

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA - SAPC
CURSO DE AGRONOMIA

CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA DO TRIGO EM DIETAS ANIMAIS

JOÃO PEDRO ROSIN CARDOSO
ORIENTADOR: DR. JOÃO ANTÔNIO GONÇALVES E SILVA

GOIÂNIA
06/2025

AGRADECIMENTOS

A Glória do Supremo Arquiteto do Universo e de São João meu Santo padroeiro, o qual dedico com saudosa lembrança este trabalho que faço para a conclusão de meu curso. Agradeço também meu amado pai André João Cardoso e minha amada mãe Ângela Maria Rosin Saad e meu padrasto Milton Saad Junior, por sempre me incentivarem a buscar o conhecimento e nunca deixar que meus sonhos padeçam no vale do esquecimento.

Agradeço também meu Orientador Prof. Dr. João Antônio Gonçalves e Silva, por me ajudar em cada milimétrica parte deste trabalho, com palavras, estudos e principalmente por abrir as portas do conhecimento da área laboratorial a qual foram executadas as práticas deste trabalho. Nos tornamos mais que amigos, irmãos.

Agradeço também ao corpo docente do Centro Universitário de Goiás do curso de Agronomia por cada aula ministrada e cada aprendizado que pude compreender para a execução deste trabalho.

Agradeço também a minha namorada Beatriz Franco Lima Paulette, por estar ao meu lado desde que nos aproximamos e nos tornamos um par, fez com que minhas forças fossem centralizadas para aquilo que me gerasse frutos positivos em minha vida pessoal e acadêmica.

SUMÁRIO

RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1. Classificação Botânica e Importância econômica do trigo	3
2.2. Composição nutricional	4
2.3. Na dieta humana	4
2.4. Na dieta animal	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	7
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	8
5. CONCLUSÃO	10
6. REFERÊNCIAS	11

RESUMO

O trigo (*Triticum aestivum*) é um cereal amplamente cultivado e com múltiplas aplicações na alimentação humana e animal. Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição bromatológica do trigo (*Triticum aestivum*) e sua viabilidade na alimentação animal, especialmente na formulação de dietas para ruminantes. Foram analisados em triplicata os teores de matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da cultivar Duque. As análises laboratoriais foram realizadas no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. Os resultados obtidos foram comparados com os valores médios de milho e sorgo, feitos através de estatística descritiva pelo software Excel® 2022. O trigo apresentou maior teor de proteína bruta (15,60%) em relação aos demais cereais, bem como maiores teores de FDN (58,09%) e FDA (19,42%), indicando maior presença de fibras estruturais, o que pode afetar a digestibilidade e a ingestão de matéria seca. Por outro lado, mostrou menor teor de extrato etéreo (2,3%) e menor matéria seca total (80,72%), fatores que podem reduzir o valor energético do grão e demandar cuidados no armazenamento. Os dados obtidos indicam que, embora o trigo seja uma fonte relevante de proteína e minerais, em comparação com as demais gramíneas analisadas neste trabalho, pode haver dificuldade no armazenamento acarretando fermentações indesejadas e prejudicando a sua utilização na formulação de dietas.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, cereal, ingrediente alternativo, nutrição animal, ruminantes

1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é um dos cereais mais cultivados no mundo, possuindo ampla aplicação tanto na alimentação humana quanto no animal. Tradicionalmente associado à produção de pães, massas e outros derivados para consumo humano, o trigo também representa um importante recurso para nutrição animal, principalmente em regiões onde há escassez ou alto custo de ingredientes convencionais como milho e sorgo. No contexto brasileiro, o cultivo do trigo tem avançado para além da região Sul, ganhando espaço em áreas do Centro-Oeste devido à sua adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas (PASINATO *et al.*, 2018). Com isso, cresce o interesse por alternativas que otimizem o uso dessa gramínea, inclusive em dietas formuladas para ruminantes.

A importância do trigo na alimentação de ruminantes deve-se ao seu elevado teor de amido de rápida fermentação e à presença significativa de proteína bruta. Tais características tornam o cereal uma excelente fonte de energia e proteína, com potencial para substituir parcialmente outros ingredientes tradicionais. No entanto, seu uso requer atenção técnica, especialmente quanto à sua inclusão na dieta, que deve respeitar limites seguros para evitar distúrbios metabólicos, como a acidose rumina (LARDY e DHUYVETTER, 2023). Além disso, o teor de fibras estruturais, como a fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), influencia diretamente na digestibilidade da ração e no desempenho zootécnico dos animais.

Do ponto de vista nutricional, o trigo se destaca entre os cereais por conter altos níveis de proteína bruta e fibras alimentares, além de fornecer minerais essenciais e compostos bioativos (CHOMCHAN *et al.*, 2016; LOPES & CASTRO, 2023). Sua composição rica e variada favorece tanto o aproveitamento como forragem quanto como grão integral na formulação de dietas. Contudo, seu menor teor de matéria seca, comparado ao milho e ao sorgo, exige cuidados no armazenamento e no processamento para evitar perdas nutricionais causadas por fermentações indesejadas (VIEIRA *et al.*, 2015; HEUZÉ, TRAN e LEBAS, 2017).

No contexto da alimentação animal moderna, onde há crescente demanda por alternativas viáveis, econômicas e sustentáveis, a caracterização bromatológica de ingredientes se torna essencial para assegurar a formulação de dietas equilibradas e eficientes. A análise de parâmetros como matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, FDN e FDA permite

compreender o potencial nutritivo do trigo e sua adequação para a alimentação animal em diferentes fases produtivas.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a composição bromatológica do trigo, com foco em sua aplicação na nutrição de ruminantes. A partir da análise da cultivar Duque, buscou-se entender o valor nutricional deste cereal e suas implicações práticas na formulação de rações, promovendo o uso consciente e estratégico de um recurso amplamente disponível no Brasil.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Classificação Botânica e Importância econômica do trigo

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma planta anual de inverno pertencente à família Poaceae, subfamília Pooideae e ao gênero *Triticum*. É uma cultura de grande importância mundial (ALI *et al.*, 2022) sendo amplamente cultivado, considerado o terceiro cereal mais produzido no mundo, responsável por fornecer 20% das calorias consumidas pela população (SINGH *et al.*, 2021). A produção mundial de trigo foi de 779,9 milhões de toneladas (USDA, 2022). No entanto, estudos mostram que a necessidade de trigo aumentará cerca de 60-70% até 2050 devido ao aumento da população mundial (POUR-ABOUGHADAREH *et al.*, 2019).

O trigo (*Triticum aestivum*) é considerado uma espécie gramínea, que é amplamente produzida em todas as extremidades do planeta, pois se caracteriza como uma cultura de fácil adaptação em solos fracos, bem como, ao clima temperado, sendo uma cultura suscetível ao alumínio tóxico. Em razão de sua importância alimentar tanto humana quanto animal, a cultura do trigo no Brasil é cultivada na segunda safra, principalmente nas regiões sul do país (BRASIL, 2009).

O Brasil é um dos principais produtores de grãos no mundo, aonde está previsto a utilização de 79,82 milhões de hectares na safra 2023/2024, demonstrando uma tendência de aumento de área em relação à safra 2022/2023, desse montante na presente safra cerca de 3.068,8 mil/há serão destinados ao cultivo do trigo, sendo estimado uma produtividade de 2.870 kg/ha e uma produção de 8.807,3 mil toneladas, representando 8,8% da produção agrícola nacional (BRASIL, 2023).

No Brasil, a produção de trigo ocorre principalmente na região Sul, porém, espera-se uma exploração crescente da região Central, principalmente no bioma Cerrado (PASINATO *et al.*, 2018). Esta região é caracterizada por altas temperaturas e maior restrição hídrica, em condições de cultivo de sequeiro (PASINATO *et al.*, 2018; HOFMANN *et al.*, 2021).

A produção nacional de trigo nacional tem destaque na região sul com área colhida de 2.941.207 ha, sendo o estado do Rio Grande do Sul o principal produtor desta região e também nacional, onde foi observado uma área colhida 1.496.716 ha de trigo, sendo seguido pelo Paraná com 1.318.386, nesse cenário ocupa a 7ª posição em área colhida deste cereal com 29.853 ha (BRASIL, 2023).

2.2 Composição nutricional

Os cereais são a principal fonte de alimentação e ração a nível mundial, entre os quais o trigo se destaca como um dos mais cultivados e consumidos, sendo considerado um alimento básico na maior parte do mundo (ZAMARATSKAIA *et al.*, 2021).

Em sua composição, o trigo dispõe de 85,28% de umidade, apresentando também cerca de 50,25% carboidratos aonde 15,34% são açúcares totais e 9,67% açúcares redutores, 30,73% de proteínas, 22,42% de fibras, 14,53% de gorduras e 4,49% de material mineral (CHOMCHAN *et al.*, 2016).

O trigo integral pode ser considerado um cereal que possui alto teor de fibras alimentares. O consumo de fibras alimentares está relacionado com a redução de risco de câncer de cólon, diabetes e doenças cardiovasculares (BERNI & CANNIATTI-BRAZACA, 2012).

Sua composição nutricional compreende diferentes vitaminas e minerais e aminoácidos que contribuem para uma alimentação saudável, entre estes componentes estão: Ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico, vitamina E, caroteno, potássio, fósforo, cálcio, enxofre, magnésio, sódio, alumínio, zinco, cobre, ácido aspártico, treonina, serina, asparagina, glutamina, prolina, glicina, alanina, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina, lisina, histidina, triptofano e arginina (LOPES & CASTRO, 2023).

2.3 Na dieta humana

O trigo é amplamente utilizado na alimentação humana e possui importantes propriedades funcionais em seus grãos (LORO *et al.*, 2023).

Esta matéria-prima se configura como um dos principais ingredientes utilizados para a produção de alimentos. O melhor trigo para a industrialização é aquele que possui grãos sadios, com elevada produção e rendimentos em farinha, sendo livre de micotoxinas, resíduos de pesticidas e outras substâncias que possam causar danos à saúde humana. A qualidade dos produtos alimentares de origem vegetal ou animal está diretamente relacionada com a qualidade da matéria-prima utilizada para o processamento (PERSEGUELO *et al.*, 2020).

O termo “qualidade” está relacionado ao valor nutritivo, às características sensoriais, à adequação para o processamento industrial a que se destina e à sanidade (LORINI, 2005).

Na panificação, a tendência atual em função da busca por uma alimentação mais saudável pelo mercado consumidor é o desenvolvimento de produtos com ingredientes funcionais (DUARTE *et al.*, 2021), como aminoácidos essenciais, compostos bioativos, carotenoides, flavonoides e compostos antioxidantes.

Dentre as utilizações do trigo na alimentação humana, o produto que mais se destaca é a farinha de trigo, sendo o principal ingrediente utilizado na fabricação de produtos de panificação, devido à capacidade de formar uma rede visco elástica, capaz de reter o gás durante a etapa de fermentação dos produtos (MORAES & SILVA, 2023). A capacidade de formar a rede de glúten está relacionado a presença das proteínas gliadina e glutenina, as quais são atribuídas às características de higroscopicidade, coesividade, viscosidade e elasticidade da massa (VIEIRA *et al.*, 2015).

Por conta dessa característica a retirada do glúten impede que massa se desenvolva corretamente durante o processo de fermentação e forneamento, ocasionando produtos de panificação com baixa qualidade física e aceitação sensorial (AGUIAR *et al.*, 2022).

Por conta da presença do glúten em sua constituição, foram observadas diversas doenças relacionadas ao consumo de glúten, tais como: a alergia alimentar ao trigo, portadores da doença celíaca, sensibilidade ao glúten não celíaca, (RESENDE *et al.*, 2017; ROSTAMI *et al.*, 2017).

A alergia alimentar ao trigo (AAT) envolve uma série de mecanismos imunológicos, dando origem às manifestações clínicas. Correspondendo principal mente à resposta imunológica acentuada as proteínas alimentares, absorvidas na mucosa intestinal permeável (POMIECINSKI *et al.*, 2017).

Segundo relata o Colegiado Americano de Alergia, Asma e Imunologia (ACAAI), a AAT se dá quando o sistema imunológico se encontra sensível e reage com as proteínas de trigo como: albumina, globulina essas duas proteínas abrangem β -amilase, inibidores de enzimas hidrolíticas, exclusivamente inibidores da α -amilase, proteínas de transporte de lipídeos e complexindolinas (BERZUINO *et al.*, 2017).

2.4 Na dieta animal

Em constante evolução, as práticas agrícolas têm buscado cada vez mais ferramentas alternativas para o incremento da produtividade nas culturas e também para garantir produtos com melhor composição nutricional (RIEGER & SIMONETTI, 2022).

A forragem de trigo pode ser uma alternativa em sucessão a outras culturas tradicionalmente utilizadas no verão nesta região do Estado de Goiás (VIEIRA *et al.*, 2022). Devido à queda na produção de pastagens durante o inverno, é necessário adotar estratégias para otimizar o uso do solo nas propriedades e reduzir os efeitos causados pelo déficit de forragem neste período.

Portanto, para amenizar os efeitos do período de seca, o uso do trigo é uma alternativa para otimizar o uso das terras irrigadas existentes, obtendo também o benefício da rotação de culturas, como a redução da incidência de doenças, plantas daninhas e pragas e promovendo melhorias físicas, químicas e biológicas no solo (SANTOS *et al.*, 2019).

O trigo é uma cultura de dupla finalidade que apresenta características de uma forragem de qualidade, como bom valor nutricional, tolerância ao pastejo, boa capacidade de perfilhamento, boa adaptação e produção em períodos de escassez de forragens tropicais (HASTENPLUG *et al.*, 2011).

Este cereal possui importância econômica a nível mundial, podendo ser utilizada para a alimentação humana e animal, sendo que para a alimentação animal seu foco é para formulação de dietas em bovinos, suínos, aves. Tendo importância substancial na rotação de culturas, onde contribui com a produção de biomassa na superfície do solo, também contribui para o controle de ervas daninhas, redução da erosão e melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (VERGUTZ *et al.*, 2024).

Cultivares de trigo de duplo propósito, podem ser utilizadas para pastejo promovendo alimentação farta para os animais e ainda podendo ser no final do ciclo do pastejo destinado a produção de grãos (HASTENPFLUG, 2009). Pode-se destacar também que esta forragem possui teores de proteína bruta e de digestibilidade comparados aos da alfafa (FONTANELI, 2007)

Entre um dos principais modos de garantir a alimentação animal com esse tipo de matéria-prima se destaca a silagem. A produção e o uso de silagem de gramíneas em rotação de culturas contribuem para vários serviços do ecossistema como melhoria da qualidade do solo, sequestro de carbono e controle de pragas e plantas daninhas (WEIßHUHN *et al.*, 2017).

Dentre os métodos de conservação de alimentos destaca-se a silagem, que por definição é o processo da conservação da forragem por processo fermentativo, em que os carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos, reduzindo o pH da silagem e em condições adequadas preservando o seu valor nutritivo (SILVA *et al.*, 2023).

Como alternativa de melhor aproveitamento dessas culturas, temos a ensilagem, principalmente é uma técnica importante para a produção animal devido a estacionalidade da produção forrageira no Sul do Brasil (DALL'AGNOL *et al.*, 2022).

A ensilagem constitui o método de produzir silagem como uma alternativa de custos de produção relativamente baixos e alto valor nutritivo para vacas leiteiras, se cortada em um estágio inicial de crescimento (RANDBY *et al.*, 2012; WEIBHUHN *et al.*, 2017). As

gramíneas anuais apresentam grande variação na qualidade bromatológica de acordo com o estágio de desenvolvimento (FONTANELI *et al.*, 2012).

Na fase de maturação, com o passar dos dias espera-se que haja um decréscimo nos teores de proteína bruta e digestibilidade uma vez que as fases de desenvolvimento das culturas apresentam diferentes relações entre colmo, folhas e panículas, que são considerados os principais componentes de produção da silagem (FONTANELI *et al.*, 2012).

A altura da planta, influencia no rendimento total de biomassa e no valor nutritivo da forragem, principalmente no teor de proteína bruta (PB) e quantidade de fibras (TEIXEIRA & FONTANELI, 2017).

Para silagem de trigo duplo-propósito, aveias e outras gramíneas de inverno, o teor de PB deve estar entre 18-25 (%) no período vegetativo, diminuindo para 11-14 no início do florescimento (FONTANELI *et al.*, 2012).

Por isso, a importância de efetuar a colheita no estágio de maturação indicado, visando manejar as concentrações de proteína bruta e fibra conciliando o alimento às carências diárias para atingir os níveis de produção animal desejado (KHORASANI *et al.*, 1997).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de laboratório no Moinho Mattos no município de Nerópolis-GO e no Laboratório de Forragicultura e Pastagem do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde na cidade de Rio Verde-GO.

Foi utilizado a cultivar de trigo (*Triticum spp.* Trigo Duque e Aton). As amostras consistiram da coleta de material fresco de três dias consecutivos da cultivar para o encaminhamento para análise no Laboratório de Forragicultura e Pastagem.

Serão analisadas as seguintes variáveis da cultivar de trigo: matéria seca, cinzas, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e umidade.

As amostras foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e posteriormente moídas em moinho de facas tipo Wiley®, com peneira de 1 mm, e armazenadas em recipientes plásticos.

Foram realizadas análises químicas para determinação de matéria seca (MS) (Método 934.01); cinzas (MM) (Método 924.05); proteína bruta (PB) obtida pela determinação de N total, utilizando a técnica de micro-Kjeldahl (Método 920.87) e fator de conversão fixo (6.25); teor de extrato etéreo (EE), determinado gravimetricamente após extração com éter de petróleo em um dispositivo Goldfish (Método 920.85) de acordo com AOAC. A fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Mertens (2002); (FDA) fibra em detergente ácido (Método

973.18; Associação de Comunidades Analíticas [AOAC], 1990). As amostras serão analisadas em triplicata de análises. Para obtenção das medias foi utilizado o software Excel® 2022.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão dispostos os valores médios da matéria seca, umidade, proteínas, extrato etéreo, cinzas fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido do trigo cv. Duque em comparação à outras matérias-primas utilizadas para a alimentação animal.

Tabela 1. Valores médios da matéria seca, umidade, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido do trigo em comparação de outras matérias primas para a alimentação animal

Médias feitas no software Excel® 2022. Médias das demais matérias-primas obtidas através dos artigos: (HEUZE,

TRATAMENTO	MATÉRIA SECA	UMIDADE	PROTEÍNA BRUTA	EXTRATO ETÉREO	CINZAS	FDN	FDA
TRIGO	80,72	19,28	15,60	2,3	2,8	58,09	19,42
MILHO	87,6	12,4	7,5	4,4	1,5	26,2	6,6
SORGO	90,7	9,3	11,2	3,8	2,0	9,6	3,1

TRAN e LEBAS,2017; VIEIRA *et al.*, 2015; LABUDD GROUP, 2025)

O trigo possui menor teor de matéria seca (80,72%) e maior umidade (19,28%) em relação aos demais grãos, como o milho (87,6%) e o sorgo (90,7%), o que pode comprometer sua estabilidade no armazenamento e aumentar o risco de deterioração (LARDY e DHUYVETTER, 2023).

Os alimentos são compostos por duas grandes frações: água e matéria seca, sendo que a matéria seca se encontra os nutrientes necessários para a manutenção e produção do animal, como proteína, carboidratos, lipídios, minerais e vitaminas (EZEQUIEL e GONÇALVES, 2008). É de fundamental importância na alimentação animal, pois a comparação dos valores nutricionais dos alimentos é expressa com base na matéria seca (RODRIGUES, 2010).

Em termos de proteína bruta (PB), o trigo se destaca com 15,60%, valor superior ao do milho (7,5%) e do sorgo (11,2%), o que o torna uma importante fonte proteica na formulação de dietas (LABUDDE GROUP, 2025). A proteína bruta (PB) é um componente essencial na formulação de dietas para animais, influenciando diretamente o crescimento, desenvolvimento e desempenho produtivo (SILVA *et al.*, 2020).

Alguns alimentos podem conter boas fontes de proteína para aos animais e, em se tratando de ruminantes elas podem ser também atender a demanda da microbiota ruminal. Basicamente as melhores fontes estão nos concentrados protéicos como por exemplo o farelo de soja, farelo de algodão, farelo de trigo, entre outros (MOURA, 2023).

Por outro lado, apresenta menor teor de extrato etéreo (2,3%), indicando menor densidade energética em comparação com o milho (4,4%) (FREITAS et al., 2016). O extrato etéreo representa a porção lipídica dos alimentos, sendo fontes altamente energéticas, fornecendo mais energia, melhoram a palatabilidade da ração, fornecem ácidos graxos essenciais, auxiliam na regulação hormonal e influenciam positivamente o desempenho reprodutivo animal (COSTA e FONTES, 2010).

Além disso, melhora a palatabilidade dos alimentos, favorecendo o consumo, fornece ácidos graxos essenciais — como ômega-3 e ômega-6 — e auxilia na absorção de vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K. No entanto, é preciso ter cuidado com os níveis de inclusão na dieta. Em ruminantes, teores elevados de EE (acima de 6% na matéria seca) podem comprometer a digestibilidade da fibra, especialmente em vacas leiteiras. Já em monogástricos, como aves e suínos, níveis mais altos são geralmente bem tolerados, desde que o equilíbrio nutricional da dieta seja mantido (MEDEIROS, GOMES e BUNGENSTAB, 2015).

O teor de cinzas do trigo (2,8%) também é mais elevado que o do milho, evidenciando um maior aporte mineral (HEUZE, TRAN E LEBAS, 2023).

A matéria mineral, ou cinzas, representa a fração inorgânica dos alimentos, composta pelos minerais remanescentes após a queima da matéria orgânica, são fundamentais para a nutrição animal e incluem elementos como cálcio, fósforo, potássio, sódio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, cobre, manganês e selênio. Cada um possui funções específicas e indispensáveis para o funcionamento adequado do organismo dos animais (COSMO e GALERIANI, 2020).

Entre suas principais funções do trigo, estão a regulação de processos vitais, como a contração muscular, o equilíbrio de pH e a condução nervosa, além da formação de ossos e dentes. Os minerais também atuam como cofatores enzimáticos, influenciam a produção hormonal e são essenciais para o crescimento, reprodução e sistema imunológico. A deficiência mineral pode comprometer o desempenho produtivo e reprodutivo, além de predispor os animais a doenças metabólicas (MENDONÇA JÚNIOR *et al.*, 2011).

Notavelmente, os valores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do trigo (58,09% e 19,42%, respectivamente) são significativamente superiores aos do milho (26,2% e 6,6%) e do sorgo (9,6% e 3,1%), o que indica maior quantidade de frações fibrosas menos digestíveis, impactando a eficiência alimentar (VIEIRA et al., 2015). O FDN e o FDA, representam as frações fibrosas, são indicadores importantes da qualidade da forragem. Níveis elevados podem comprometer a ingestão e a digestibilidade da ração pelos ruminantes (TANG *et al.*, 2018). Alves *et al.* (2016) explicam que a FDN influencia na digestibilidade e no consumo dos ruminantes, além de favorecer a mastigação e a saúde ruminal,

enquanto a FDA, menos digestível por conter celulose e lignina, é usada para estimar a digestibilidade da fibra.

Valores acima de 60% e 40% para FDN e FDA, respectivamente, podem reduzir a ingestão de Matéria Seca (PRADO *et al.*, 2023), limitando a digestibilidade da fibra devido à indisponibilidade de carboidratos estruturais (VAN SOEST, 1994).

5. CONCLUSÃO

Com base na caracterização bromatológica realizada, conclui-se que o trigo (*Triticum aestivum*), especificamente a cultivar Duque, apresenta composição nutricional favorável à sua utilização na alimentação animal. O grão se destaca pelo elevado teor de proteína bruta, valor superior ao de outros cereais comumente empregados na formulação de dietas para ruminantes, como o milho e o sorgo. Ainda que apresente maior teor de umidade e menores níveis de energia (extrato etéreo), o trigo mostrou-se uma fonte relevante de minerais e fibras. Os altos teores de FDN e FDA sugerem uma fração fibrosa significativa, o que exige ajustes nutricionais no manejo alimentar para não comprometer a digestibilidade.

Portanto, embora seu uso exija planejamento nutricional cuidadoso, o trigo pode ser considerado um ingrediente alternativo viável e estratégico na formulação de rações, contribuindo para diversificação de fontes alimentares, redução de custos e melhor aproveitamento de recursos agrícolas. Seu potencial como suplemento proteico e sua adaptabilidade à produção nacional reforçam sua aplicabilidade em diferentes sistemas de produção animal, especialmente quando associado a outras fontes energéticas e a práticas adequadas de processamento e armazenamento.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. V.; Santos, F. G.; Faggian, L.; Silveira Araujo, M. B.; Araújo, V. A.; Conti, A. C.; Capriles, V. D. An integrated instrumental and sensory techniques for assessing liking, softness and emotional related of gluten-free bread based on blended rice and bean flour. **Food Research International**, v. 154, p. 110999, 2022.
- ALI, O. A. M. Wheat Responses and Tolerance to Drought Stress BT - Wheat Production in Changing Environments: Responses, Adaptation and Tolerance. In: HASANUZZAMAN, M, *et al.* (orgs). **Springer Singapore**, Singapore, p.129-138, 2019.
- ALVES, A. R.; PASCOAL, L. A. F.; CAMBUÍ, G. B.; TRAJANO, J. S.; SILVA, C. M.; GOIS, G. C. **Pubvet**, v. 10, p. 513-579, 2016.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES [AOAC]. (1990). **Official Methods of Analysis (15th ed.)**. Arlington, VA: Association Official Analytical Chemists.
- BRASIL. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **História do trigo no Brasil**, 2009.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabela 5457 - Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes. Variável - Área colhida (Hectares)**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em: 30/09/2024
- BRASIL. CONAB. **Acompanhamento Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v.11 – Safra 2023/24, n.12 - Décimo segundo levantamento, p. 1-116, setembro 2024.
- BERNI, P. D. A.,; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Efeito da germinação e da sanitização sobre a composição centesimal, teor de fibras alimentares, fitato, taninos e disponibilidade de minerais em trigo. Effect of germination and sanitization on centesimal composition, dietary fiber, **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 22, n. 3, p. 407-420, 2012.
- BERZUINO, M. B.; SOUZA FERNANDES, R. D. C.; ALMEIDA LIMA, M.; MATIAS, A. C. G.; PEREIRA, I. R. O. Alergia alimentar e o cenário regulatório no Brasil. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 14, n. 2, 2017.
- CHOMCHAN, R.; SIRIPONGVUTIKORN, S.; PUTTARAK, P.; RATTANAPON R. Investigation of Phytochemical Constituents, Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of Ricegrass Juice compared to Wheatgrass Juice. **Functional foods in health and disease**, v. 6, n. 12, p. 822-835, 2016.
- COSTA, R. L. D.; FONTES, R. S. Ácidos graxos na nutrição e reprodução de ruminantes. **Pubvet**, v. 4, n. 24, 2010.
- COSMO, Bruno Marcos Nunes; GALERIANI, Tatiani Mayara. Minerais na alimentação animal. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, n. 1, 2020.
- DALL'AGNOLL, E.; ZENI, M.; FONTANELI, R. S.; BONDAN, C. Misturas de cereais de inverno de duplo propósito para silagem de planta inteira. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e45511830938, 2022.

DUARTE, P.; TEIXEIRA, M.; SILVA, S. C. A alimentação saudável como tendência: a percepção dos consumidores em relação a produtos com alegações nutricionais e de saúde. **REVISTA BRASILEIRA DE GESTÃO DE NEGÓCIOS**, v.23, p.405-421, 2021.

EZEQUIEL, J. M. B.; GONÇALVES, J. S. G. **Princípios e conceitos na alimentação animal**. In: MUNIZ, E.N.; GOMIDE, C. A. M.; RANGEL, J. H. A.; ALMEIDA, S. A.; SÁ, C. O.; SÁ, J. L. (ed.). Alternativas alimentares para Ruminantes II. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. P.17-51

FONTANELI, R. S. Trigo de duplo propósito na integração lavoura-pecuária. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, ed. 99, 2007.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul Brasileira**. 2 ed. Embrapa Trigo, 2012.

FREITAS, L. E. L.; RODRIGUES, A. P. O.; MORO, G. V.; LUNDSTEDT, L. M. **Práticas para avaliação da qualidade física em rações para peixes**. Embrapa Pesca e Aquicultura-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2016.

HASTENPFLUG, M. **Desempenho de cultivares de trigo duplo propósito sob doses de adubação nitrogenada e regimes de corte**. 2009. 68f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) –Programa de pós-graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR.

HASTENPFLUG, M.; BRAIDA, J. A.; MARTIN, T. N.; ZIECH, M. F.; SIMIONATTO, C. C.; CASTAGNINO, D. S. Cultivares de trigo duplo propósito submetidos ao manejo nitrogenado e a regimes de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63: 196-202, 2011.

HEUZÉ, V.; TRAN, G.; LEBAS, F. **Grão de milho**. Feedipedia, um programa do INRAE, CIRAD, AFZ e FAO, 2017. <https://feedipedia.org/node/556>. Acesso em: 31/05/2025.

HEUZÉ V.; TRAN G.; LEBAS F. **Grão de sorgo**. Feedipedia, um programa do INRAE, CIRAD, AFZ e FAO, 2015. <https://feedipedia.org/node/556>. Acesso em: 31/05/2025.

HOFMANN, G. S.; CARDOSO, M. F.; ALVES, R. J. V.; WEBER, E. J.; BARBOSA, A. A.; TOLEDO, P. M.; PONTUAL, F. B. SALLES, L. O.; HASENACK, H.; CORDEIRO, J. L. P.; AQUINO, F. E.; OLIVEIRA, L. F. B. The Brazilian cerrado is becoming hotter and drier, **Global Change Biology**,v.17, p.1-14, 2021.

KHORASANI, G. R.; JEDEL, P. E.; HELM, J. H.; KENNELLY, J. J . Influence of stage of maturity on yield components composition of cereal grain silages. **Canadian Journal of Animal Science**, 1997.

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

LABUDD GROUP. Ingredients analysis table. Wisconsin, USA: LABUDD GROUP, 2025 disponível em <https://www.labudde.com/ingredients-analysis-table/> Acesso em: 31/05/2025

LARDY, G.; DHUYVETTER, J. **Feed wheat beef cattle**. Disponível em: <https://www.ndsu.edu/agriculture/extension/publications/feeding-wheat-beef-cattle>. Acesso em 31/05/2025

LOPES, I. M.A.; CASTRO, R. O. Composição centesimal de farinhas alternativas como substitutas da farinha de trigo em massas alimentícias sem glúten: Uma revisão da literatura. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Volume 15, p. 7, 2023.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 80 p.

LORO, M. V.; CARVALHO, I. R.; CARGNELUTTI FILHO, A.; HOFFMANN, J. F.; K. K. Wheat grain biofortification for essential amino acids. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 58: e02860, 2023.

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Embrapa, 2015.

MENDONÇA JÚNIOR, A. F.; BRAGA, A. P.; SANTOS RODRIGUES, A. P. M.; SALES, L. E. M.; MESQUITA, H. C. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 1, p. 01-13, 2011.

MOURA, A. B. A. Análise de diferentes volumes de destilados na análise de proteína bruta pelo método de kjeldahl. **TCC**. 2023.

MORAES, E.M.; SILVA, L. H. Substituintes da farinha de trigo na elaboração de produtos de panificação sem glúten-uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n.3, e3512328931, 2023

PASINATO, A.; CUNHA, G. R.; FONTANA, D. C.; MONTEIRO, J. E. B. A.; NAKAI, A. M.; OLIVEIRA, A. F. Potential area and limitations for the expansion of rainfed wheat in the Cerrado biome of Central Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.56, p.779-790, 2018.

PERSEGUELO, F. M.; COELHO, A. R.; SEIBEL, N. F. Determinação de contaminantes físicos, químicos, microscópicos e qualidade microbiológica do trigo usado para elaboração de farinha integral. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 52473-52482, 2020.

POMIECINSKI, F.; GUERRA, V. M. C. O.; MARIANO, R. E. M.; LANDIM, R. C. D. S. L. Estamos vivendo uma epidemia de alergia alimentar?. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 30, n. 3, 2017.

POUR-ABOUGHADAREH, A.; MOHAMMAD, R.; ETMINAN, A.; SHOOSHTARI, L.; MALEK-TABRIZI, N.; POCZAI, P. Effects of drought stress on some agronomic and morpho-physiological traits in durum wheat genotypes. **Sustainability**, v.12, p.1-14, 2020.

PRADO, L. G.; COSTA, K. A. P.; SILVA, L. M.; COSTA, A. C.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, J. V. C. P.; HABERMANN, E.; SILVA, J. A. G. Silages of sorghum, Tamani guinea grass, and

Stylosanthes in an integrated system: Production and quality. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, n. 1208319, 2023.

RIEGER, A. F.; SIMONETTI, A. P. M. M. Eficiência da aplicação de bioestimulantes nos parâmetros de desenvolvimento iniciais da cultura do trigo. **Revista Cultivando o Saber**, p. 106-114, 2022.

RESENDE, P. V. G.; SILVA, N. L. M.; SCHETTINO, G. C. M.; LIU, P. M. F. Doenças relacionadas ao glúten. **Revista Médica de Minas Gerais**, 2017.

ROSTAMI, K.; BOLD, J.; PARR, A.; JOHNSON, M. W. Gluten-free diet indications, safety, quality, labels, and challenges. **Nutrients**, v. 9, n. 8, p. 846, 2017.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.

SILVA, W. A.; LANA, S. R. V.; LANA, G. R. Q.; SANTOS, T. M. C.; SILVA JUNIOR, P. A.; BARROS JUNIOR, R. F.; LEÃO, A. P. A.; LIMA, L. A. A.; SANTOS, D. S.; VASCONCELOS, J. M. S. Crude protein in diets for European quail (*Coturnix coturnix*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 677–688, 2020.

SILVA, L. M.; COSTA, K. A. P.; COSTA, A. C.; OLIVEIRA, K. J.; SILVA, J. A. G.; COSTA, J. V. C. P.; BARROS, V. M.; MORAES, L. E. R.; RODRIGUES, G. O.; MENDONÇA, K. T. M. Fermentation dynamics and quality of maize silage with Pigeon pea. **Semina-Ciencias Agrarias**, v. 44, p. 567-584, 2023.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; DALMAGO, G. A.; PIRES, J. L. F.; SANTI, A. **Sistemas de produção para cereais de inverno: três décadas de estudos** Brasília, DF: Embrapa, 2019. 307 p.

SINGH, M.; ALBERTSEN, M.C.; CIGANA, M. Male Fertility Genes in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Their Utilization for Hybrid Seed Production. **International Journal Molecular Sciences**, v.22, p.1-21, 2021.

TANG, C.; YANG, X.; CHEN, X.; AMEEN, A.; XIE, G. Sorghum biomass and quality and soil nitrogen balance response to nitrogen rate on semiarid marginal land. **Field Crops Research**, 215, 12–22, 2018.

TEIXEIRA, C. E. F.; FONTANELI, R. S. Chemical bromatological evaluation of biomass for silage of the winter cereals. **Journal of chemistry engineering**, v. 11, p. 152-156, 2017.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Cornell University Press: Ithaca, NY, USA, 1994.

VERGÜTZ, L. F.; TIEMANN, L. A. R.; FOLETTO, M.; BOHRZ, I. G.; VIEIRA, G. D. M.; CASANOVA, C. L.; COSSUL, V.; LUDWIG, R. L. Inoculação via semente e foliar com *Azospirillum brasilense* associada a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo. **Seven Editora**, p. 35-53, 2024.

VIEIRA, T. S.; FREITAS, F. V.; SILVA, L. A. A.; BARBOSA, W. M.; SILVA, E. M. M. D. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 285-292, 2015.

VIEIRA, E. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; RIGUEIRA, J. P. S.; GOMES, V. M.; COELHO, M. A. O.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MONÇÃO, F. P.; SANTANA, I. A.; HORA, F. F.; GOMES, M. L. R. Production and nutritional value of wheat and triticale cultivars in different harvest times in the Minas Gerais semiarid. **Semina: Ciências Agrárias**, 43: 381-396, 2022.

WEIßHUHN, P.; HELMING, C.; FERRETTI, J. Research impact assessment in agriculture-A review of approaches and impact areas. **Research Evaluation**, v. 27, n. 1, p. 36–42, 2018.

ZAMARATSKAIA, G.; GERHARDT, K.; WENDIN, K. Biochemical characteristics and potential applications of ancient cereals – an underexploited opportunity for sustainable production and consumption. **Trends in Food Science & Technology**, v.107, p.114-123, 2021.