

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO À DIETAS A BASE DE GRÃOS
DE MILHO INTEIRO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE CONSUMO E
DEGRADABILIDADE RUMINAL DE BOVINOS CONFINADOS**

GABRIELA FERNANDA LEONEL FERREIRA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO À DIETAS A BASE DE
GRÃOS DE MILHO INTEIRO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE CONSUMO E
DEGRADABILIDADE RUMINAL DE BOVINOS CONFINADOS**

Gabriela Fernanda Leonel Ferreira

Danilo Domingues Millen

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia.

Jaboticabal - SP
1/2026

FICHA CATALOGRÁFICA

F383d

Ferreira, Gabriela Fernanda Leonel

Diferentes protocolos de adaptação à dietas a base de grãos de milho inteiro e sua influência sobre consumo e degradabilidade ruminal de bovinos confinados / Gabriela Fernanda Leonel Ferreira. -- Jaboticabal, 2026

31 p. : tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Danilo Domingues Millen

Coorientador: Gercino Ferreira Virgínio Júnior

1. Bovinocultura de corte. 2. Nutrição de ruminantes. 3. Adaptação. 4. Desempenho animal. 5. Consumo de matéria seca. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus Jaboticabal



Gabriela Fernanda Leonel Ferreira

DIFERENTES PROTOCOLOS DE ADAPTAÇÃO À DIETAS A BASE DE GRÃOS DE MILHO INTEIRO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE CONSUMO E DEGRADABILIDADE RUMINAL DE BOVINOS CONFINADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em **Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientador (se houver): DR. Gercino Ferreira Virgínio Júnior

Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes

Trabalho aprovado em 02/07/2026

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
GERCINO FERREIRA VIRGINIO JUNIOR
Data: 04/07/2026 10:48:53-0300
Verifique em <https://validar.id.gov.br>

DR. Gercino Ferreira Virgínio Júnior

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal



Documento assinado digitalmente
KALISTA ELOISA LOREGIAN
Data: 04/07/2026 11:18:55-0300
Verifique em <https://validar.id.gov.br>

Me. Kalista Eloisa Loregian

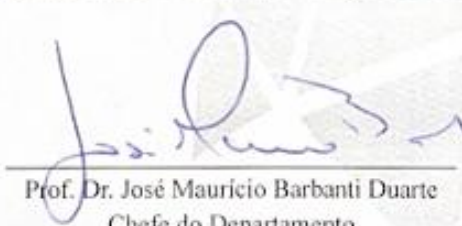
UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal



Documento assinado digitalmente
ARIANY FARIA DE TOLEDO
Data: 05/07/2026 13:58:59-0300
Verifique em <https://validar.id.gov.br>

DRa. Ariany Faria de Toledo

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal


Prof. Dr. José Mauricio Barbanti Duarte
Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ter sido minha força e amparo nos dias difíceis, sua presença constante guiou cada passo dessa trajetória. Nada disso seria possível sem sua graça, bênção e infinita misericórdia. À Nossa Senhora, por sua intercessão, cuidado e amor de mãe, trazendo paz ao meu coração e renovando minha fé ao longo de todo o caminho.

À minha mãe, Ana Paula, a pessoa que mais amo nesta vida terrena, dedico essa conquista. Se hoje celebro esta conquista, é porque antes de mim existiu você: sua dedicação, seus sacrifícios, suas orações e seu amor incondicional sustentando cada um dos meus dias. Nada no mundo será suficiente para retribuir tudo o que fez e continua fazendo por mim. Você é minha maior inspiração, meu porto seguro e o maior presente que Deus me concedeu nesta vida.

Ao meu avô, Geraldo (*in memoriam*), dedico esta conquista com amor, respeito e saudade. Esta realização também lhe pertence, pois carrega consigo parte de tudo aquilo que o senhor sonhou e cultivou em minha vida. Guardo com carinho sua memória.

Ao meu namorado, João Carlos, por todo o amor, companheirismo. Obrigada por estar ao meu lado e por me incentivar. Sua presença tornou essa caminhada mais leve e sou imensamente grata por compartilhar essa conquista com você.

Aos meus amigos, Guilherme Sgobbi, Livia Fanelli e Maria Eduarda Deberaldini, Barbara Afonso, meu sincero agradecimento por todo o companheirismo ao longo desta jornada. Obrigada pelas conversas nos dias difíceis, pelas risadas que aliviaram a rotina e por estarem ao meu lado em cada etapa dessa caminhada. À Kalista Eloisa Loregian, pelos ensinamentos, pelo incentivo e pela amizade ao longo dessa trajetória. Levarei comigo, com muito carinho, tudo o que aprendi ao seu lado.

Por fim, ao meu coorientador Gercino, pelas orientações, paciência e importantes contribuições ao trabalho. Agradeço também ao professor Danilo Millen, ao Setor de Bovinos de Corte e ao Laboratório de Nutrição e Metabolismo de Bovinos de Corte (Rumenology Lab) pelo apoio, ensinamentos e confiança ao longo de toda a graduação. E, em especial, ao Sr. Servidone, pelos ensinamentos compartilhados e pelas risadas que fizeram essa etapa ser mais leve.

Agradeço à FAPESP pelo financiamento por meio da bolsa de Iniciação Científica (Número do processo: 2024/16518-3) para o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Panorama do Confinamento de Bovinos de Corte no Brasil.....	4
2.2. Adaptação Ruminal e Dinâmica de Utilização do Amido	4
2.3. Acidose Ruminal: Consequências Patológicas e o Desafio no Sistema de Alto Grão	5
2.4. Métodos de Processamento do Milho e a Cinética de Degradabilidade dos Nutrientes	6
2.5. Dinâmica da Degradabilidade Ruminal do Milho Inteiro e seus Reflexos Biológicos.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Animais, local do experimento e delineamento experimental	9
3.2. Tratamentos e dietas experimentais	9
3.3. Protocolo de adaptação.....	11
3.4. Consumo de matéria seca	12
3.5. Degradabilidade ruminal <i>in situ</i>	12
3.6. Análises estatísticas	13
4. RESULTADOS	13
5. DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÃO.....	17
7. RESUMO	18
8. ABSTRACT.....	19
9. REFERÊNCIAS.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição das dietas experimentais, conforme o protocolo de adaptação adotado, com base na matéria seca.....	10
Tabela 2. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.	11
Tabela 3. Consumo de matéria seca de bovinos Nelore × Angus canulados submetidos a diferentes protocolos de adaptação em confinamento.....	13
Tabela 4. Degradabilidade ruminal in situ de bovinos Nelore × Angus canulados submetidos a diferentes protocolos de adaptação em confinamento.....	15

7. RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes protocolos de adaptação a dietas à base de milho grão inteiro sobre a degradabilidade de nutrientes e o consumo de matéria seca. Foram utilizados seis bovinos machos Nelore x Angus castrados e canulados no rúmen, com peso médio de 500 kg. O delineamento experimental foi em quadrado latino 3 x 3 duplicado. Foram avaliados três protocolos de adaptação: 1) Convencional – adaptação em escadas à dieta convencional à base de silagem de milho e milho grão moído; 2) Restrição – adaptação por restrição quantitativa a dieta a base de grãos de milho inteiro; e 3) Escada – adaptação em escadas, com inclusão de silagem de milho apenas durante a adaptação, a dieta a base de grãos de milho inteiro. O estudo teve duração de 73 dias, sendo cada período experimental de 21 dias, onde 14 dias foram a fase de adaptação e 7 dias de fase de terminação. Foi avaliado o consumo de matéria seca durante todo o período e a degradabilidade ruminal dos nutrientes. Os dados deste estudo foram analisados pelo PROC MIXED do SAS (2003), utilizando o teste de Tukey para a comparação entre médias, considerando um nível de significância de 5%. Os animais do tratamento Convencional apresentaram maior ingestão de matéria seca e maior degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e amido em comparação aos tratamentos Escada e Restrição, que não diferiram entre si. As frações de fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM) permaneceram estáveis entre os grupos. A inclusão de silagem na adaptação a dietas com milho grão inteiro não melhorou a degradação ruminal, mas o uso de milho inteiro com pellet mostrou-se uma alternativa viável sem prejuízos significativos à degradabilidade.

Palavras chave: Canulados, Desempenho animal, Gado de corte, Nutrição de ruminantes, Transição alimentar.

8. ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of different adaptation protocols to whole corn grain-based diets on nutrient degradability and dry matter intake. Six rumen-cannulated castrated Nelore $\times$ Angus steers, with an average body weight of 500 kg, were used. The experimental design consisted of duplicated 3×3 Latin square. Three adaptation protocols were evaluated: 1) Conventional – step-up adaptation to a conventional diet based on corn silage and ground corn grain; 2) Restriction – quantitative restriction adaptation to a whole corn grain-based diet; and 3) Step-up – step-up adaptation with corn silage included only during the adaptation phase in a whole corn grain-based diet. The study lasted 73 days, with each experimental period lasting 21 days, including 14 days of adaptation and 7 days of finishing. Dry matter intake was evaluated throughout the entire period, as well as ruminal nutrient degradability. Data were analyzed using the PROC MIXED procedure of SAS (2003), and means were compared using Tukey's test at a significance level of 5%. Animals in the Conventional treatment showed greater dry matter intake and higher degradability of dry matter, crude protein, and starch compared to the Step-up and Restriction treatments, which did not differ from each other. Neutral detergent fiber (NDF) and mineral matter (MM) fractions remained stable among treatments. The inclusion of silage during adaptation to whole corn grain diets did not improve ruminal degradation; however, the use of whole corn grain with pellet proved to be a viable alternative without significant negative effects on degradability.

Keywords: Animal performance, Beef cattle, Cannulated steers, Dietary adaptation, Ruminant nutrition.

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte possui grande relevância econômica no Brasil, destacando-se entre as principais atividades do agronegócio nacional. O país detém um dos maiores rebanhos comerciais de bovinos do mundo e ocupa posição de destaque na produção e exportação de carne bovina (ABIEC, 2025). Nesse contexto, o confinamento tem sido amplamente utilizado como estratégia de intensificação da produção, aumentando a eficiência produtiva e a padronização das carcaças (Mertens, 1994; Missio et al., 2010).

Com o avanço dos sistemas intensivos, aumentou-se a utilização de dietas com elevada proporção de concentrados, principalmente à base de milho, devido ao seu elevado valor energético (2000; Theurer, 1986., Rostagno et al.). Entre as estratégias adotadas nos confinamentos brasileiros, destaca-se o uso de grãos inteiros de milho, prática que reduz custos operacionais e simplifica o manejo alimentar (Forbes, 2003; Dias et al., 2015).

Entretanto, bovinos oriundos de sistemas de pastejo não estão adaptados ao consumo de grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis, tornando necessária a adoção de protocolos de adaptação alimentar. Esse processo permite o ajuste gradual dos microrganismos e do epitélio ruminal às dietas com elevado teor de concentrado, reduzindo o risco de distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal (Nagaraja; Titgemeyer, 2007; Kenny et al., 2018).

Além disso, a utilização de milho inteiro pode limitar a degradabilidade ruminal do amido devido à integridade física do grão, tornando seu aproveitamento mais dependente da mastigação e da ruminação dos animais (Paulino et al., 2010, 2013). Por essa razão, o uso exclusivo de grãos inteiros durante a fase de transição pode desafiar a motilidade ruminal. Nesse contexto, a associação temporária de uma fonte de volumoso conservado surge como estratégia para estimular a mastigação e promover maior estabilidade do ambiente ruminal durante a adaptação, o que pode favorecer o consumo e a utilização dos nutrientes.

Embora o uso de dietas à base de milho inteiro tenha se expandido nos sistemas de confinamento, ainda são limitadas as informações sobre os efeitos de diferentes protocolos de adaptação alimentar sobre o consumo de matéria seca e a degradabilidade ruminal dos nutrientes. Acredita-se que a inclusão de silagem de milho durante o período de adaptação atenda a essa demanda física, favorecendo a estabilidade do ambiente ruminal e resultando em maior consumo de matéria seca e degradabilidade dos nutrientes. Este trabalho parte da

hipótese a inclusão de silagem de milho durante o período de adaptação de bovinos de corte à dietas a base grãos de milho inteiro irá melhorar a degradabilidade ruminal dos nutrientes e o consumo de matéria seca de forma geral. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes protocolos de adaptação a dietas contendo grãos inteiros de milho sobre o consumo de matéria seca e a degradabilidade ruminal dos nutrientes em bovinos Nelore × Angus confinados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Panorama do Confinamento de Bovinos de Corte no Brasil

A consolidação do confinamento como estratégia de terminação no Brasil transformou o perfil dietético do rebanho nacional, exigindo um controle rigoroso do desempenho e da dinâmica alimentar dos animais (Lanna; Almeida; Resende Filho, 2005; USDA, 2022). À medida que o sistema se intensificou, a transição de dietas baseadas em forragens para regimes de alta densidade energética tornou-se a base do manejo em larga escala (ABIEC, 2025).

Atualmente, com mais de seis milhões de bovinos terminados anualmente em confinamentos brasileiros, a formulação de dietas migrou expressivamente para uma elevada participação de concentrados (Monsalve; Millen, 2025). Nesse cenário, o milho estabeleceu-se como o principal componente energético devido à sua alta concentração de amido e valor nutricional, tornando as dietas de alto grão uma prática amplamente difundida e consolidada nos sistemas intensivos (Millen et al., 2009; Oliveira; Millen, 2014).

No entanto, essa mudança drástica no padrão alimentar impõe severos desafios ao ecossistema ruminal. A substituição da fibra por carboidratos rapidamente fermentáveis altera o perfil de ácidos graxos de cadeia curta e o pH do rúmen, exigindo estratégias específicas de adaptação alimentar (Nagaraja; Lechtenberg, 2007). Consequentemente, o entendimento sobre a cinética de utilização do amido e o processamento dos grãos passa a ser determinante para garantir a saúde digestiva, a eficiência alimentar e o aproveitamento ideal dos nutrientes pelos bovinos.

2.2. Adaptação Ruminal e Dinâmica de Utilização do Amido

A adaptação ruminal é considerada uma das etapas mais importantes do manejo nutricional em confinamento, especialmente quando os animais são submetidos à transição

de dietas com elevada proporção de volumoso para dietas com maior concentração de grãos (Pinto; Millen, 2018; Pereira et al., 2020). Esse processo torna-se ainda mais relevante em sistemas que utilizam milho grão inteiro, nos quais a eficiência de aproveitamento do amido e dos demais nutrientes depende diretamente da capacidade de adaptação do ambiente ruminal às novas condições alimentares.

A adaptação ruminal consiste na transição gradual de dietas com maior proporção de volumosos para dietas concentradas, permitindo ajustes na microbiota ruminal e no epitélio do rúmen. Durante esse período, ocorre aumento da população de microrganismos amilolíticos e redução relativa dos microrganismos fibrolíticos, possibilitando maior eficiência na utilização dos carboidratos rapidamente fermentáveis e reduzindo o risco de desequilíbrios fermentativos (Owens et al., 1998; Nagaraja; Titgemeyer, 2007).

Além das alterações microbianas, a adaptação promove o desenvolvimento das papilas ruminais, estruturas responsáveis pela absorção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos durante a fermentação. O aumento da área absorptiva do epitélio ruminal favorece a remoção dos ácidos do ambiente ruminal, contribuindo para a manutenção da homeostase e da saúde ruminal (Brown et al., 2006; Dirksen et al., 1985).

2.3. Acidose Ruminal: Consequências Patológicas e o Desafio no Sistema de Alto Grão

A acidose ruminal se consolida como o principal distúrbio metabólico em confinamentos de alto concentrado quando as taxas de produção de ácidos orgânicos superam a capacidade de depuração do epitélio ruminal (Nagaraja; Titgemeyer, 2007). Mais do que uma simples oscilação bioquímica no rúmen, a manifestação dessa patologia, seja na forma aguda (pH inferior a 5,0) ou subaguda (SARA, com pH oscilando entre 5,2 e 5,6), desencadeia um efeito cascata que compromete severamente a integridade sistêmica do bovino (Owens et al., 1998; Nagaraja; Lechtenberg, 2007).

As consequências clínicas e subclínicas da acidose impactam diretamente a viabilidade econômica da atividade. A queda persistente do pH ruminal provoca a lise (morte) de bactérias Gram-negativas, liberando endotoxinas (LPS) e histaminas na digesta. Esse cenário inflamatório causa lesões severas no epitélio digestivo (rumenite), permitindo a translocação desses compostos e de patógenos para a circulação portal, o que culmina frequentemente em abscessos hepáticos e laminite metabólica (Nagaraja; Titgemeyer,

2007). No aspecto produtivo, o reflexo imediato é o comportamento flutuante de ingestão de alimento, a redução drástica na digestibilidade da fração fibrosa e a queda na eficiência de conversão alimentar (Owens et al., 1998).

No contexto de dietas baseadas em milho grão inteiro, o risco de acidose assume uma assinatura cinética particular. Devido à ausência de moagem ou floculação, a digestão desse ingrediente ocorre de forma mais cadenciada, pois a microbiota depende da extensão dos danos físicos causados no grão pela mastigação (Bevans et al., 2005).

Contudo, essa característica não isenta o sistema de riscos. A elevada densidade de amido do endosperma representa um gatilho latente para a SARA caso o consumo inicial dos animais não seja rigidamente regulado por protocolos de transição eficazes (Brown et al., 2006). Portanto, a adoção de estratégias que mitiguem o consumo abrupto nas primeiras semanas de confinamento é o fator determinante para prevenir as lesões epiteliais crônicas e assegurar a estabilidade do consumo de matéria seca ao longo de todo o período de terminação.

2.4. Métodos de Processamento do Milho e a Cinética de Degradabilidade dos Nutrientes

O processamento hidrotérmico ou mecânico dos grãos de milho visa romper as barreiras físicas que limitam o acesso microbiano ao endosperma, alterando diretamente a taxa de degradabilidade ruminal do amido e o aproveitamento energético da dieta (Theurer, 1986; Paulino et al., 2010). Esses métodos modificam a digestibilidade ao atuar sobre duas estruturas principais: o pericarpo (camada fibrosa externa) e a matriz proteica (composta por zeína), que envolve os grânulos de amido e funciona como uma barreira hidrofóbica à colonização bacteriana (Paulino et al., 2013).

A intensidade dessa modificação estrutural varia de acordo com o método empregado, gerando diferentes perfis cinéticos no rúmen:

- **Processamentos Mecânicos (Moagem e Laminação):** A moagem rompe o pericarpo e quebra o endosperma em partículas menores, aumentando a superfície de contato para a fixação enzimática. A laminação a seco oferece um efeito intermediário. Ambos elevam a taxa de degradação ruminal dos nutrientes em comparação ao grão inteiro, mas não alteram a natureza química do amido (Owens; Basalan, 2016).

- **Processamento Hidrotérmico (Floculação):** É o método mais drástico e eficiente. A combinação de calor, umidade e pressão de laminação a vapor quebra a matriz proteica e provoca a gelatinização do amido (desorganização das pontes de hidrogênio da amilose e amilopectina). Isso resulta em taxas altíssimas de degradabilidade ruminal e digestibilidade total (Theurer et al., 1999; Zinn et al., 2002).
- **Grão Inteiro:** Caminha na contramão dos processos anteriores. O pericarpo e a matriz proteica permanecem intactos, tornando a degradabilidade ruminal do amido e da matéria seca estritamente dependente do dano mecânico causado pela mastigação (Paulino et al., 2013). Consequentemente, a taxa de passagem do amido intacto para o trato posterior (intestino delgado) aumenta substancialmente, deslocando parte do sítio de digestão (Huntington, 1997; Owens et al., 2005).

Embora grãos intensamente processados maximizem a digestibilidade, a velocidade severa de fermentação eleva drasticamente o risco de distúrbios digestivos (Owens et al., 1997). É nesse cenário que o milho grão inteiro se destaca operacionalmente, promovendo uma liberação de energia mais cadenciada e favorecendo a estabilidade do pH. No entanto, por apresentar uma menor taxa de degradabilidade ruminal inicial dos nutrientes, o uso desse ingrediente exige protocolos de adaptação desenhados especificamente para regular o comportamento ingestivo. Uma transição estratégica permite que o ecossistema ruminal se ajuste à flutuação na digestibilidade do amido e à menor disponibilidade de fibra efetiva tradicional, garantindo que a redução no processamento físico não resulte em perdas de desempenho por desbalanço fermentativo (Bevans et al., 2005).

2.5. Dinâmica da Degradabilidade Ruminal do Milho Inteiro e seus Reflexos Biológicos

A utilização do milho grão inteiro em confinamentos de alto concentrado altera substancialmente o sítio de digestão do amido e a taxa de degradabilidade da matéria seca (Mobiglia et al., 2021). Como o pericarpo íntegro atua como uma barreira física hidrofóbica, o acesso dos microrganismos ruminais ao endosperma depende essencialmente do dano mecânico causado pela mastigação durante a ingestão e ruminação (Berchielli et al., 2011; Jaborek, 2021). Essa restrição física reduz a taxa de fermentação ruminal, forçando o escape de uma fração significativa do amido para o intestino delgado, modificando a dinâmica do aproveitamento energético sistêmico do bovino (Owens et al., 2005).

Essa mudança no sítio de digestão carrega uma profunda relevância biológica que impacta diretamente o desempenho animal. No rúmen, a degradabilidade do amido fornece a energia prontamente disponível (esqueletos de carbono e ATP) indispensável para o crescimento e fixação da microbiota. Quando a degradabilidade ruminal é otimizada, ocorre um aumento na síntese de proteína microbiana, que possui alto valor biológico e supre a maior parte das exigências de aminoácidos do animal no duodeno, além de elevar a produção de propionato, o principal precursor glicogênico para deposição de gordura e ganho de peso (Owens et al., 2005). Por outro lado, embora a digestão intestinal do amido que escapou seja energeticamente mais eficiente por via enzimática, a capacidade absorptiva de glicose no intestino de ruminantes é saturável e limitada. Se a degradabilidade ruminal for excessivamente baixa, o amido excedente atinge o intestino grosso, sofrendo fermentação cecal tardia, o que resulta em perdas energéticas severas via fezes e flutuações no consumo de matéria seca (Millen et al., 2009).

Diante disso, a extensão da degradabilidade do milho inteiro no rúmen deixa de ser uma característica fixa e passa a ser regulada por fatores multifatoriais específicos do confinamento. Entre eles, destacam-se a dureza do endosperma (grãos flint, predominantes no Brasil, são mais resistentes à degradação que grãos dent), o tempo de retenção ruminal da digesta, e a salivagem gerada pelo estímulo à mastigação (Berchielli et al., 2011; Jaborek, 2021).

É nessa engrenagem que os protocolos de adaptação alimentar desempenham seu papel central. A transição dietética estratégica determina a velocidade e a eficiência com que o determina a velocidade e a eficiência com que os microrganismos amilolíticos se estabelecem e se adaptam ao ambiente ruminal, favorecendo a degradação do amido presente no grão inteiro. Quando o protocolo de adaptação associa uma fonte de volumoso conservado de alta qualidade, como a silagem de milho, promove-se o estímulo mecânico inicial à ruminação e o fluxo contínuo de saliva (tamponamento natural). Esse manejo estabiliza as condições de pH e o tempo de retenção necessários para que as bactérias maximizem a degradabilidade ruminal dos nutrientes nas semanas subsequentes.

Portanto, avaliar a degradabilidade sob diferentes protocolos de transição é o elo metodológico necessário para identificar o equilíbrio exato entre o aproveitamento biológico do amido e a máxima eficiência alimentar em bovinos Nelore × Angus (Millen et al., 2009; Olias et al., 2022).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais, local do experimento e delineamento experimental

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, SP. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UNESP, Campus de Jaboticabal, sob protocolo nº 003837/24.

Foram utilizados seis bovinos machos castrados, mestiços Nelore $\times$ Angus, canulados no rúmen, com peso corporal médio inicial de $500 \pm 28,44$ kg e 28 meses de idade. O delineamento experimental adotado foi um quadrado latino 3×3 duplicado, utilizando-se o peso corporal inicial como critério para formação dos quadrados.

O experimento teve duração total de 73 dias. Entre os períodos experimentais, foi adotado um período de *washout* de cinco dias, durante o qual os animais permaneceram em pastagem recebendo apenas suplementação mineral. Em cada período, os animais foram aleatoriamente alocados a um dos três protocolos de adaptação. Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 dias destinados à fase de adaptação e 7 dias à fase de terminação.

Os animais foram alojados individualmente em baias parcialmente concretadas, com área total de 30 m² e 1,5 m lineares de cocho por animal. As instalações apresentavam adequada ventilação natural e os animais tiveram acesso livre à água em bebedouros automáticos (0,90 $\times$ 0,50 $\times$ 0,50 m) durante todo o período experimental. Cada animal permaneceu na mesma baia ao longo de todo o experimento.

Os bovinos foram pesados no primeiro e no último dia de cada período experimental para monitoramento do peso corporal. O fornecimento da dieta foi realizado uma vez ao dia, às 07h30, e a quantidade ofertada foi ajustada diariamente com base nas sobras observadas no comedouro no dia anterior.

3.2. Tratamentos e dietas experimentais

Os tratamentos consistiram em três protocolos de adaptação alimentar: 1) Convencional: adaptação em escadas utilizando dieta convencional à base de silagem de milho e milho grão moído; 2) Restrição: adaptação quantitativa à dieta de terminação à base de milho grão inteiro, no qual a dieta final foi fornecida desde o primeiro dia de adaptação, sendo a quantidade disponibilizada progressivamente aumentada até alcançar o consumo

voluntário dos animais; e 3) Escada: adaptação em escadas utilizando silagem de milho apenas durante o período de adaptação, seguida de dieta de terminação à base de milho grão inteiro.

A composição das dietas experimentais é apresentada na Tabela 1, enquanto a composição química dos ingredientes utilizados encontra-se na Tabela 2.

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NASEM (2016) e fornecidas ad libitum. A quantidade ofertada foi ajustada diariamente com base nas sobras observadas no cocho, buscando manter aproximadamente 5% de sobras após o período de adaptação.

As dietas de adaptação foram divididas em duas etapas (Adaptação 1 e Adaptação 2), correspondentes aos períodos de transição alimentar adotados em cada protocolo, seguida pela dieta de terminação.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais, conforme o protocolo de adaptação adotado, com base na matéria seca.

	Dietas		
	Adaptação 1	Adaptação 2	Terminação
Convencional			
Silagem de Milho	43.1	36.0	28.9
Milho Grão Moído	38.5	48.6	58.7
Farelo de Algodão	16.5	13.5	10.5
Núcleo Peletizado ¹	1.9	1.9	1.9
Escada			
Silagem de Milho	8.6	4.3	-
Milho Grão Inteiro	72.4	76.7	81.0
Núcleo Mineral ¹	19.0	19.0	19.0
Restrição			
Milho Grão Inteiro	-	-	81.0
Núcleo Peletizada ¹	-	-	19.0

¹Composição do núcleo mineral: cálcio = 150 g/kg; fósforo = 10 g/kg; enxofre = 30 g/kg; sódio = 75 g/kg; zinco = 3000 mg/kg; vitamina A = 150000 UI/kg; vitamina D3 = 15000 UI/kg; vitamina E = 500 UI/kg; Monensina = 1500 mg/kg. ²Composição do núcleo peletizado: cálcio = 40,00 g/kg; fósforo = 6,8 g/kg; enxofre = 4,8 g/kg; sódio = 10 g/kg; zinco = 370 mg/kg; vitamina A = 12000 UI/kg; vitamina D3 = 1370 UI/kg; vitamina E = 165 UI/kg; Monensina = 1500 mg/kg.

Tabela 2. Composição química das dietas experimentais, conforme o protocolo de adaptação.

Dietas							
	Convencional			Escada		Restrição	
	Adap1	Adap2	Term.	Adap1	Adap2	Term.	-
MS (%)	63,5	66,8	70,2	83,9	86,1	88,4	88,4
PB (%)	13,5	12,8	12,1	12,9	12,7	12,5	12,5
EE (%)	2,9	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,4
FDN (%)	26,7	23,8	21,7	12,6	10,9	8,0	8,0
Cinzas (%)	5,6	5,3	5,0	3,7	3,4	3,1	3,1
NDT (%)	74,3	76,8	78,2	84,4	85,8	87,0	87,0

FDN = Fibra em Detergente Neutro; NDT = Nutrientes Digestíveis Totais; ELg = Energia Líquida. CNF = Carboidratos não fibrosos.

3.3. Protocolo de adaptação

A fase de adaptação dos tratamentos Restrição e Escada foi delineada de forma que os animais apresentassem consumo energético semelhante ao observado no tratamento Convencional até o início da fase de terminação. No tratamento Convencional, foi fornecida, no primeiro dia de adaptação, quantidade de matéria seca equivalente a 1,7% do peso corporal (PC), com incrementos diários limitados a, no máximo, 0,06% do PC. Simultaneamente, realizou-se a redução gradual da participação do volumoso e o aumento da proporção de concentrado na dieta, promovendo a adaptação progressiva dos animais à dieta de terminação.

No tratamento Restrição, os animais receberam, desde o primeiro dia de adaptação, a dieta de terminação à base de milho grão inteiro, sem inclusão de volumoso. A oferta inicial correspondeu a 1,2% do PC, sendo a adaptação realizada exclusivamente por meio do aumento gradual da quantidade de alimento fornecida, com incremento linear de 0,071% do PC por dia, até que os animais atingissem o consumo ad libitum.

No tratamento Escada, os animais receberam inicialmente quantidade de matéria seca equivalente a 1,25% do PC. Durante a fase de adaptação, foram fornecidas duas dietas contendo 94 e 97% de concentrado, respectivamente, promovendo a retirada progressiva do volumoso até a transição para a dieta de terminação, composta por 100% de concentrado. Paralelamente, a oferta de matéria seca foi elevada diariamente em 0,068% do PC até atingir aproximadamente 2,2% do PC.

3.4. Consumo de matéria seca

O consumo de matéria seca (CMS) foi determinado individualmente por meio da pesagem diária da quantidade de matéria seca fornecida e das sobras, coletadas antes do fornecimento da dieta do dia subsequente. O CMS foi calculado pela diferença entre a quantidade de matéria seca ofertada e recusada pelos animais, sendo expresso em kg/dia e em porcentagem do peso corporal (%PC).

3.5. Degradabilidade ruminal *in situ*

O ensaio de degradabilidade ruminal *in situ* foi realizado nos dias 17, 18 e 19 de cada período experimental, de acordo com a metodologia descrita por Mehrez e Ørskov (1977). Foram utilizados sacos de náilon com porosidade de 50 µm e dimensões de 10 × 19 cm, contendo aproximadamente 25 g da amostra da dieta experimental previamente seca e moída.

Os sacos foram incubados no rúmen dos animais pelos tempos de 0, 6, 12, 24, 48 e 72 horas. Para cada tempo de incubação foram utilizadas três réplicas. Após a remoção do rúmen, os sacos foram lavados em água corrente até que a água da lavagem se apresentasse incolor. Em seguida, foram secos em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72 horas.

Os resíduos obtidos foram utilizados para determinação dos teores de amido (Poore et al., 1993), proteína bruta (PB; AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN; Van Soest et al., 1991) e matéria mineral (MM; AOAC, 1995).

Os parâmetros de degradabilidade foram estimados de acordo com o modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979), enquanto as degradabilidades potencial e efetiva foram calculadas conforme Ørskov et al. (1980).

3.6. Análises estatísticas

Inicialmente, os dados foram avaliados quanto à normalidade dos resíduos e à homogeneidade das variâncias. Quando necessário, foram realizadas transformações para atender aos pressupostos da análise.

Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), adotando-se nível de significância de 5%. Os tratamentos foram considerados efeitos fixos, enquanto os efeitos de período e animal dentro de quadrado foram considerados aleatórios. Para as variáveis avaliadas ao longo do tempo, foram consideradas medidas repetidas, sendo testadas diferentes estruturas de covariância e selecionada aquela que apresentou o melhor ajuste de acordo com os critérios de informação.

4. RESULTADOS

O consumo de matéria seca (CMS) foi influenciado pelos protocolos de adaptação ($p < 0,01$; Tabela 3). Durante a fase de adaptação, os animais submetidos ao tratamento Convencional apresentaram maior CMS (9,72 kg/dia) em comparação aos tratamentos Escada (7,29 kg/dia) e Restrição (6,12 kg/dia), que não diferiram entre si. Resultado semelhante foi observado durante a fase de terminação, com maiores valores para o tratamento Convencional (11,67 kg/dia) em relação aos tratamentos Escada (6,59 kg/dia) e Restrição (7,10 kg/dia). Considerando todo o período experimental, o CMS foi maior no tratamento Convencional (10,37 kg/dia) do que nos tratamentos Escada (7,06 kg/dia) e Restrição (6,45 kg/dia). Quando expresso em porcentagem do peso corporal, o CMS foi de 1,94; 1,36 e 1,24% para os tratamentos Convencional, Escada e Restrição, respectivamente ($p < 0,01$).

Tabela 3. Consumo de matéria seca de bovinos Nelore × Angus canulados submetidos a diferentes protocolos de adaptação em confinamento.

Variável	Tratamento			EPM ¹	Valor de p^2 Tratamento
	Convencional	Escada	Restrição		
Consumo, kg					
Adaptação	9,72 ^a	7,29 ^b	6,12 ^b	0,312	<0,01
Terminação	11,67 ^a	6,59 ^b	7,10 ^b	0,689	<0,01
Total	10,37 ^a	7,06 ^b	6,45 ^b	0,403	<0,01
% Peso corporal	1,94 ^a	1,36 ^b	1,24 ^b	0,062	<0,01

¹EPM: erro padrão da média; Para o efeito do tratamento, dentro de uma linha, os valores sem letras comuns em sobrescrito diferem ($p < 0,05$).

A degradabilidade ruminal dos nutrientes também foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 4). A degradabilidade potencial da matéria seca (MS) foi maior no tratamento Convencional (86,57%) em comparação aos tratamentos Escada (80,45%) e Restrição (81,92%) ($p < 0,01$). O mesmo comportamento foi observado para a degradabilidade efetiva da MS nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h ($p \leq 0,04$).

Para a proteína bruta (PB), a degradabilidade potencial e a degradabilidade efetiva nas taxas de 2 e 5%/h foram maiores no tratamento Convencional em comparação aos tratamentos Escada e Restrição ($p \leq 0,01$). Entretanto, não houve diferença entre tratamentos para a degradabilidade efetiva da PB na taxa de passagem de 8%/h ($p = 0,15$).

A degradabilidade potencial do amido foi maior no tratamento Convencional (95,50%) em relação aos tratamentos Escada (91,23%) e Restrição (93,28%) ($p < 0,01$). Para a degradabilidade efetiva do amido, observou-se diferença apenas na taxa de passagem de 5%/h, em que os tratamentos Convencional e Restrição apresentaram valores superiores ao tratamento Escada ($p < 0,01$).

Não foram observadas diferenças entre tratamentos para a degradabilidade potencial e efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) e da matéria mineral (MM) ($p > 0,05$).

Tabela 4. Degradabilidade ruminal *in situ* de bovinos Nelore × Angus canulados submetidos a diferentes protocolos de adaptação em confinamento.

¹MS = Matéria Seca; PB = Proteína Bruta; FDN = Fibra em Detergente Neutro; MM = Matéria Mineral.
²EPM: erro padrão da média; ³Para o efeito do tratamento, dentro de uma linha, os valores sem letras comuns em sobrescrito diferem ($p < 0,05$).

5. DISCUSSÃO

Variável ¹	Tratamento			Valor de p^3	
	Convencional	Escada	Restrição	EPM ²	Tratamento
Degradabilidade Efetiva da MS					
2%/h	77,70 ^a	72,95 ^b	73,66 ^b	2,140	<0,01
5%/h	68,92 ^a	65,60 ^b	66,10 ^b	3,313	<0,01
8%/h	62,97 ^a	60,58 ^b	61,06 ^b	3,658	0,04
Degradabilidade Potencial MS	86,57 ^a	80,45 ^b	81,92 ^b	1,314	<0,01
Degradabilidade Efetiva da PB					
2%/h	83,14 ^a	78,17 ^b	78,48 ^b	1,392	<0,01
5%/h	74,21 ^a	70,76 ^b	71,26 ^b	2,257	0,01
8%/h	67,55	65,07	65,70	2,769	0,15
Degradabilidade Potencial PB	91,09 ^a	84,57 ^b	84,66 ^b	1,031	<0,01
Degradabilidade efetiva Amido					
2%/h	88,05	81,99	83,20	2,983	0,39
5%/h	77,87 ^a	72,71 ^b	76,84 ^a	2,925	<0,01
8%/h	70,57	66,25	66,90	4,251	0,29
Degradabilidade Potencial Amido	95,50 ^a	91,23 ^b	93,28 ^b	1,342	<0,01
Degradabilidade Efetiva FDN					
2%/h	52,09	50,63	49,62	5,008	0,34
5%/h	44,96	44,35	43,60	5,819	0,70
8%/h	40,85	40,39	40,02	5,962	0,87
Degradabilidade Potencial FDN	62,64	57,75	58,42	4,488	0,28
Degradabilidade Efetiva MM					
2%/h	78,31	79,01	77,60	2,315	0,50
5%/h	73,71	73,82	72,70	2,792	0,45
8%/h	69,79	69,59	68,61	3,134	0,51
Degradabilidade Potencial MM	81,87	83,23	81,45	1,962	0,64

As variações observadas no CMS entre os tratamentos refletem diretamente o impacto da forma física e do processamento dos ingredientes sobre a dinâmica digestiva. A redução do CMS nos animais alimentados com dietas à base de milho grão inteiro (Escada e Restrição), em comparação ao tratamento Convencional, está associada ao menor grau de processamento mecânico do grão.

Como o milho inteiro preserva a integridade do pericarpo, sua taxa de digestão inicial no rúmen é mais lenta, dependendo da eficiência da mastigação para a ruptura física do grão (Paulino et al., 2013). Consequentemente, esse ingrediente apresenta um tempo de retenção ruminal prolongado. Esse maior tempo de permanência da digesta no rúmen promove o efeito de enchimento físico (limitação física do trato), atuando como o principal fator regulador que reduziu o consumo voluntário nos tratamentos com grão inteiro, confirmando o maior CMS observado na dieta Convencional, que utilizou o milho moído.

Esse mesmo princípio mecânico explica os resultados de degradabilidade ruminal. A degradabilidade potencial e efetiva da MS e da PB foram superiores no tratamento Convencional. O maior grau de processamento do milho moído e a inclusão de silagem de milho, que passa por quebra celular na colheita e proteólise natural durante a ensilagem (Hoffman et al., 2011; Junges et al., 2017), aumentam drasticamente a superfície de contato para o ataque enzimático, elevando o potencial de degradação ruminal dessas frações.

Nos tratamentos Escada e Restrição, os valores semelhantes de degradabilidade da MS e da PB são justificados pelo fato de que, embora os protocolos de adaptação tenham sido distintos (um com uso decrescente de silagem e outro via restrição de oferta), ambos os grupos recebiam exatamente a mesma dieta baseada em elevada inclusão de milho grão inteiro durante o período de avaliação (fase de terminação). Assim, a identidade física do ingrediente avaliado na incubação *in situ* igualou o comportamento de degradação dessas frações entre os dois protocolos.

Para a degradabilidade do amido, o maior valor potencial no tratamento Convencional reforça que a moagem associada à silagem destrutura a matriz proteica de zeína que envolve os grânulos de amido, facilitando o aproveitamento (Saylor et al., 2020). Na taxa de 5%/h, a semelhança na degradabilidade efetiva do amido entre o Convencional e a Restrição, superando o tratamento Escada, indica que o protocolo de restrição quantitativa permitiu um padrão de consumo que preservou a eficiência de degradação amilolítica do grão na fase final, sem os prejuízos de flutuação de consumo que podem ocorrer em transições por etapas volumosas.

Em relação à degradabilidade da FDN e da MM, a ausência de diferenças significativas indica que os protocolos de adaptação exerceram efeito limitado sobre as frações fibrosas e inorgânicas da dieta. Como a base de digestão da fibra dietética permaneceu estável entre

os grupos, os resultados do presente estudo demonstram que as alterações produtivas e digestivas em sistemas de alto grão são governadas predominantemente pela cinética de utilização do amido e pelo processamento físico do componente energético.

6. CONCLUSÃO

O protocolo Convencional proporciona maior consumo de matéria seca e maior degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e do amido em comparação aos protocolos Escada e Restrição.

Os protocolos Escada e Restrição apresentam resultados semelhantes para o consumo e para a degradabilidade ruminal dos nutrientes, demonstrando que, nas condições deste estudo, o método de transição alimentar não altera o aproveitamento subsequente de dietas baseadas estritamente em milho grão inteiro na fase de terminação.

9. REFERÊNCIAS

ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. *Beef Report 2025: perfil da pecuária no Brasil*. São Paulo: ABIEC, 2025. Disponível em: [ABIEC Beef Report 2025](#). Acesso em: 27 maio 2026.

ANUALPEC. *Anuário da pecuária brasileira*. São Paulo: Instituto FNP, 2011.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 16. ed. Arlington: AOAC International, 1995.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011.

BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; SCHWAB, E. C.; NEWBOLD, C. J.; MCALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 83, n. 5, p. 1116–1132, 2005.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, suppl. E, p. E25-E33, 2006.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S.; TAVARES, E. C. N. Evolução e perspectivas da pecuária bovina brasileira. *Revista de Política Agrícola*, Brasília, v. 26, n. 1, p. 71-89, 2017.

COSTA, P.E.R.; VELOSO, I.M.; COSTA FILHO, A.R.; *et al.* Efeitos do processamento do milho sobre o teor e o consumo de NDT e seu reflexo no desempenho de bovinos de corte em confinamento: revisão de literatura. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 8, n. 3, p. e81542, 2025. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/81542>. Acesso em: 28 maio 2026.

CUI, Y.; LIU, H.; GAO, Z.; XU, J.; LIU, B.; GUO, M.; YANG, X.; NIU, J.; ZHU, X.; MA, S.; LI, D.; SUN, Y.; SHI, Y. Whole-plant corn silage improves rumen fermentation and growth performance of beef cattle by altering rumen microbiota. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 106, n. 11, p. 4187–4198, 2022.

DE SOUSA, P. G. et al. Maior tempo de estocagem aumenta a digestibilidade do amido em silagem de milho. *Pubvet*, Maringá, v. 16, n. 11, a1308, 2022.

DIAS, D. L. S. et al. Recria de novilhos em pastagem com e sem suplementação proteico energética nas águas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, n. 2, p. 985-998, 2015.

DIRKSEN, G.; LIESEGANG, A.; MAYER, E. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *Bovine Practitioner*, Stillwater, v. 20, p. 116-120, 1985.

DSM-FIRMENICH. *Censo de confinamento DSM-Firmenich 2025*. São Paulo: DSM-Firmenich Animal Nutrition & Health, 2025.

FERREIRA, G., THOMAS, S. E., TEETS, C. L. & CORL, B. A. (2023). Intrinsic and Extrinsic Factors Affecting Neutral Detergent Fiber (NDF) Digestibility of Vegetative Tissues in Corn for Silage. *Agriculture*, 13(8), 1485.

FRANCIS, Forest L. et al. Evaluation of the effects of corn silage maturity and kernel processing on steer growth performance and carcass traits. *Journal of Animal Science*, v. 101, p. skac321, 2023.

FORBES, J. M. The multifactorial nature of food intake control. *Journal of Animal Science*, v. 81, suppl. 2, p. E139–E144, 2003.

GOMES, R. C.; FEIJÓ, G. L. D.; CHIARI, L. *Evolução e qualidade da pecuária brasileira*. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2017.

HOFFMAN, P. C., N. M. ESSER, R. D. SHAVER, W. K. COBLENTZ, M. P. SCOTT, A. L. BODNAR, R. J. SCHMIDT, AND R. C. CHARLEY. 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.

JABOREK, Jéssica Rocha Sousa Gervásio. *Reidratação e ensilagem de grãos de milho com diferentes granulometrias e inclusões na dieta para bovinos de corte*. 2021. Tese

(Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2021. Disponível em: [Repositório UNESP](#). Acesso em: 18 maio 2026.

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

KENNY, D. A.; FITZSIMONS, C.; WATERS, S. M.; MCSWEENEY, C. S. Rumen microbiome from evolution to revolution. *Frontiers in Microbiology*, v. 9, p. 1487, 2018.

LANNA, D. P. D.; ALMEIDA, R.; RESENDE FILHO, M. A. Estratégias de confinamento na bovinocultura de corte brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., 2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 183-218.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. *Plano agropecuário 2024*. Brasília: MAPA, 2024.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *The Journal of Agricultural Science*. v. 88. n. 3. p. 645–650. jun. 1977.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (ed.). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *Journal of Animal Science, Champaign*, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, 2009.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS, L. S.; SACHET, R. H.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J. Dietas com diferentes níveis de concentrado para tourinhos terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 7, p. 1610-1617, 2010.

MONSALVE, L. M.; MILLEN, D. D. Feeding management and nutritional trends in Brazilian feedlots: fifteen years of evolution. *Journal of Animal Science, Champaign*, v. 103, n. 1, p. 1-15, 2025.

MOBIGLIA, A. M.; CAMILO, F. R.; COUTO, V. R. M.; et al. Effects of grain adaptation programs and antimicrobial feed additives on performance and nutrient digestibility of *Bos indicus* cattle fed whole shelled corn. *Translational Animal Science*, v. 5, n. 3, txab119, 2021.

NAGARAJA, T. G.; LECHTENBERG, K. F. Acidosis in feedlot cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 23, n. 2, p. 333-350, 2007.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 90, suppl. 1, p. E17-E38, 2007.

OLIAS, Caroline Olias. Terminação de bovinos em confinamento com dieta de grãos inteiros de milho. *Pubvet*, v. 16, n. 03, 2022. Disponível em: <<https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/98>>. Acesso em: 28 maio 2026.

OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; CAMPOS, J. M. S. et al. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, digestibilidade e desempenho de vacas leiteiras em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 7, p. 1587-1595, 2011.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 197, p. 64-75, 2014.

ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, v. 92, n. 2, p. 499–503, 1979.

ORSKOV, E.; HOVELL, F.; MOULD, F. Uso De La Técnica De La Bolsa De Nylon Para La Evaluación De Los Alimentos [Digestión. Rumen]. *Producción Animal Tropical*. V. 5. N. 3. P. 213- 233. 1980.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v. 76, n. 1, p. 275–286, 1998.

OWENS, F. N. Impact of grain processing and quality on holstein steer performance. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 83, suppl. 1, p. 69-79, 2005

OWENS, F. N.; BASALAN, M. Microbiology of ruminal digestion. In: BERCHIELLI, T. T.; PEREIRA, J. C.; OLIVEIRA, S. G. (org.). *Rumenology*. Cham: Springer, 2020. p. 61–90.

PARRA, A. R. P. Sistemas intensivos de produção de bovinos de corte no Brasil. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, Curitiba, v. 9, supl. 1, p. 87-95, 2011.

PAULINO, P. V. R. et al. Estratégias de adaptação de bovinos de corte às rações com teores elevados de concentrado. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL (CLANA), 4., 2010. *Anais...* 2010. p. 351-362.

PAULINO, P. V. R. et al. Dietas sem forragem para terminação de animais ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, Areia, v. 15, n. 2, p. 161-172, 2013.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 99, n. 2, p. 392-407, 2019.

POORE, M. H.; ECK, T. P.; SWINGLE, R. S.; THEURER, C. B. Total starch and relative starch availability of feed grains. *Proceedings of the Biokyowa Symposium*, Chesterfield, v. 1, p. 35-41, 1993.

ROSTAGNO, H. S. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa: UFV, 2000. 141 p.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT User's Guide. Version 9.1. Cary: SAS Institute Inc., 2003.

SAYLOR, B. A.; CASALE, F.; SULTANA, H.; FERRARETTO, L. F. Effect of microbial inoculation and particle size on fermentation profile, aerobic stability, and ruminal in situ starch degradation of high-moisture corn ensiled for a short period. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 1, p. 379-395, 2020.

SECRIST, D.S.; OWENS, F.N.; HILL, W.J.; WELTY, S.D., 1996. Rolled versus whole corn: effects on ruminal fermentation of feedlot steers. *Animal Science Research Report*, v.32, p.181–188, March 1996.

STEELE, M. A.; ALZAHAL, O.; HOOK, S. E.; CROOM, J.; MCBRIDE, B. W. Ruminal acidosis and the rapid onset of ruminal parakeratosis in a mature Holstein cow: a case study. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 53, n. 1, p. 39, 2011

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, 1986. DOI: 10.2527/jas1986.6351649x.

THEURER, C. B.; HUBER, J. T.; DELGADO-ELORDUY, A.; WANDERLEY, R. Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 82, n. 9, p. 1950-1959, 1999.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Livestock and poultry: world markets and trade*. Washington, DC: USDA, 2022.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

ZINN, R. A.; BARRERAS, A.; CORONA, L.; OWENS, F. N.; PLASCENCIA, A. Comparative effects of processing methods on the feeding value of maize in feedlot cattle. *Nutrition Research Reviews*, v. 24, n. 2, p. 183–190, 2011

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

OWENS, F. N. et al. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feedlot cattle. *The Professional Animal Scientist*, v. 21, p. 200–206, 2005.

ZINN, R. A. et al. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v. 80, p. 1145–1156, 2002.

BEVANS, D. W.; BEAUCHEMIN, K. A.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; McKINNON, J. J.; McALLISTER, T. A. Effect of rapid or gradual grain adaptation on

subacute acidosis and feed intake by feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 83, n. 5, p. 1116-1132, 2005.

BROWN, M. S.; PONCE, C. H.; PULIKANTI, R. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, suppl. 13, p. E25-E33, 2006.