality of Rehydrated Corn Grains Silage for Ruminants: A Review. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 3, n. 4, p. 35, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-933X/3/4/35>. Acesso em: 1 jul. 2026.

DURÃES, H. F. **Silagem de grão de milho reidratado aditivada com protease na alimentação de vacas leiteiras**. 2022. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/5312>. Acesso em: 10 jun. 2026

DU TOIT, A.; DE WIT, M.; HUGO, A. Cultivar and harvest month influence the nutrient content of *Opuntia spp.* cactus pear cladode mucilage extracts. **Molecules**, Basel, v. 23, n. 4, p. 916, 2018. DOI: 10.3390/molecules23040916. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules23040916>. Acesso em: 1 jul. 2026.

FERREIRA, M. de A. *et al.* Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. spe, p. 322–329, jul. 2009.

GOMES, J. D. F. *et al.* Desempenho e características de carcaça de suínos alimentados com feno de Tifton. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 59–67, 2008.

HOFFMAN, 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**, Champaign, v. 94, n. 5, p. 2465-2474, maio 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030211002244>. Acesso em: 1 jul. 2026

HORWAT, D. Uso de alimentos alternativos na dieta de suínos. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 8845–8851, 2021.

INCT – Ciência Animal. **Métodos para análise de alimentos**. 2. ed. [S.l.]: 2021.

JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. De A. Avaliação da silagem de grãos úmidos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.3, p. 311–315, 1997.

JOBIM, C. C. *et al.*, Qualidade da silagem de milho com adição de soja crua e parâmetros de digestibilidade parcial e total em bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 107-115, fev. 2010

KLJAK, K. *et al.* The Effect of Ensiling on the Starch Digestibility Rate of Rehydrated Grain Silages in Pigs Depends on the Hardness of the Maize Hybrid. **Agriculture**, Basel, v. 15, n. 7, p. 783, jul. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture15070783>. Acesso em: 2 jul. 2026.

LASKOSKI, F. Manejo alimentar de suínos na fase de creche. **Revista Rural**, São Paulo, 19 maio 2020. Disponível em: <https://www.revistarural.com.br/2020/05/19/manejo-alimentar-de-suinos-na-fase-de-creche/>. Acesso em: 6 abr. 2026.

MARTINS *et al.* Daily intake estimates of fumonisins in corn-based food products in the population of Parana, Brazil. **Food Control**, v. 26, n. 2, p. 614–618, 1 ago. 2012.

MIZUBUTI, I. Y. Cheese whey: composition, processing and utilization in feeding. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 80–94, 1994. DOI: 10.5433/1679-0359.1994v15n1p80. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/5030>. Acesso em: 17 mai. 2026.

OLIVEIRA, R. P. DE *et al.* Valor nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 146–156, fev. 2004.

OLIVEIRA, E. *et al.* Maior tempo de estocagem aumenta a digestibilidade do amido em silagem de milho? **Pubvet**, Londrina, v. 16, n. 01, 31 jan. 2022.

REZENDE, A. V. *et al.* Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. **Livestock Science**, v. 167, p. 250-256, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840114002338>. Acesso em: 1 jul. 2026.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabela Brasileira para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 5. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2024.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos** (2016). Jaboticabal, BR: Funep, 2016.

SILVA, E. M. da *et al.* Statistical assessment of feeding corn with higher oil content to piglets in the starter phase. **South African Journal of Animal Science**, Hatfield, v. 51, n. 4, p. 493-500, 2021. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/214344>. Acesso em: 2 jul. 2026.

SOARES, R. L. **Utilização de silagens de grão de milho reidratado para cordeiros em confinamento**. 2022. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022

- SOUZA, J. P. de *et al.* Os segredos da nutrição animal: como os principais componentes influenciam os custos de produção na suinocultura independente. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 9603-9610, jul./ago. 2025. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2025/07/Artigo-610.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2026.
- TABNUT. **Soro do leite, doce, pó**. In: TABELA de Composição Química dos Alimentos. São Paulo: DIS/EPM/UNIFESP, 2011. Disponível em: <https://tabnut.dis.epm.br/alimento/01115/soro-do-leite-doce-po>. Acesso em: 15 maio 2026.
- TÓFOLI, C. A. *et al.* Utilização de silagem de grãos úmidos de milho na alimentação de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1474–1481, 2006.
- TSE, M. L. P. *et al.* Utilização de silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 5, p. 840–848, 2006.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPPELLE, E.R. (Ed.). **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa; UFV; DZO; DPI, 2001. 297p.
- VASCONCELOS *et al.* Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira De Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 827–831, 1, 2009
- ZANIN, E. *et al.* Caracterização da silagem de grão de milho reidratado associado ao resíduo de tilápia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 20, p. e-50220, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/yWSG4khnjqFS3MvyNzc3srK/>. Acesso em: 2 jul. 2026
- ZANIN, E. *et al.* Effects of acid whey on the fermentative chemical quality and aerobic stability of rehydrated corn grain silage. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, Cidade do México, v. 13, n. 4, p. 943-961, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v13n4/2448-6698-rmcp-13-04-943.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2026.
- ZANIN, E. **Uso de silagem de grão de milho reidratado com soro de leite na alimentação de leitões desmamados**. 2022. 124 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uel.br/bitstreams/ffe07d07-29ea-493a-98af-ac7b66d18fa2/download>. Acesso em: 2 jul. 2026.
- ZANIN, E. *et al.* Performance and feed preference of weaned piglets fed with corn grain silage subjected to different rehydration sources. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 75, n. 3, p. 485-499, maio 2023.