

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS SUPERVISÃO
DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC CURSO DE AGRONOMIA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE NUTRICIONAL DE SORGO EM CULTIVO
SOLTEIRO E EM CONSÓRCIO COM FORRAGEIRAS**

DISCENTE: GUSTAVO HENRIQUE DE GODOI SILVA
ORIENTADOR: JOÃO ANTÔNIO GONÇALVES E SILVA

GOIÂNIA – GOIÁS
JUNHO/2026

GUSTAVO HENRIQUE DE GODOI SILVA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE NUTRICIONAL DE SORGO EM CULTIVO
SOLTEIRO E EM CONSÓRCIO COM FORRAGEIRAS**

Monografia apresentada à banca
examinadora da pontifícia Centro
Universitário de Goiás -
UNIGOIÁS, Como exigência
parcial para obtenção do título de
BACHAREL em
(AGRONOMIA), sob a
orientação do prof.(a). Dr. - João
Antônio Gonçalves e Silva

GOIÂNIA - GOIÁS
JUNHO/2026
GUSTAVO HENRIQUE DE GODOI SILVA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder o dom da vida, por me dar força, coragem e sabedoria para enfrentar todos os desafios ao longo dessa caminhada. A Ele, sou grato pela saúde, pela proteção diária e pela oportunidade de buscar meus sonhos, sempre com fé e esperança de me tornar uma pessoa melhor a cada dia.

Ao Centro Universitário de Goiás – UniGoiás, expresso minha gratidão pela oportunidade de realização do curso de Agronomia, bem como por toda a estrutura, suporte e qualidade de ensino oferecidos durante minha formação acadêmica, que foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional.

coordenadora do curso, Dra. Leandra Semensato, pelo comprometimento, dedicação e empenho no desenvolvimento acadêmico dos alunos, contribuindo significativamente para a formação de profissionais qualificados e preparados para o mercado de trabalho.

Ao meu orientador, Prof. João Antônio Gonçalves e Silva, deixo meu profundo agradecimento pela orientação segura, paciência, dedicação e pelos valiosos ensinamentos transmitidos ao longo da elaboração deste trabalho. Sua contribuição foi essencial para a concretização desta etapa tão importante da minha vida acadêmica.

A minha mãe, Ivani Miguel, e à minha avó, Olinda Cândida, e à minha namorada Júlia Fernandes Ribeiro, dedico um agradecimento mais do que especial. Vocês foram minha base, meu apoio e minha maior motivação em todos os momentos. Sou imensamente grato por cada oração, por todo amor, incentivo e confiança depositados em mim. Sem vocês, essa conquista não seria possível.

RESUMO

A produção de forragem de qualidade é um dos principais fatores que influenciam o desempenho dos rebanhos e a eficiência dos sistemas de produção animal. Nesse contexto, o sorgo (*Sorghum bicolor*) destaca-se como importante alternativa para alimentação de ruminantes, especialmente em regiões sujeitas a déficit hídrico. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição bromatológica do sorgo cultivado em sistema solteiro e consorciado com forrageiras do gênero *Urochloa*, visando identificar o sistema de cultivo que proporciona melhor qualidade nutricional para utilização na alimentação animal. O experimento foi conduzido no município de Nerópolis, Goiás, em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco tratamentos: sorgo solteiro, sorgo consorciado com *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Urochloa ruziziensis*. Foram avaliados os teores de umidade, matéria seca, proteína bruta e fibra bruta por meio de análises bromatológicas realizadas segundo metodologias padronizadas. Os resultados demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas. O consórcio entre sorgo e *Urochloa ruziziensis* apresentou os maiores teores de proteína bruta (6,60%) e os menores valores de fibra bruta (36,60%), indicando melhor potencial nutritivo e maior digestibilidade da forragem. Em contrapartida, o consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu apresentou os maiores teores de fibra bruta (42,60%), característica que pode reduzir o aproveitamento dos nutrientes pelos animais. O sorgo cultivado solteiro apresentou os maiores teores de matéria seca (85,20%), enquanto o consórcio com *Urochloa ruziziensis* apresentou maior teor de umidade (42,00%). Conclui-se que os sistemas consorciados influenciam significativamente a composição bromatológica do sorgo, sendo o consórcio com *Urochloa ruziziensis* a alternativa que proporcionou melhor qualidade nutricional da forragem, contribuindo para sistemas de Integração Lavoura-Pecuária mais eficientes e sustentáveis.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, consórcio de culturas, forrageiras tropicais, valor nutricional, pecuária.

Sumário

1.INTRODUÇÃO	5
2.REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1IMPORTÂNCIA DO SORGO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	7
2.2ORIGEM E CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS DO SORGO	8
2.3VANTAGENS DO SORGO FRENTE AO MILHO	8
2.4UTILIZAÇÃO NA NUTRIÇÃO ANIMAL	9
2.5PRINCIPAIS ATRIBUTOS NUTRICIONAIS	10
2.6QUALIDADE NUTRICIONAL DE FORRAGEIRAS TROPICAIS	11
2.7CONSÓRCIO DE CULTURAS: CONCEITO E BENEFÍCIOS	12
2.8FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE NUTRICIONAL	13
2.9MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE NUTRICIONAL	14
3.MATERIAL E MÉTODOS	15
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS	19

1.INTRODUÇÃO

A pecuária tem papel central na economia brasileira, sendo uma das principais atividades agropecuárias do país. Nesse contexto, a produção de forragem de boa qualidade é um componente essencial, pois influencia diretamente o desempenho animal e, conseqüentemente, a produtividade e rentabilidade da atividade.

A forragem representa a base da alimentação de ruminantes, afetando não apenas o volume de alimentos consumidos, mas também a eficiente conversão em peso, produção de leite e manutenção da saúde metabólica.

Dentre os indicadores mais utilizados para avaliar a qualidade da forrageira destacam-se proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA), além da digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) ou outros índices de digestibilidade. Essas características são determinantes para estimar o valor nutritivo da forragem e prever seu desempenho animal.

As espécies de capim como *Brachiaria brizantha* cv *Brachiaria decumbens*, *Urochloa brizantha* cv. *Piatã* e *Urochloa ruziziensis* têm sido amplamente utilizadas em sistemas de produção animal no Brasil, apresentando potencial considerável de produtividade e valor nutricional quando cultivadas de forma solteira. Contudo, em sistemas consorciados - especialmente com culturas anuais como sorgo ou milho - ocorrem interações que podem alterar o ambiente de crescimento das forrageiras, como sombreamento, competição por luz, água e nutrientes. Tais mudanças ambientais podem afetar a morfologia, o acúmulo de fibras, a proporção entre folhas e caules, e, por fim, os componentes nutricionais da forragem. Estudos recentes apontam que consórcio pode tanto melhorar quanto diminuir certos componentes nutricionais, dependendo do manejo, densidade, espécie componente e fase de corte. Entender essas variações torna-se importante para avaliar o valor real da forragem produzida em sistemas consorciados comparativamente a sistemas solteiros. Além disso, a presença da cultura anual pode alterar a disponibilidade de luz, água ou nutrientes, impactando o crescimento inicial (emergência, estabelecimento), o acúmulo de biomassa e os teores de nutrientes dos capins.

Análise da constituição nutricional dos alimentos utilizados para a alimentação animal se torna relevante uma vez que fornece informações práticas para os produtores sobre os benefícios ou prejuízos do consórcio para a qualidade da alimentação animal. Estudos demonstram que fatores de manejo, como densidade de plantio e altura de corte,

influenciam diretamente a produtividade e o valor nutricional das forrageiras, impactando seu aproveitamento pelos animais (Rodrigues *et al.*, 2023).

Além disso, sistemas consorciados podem alterar características nutricionais e fermentativas da forragem, promovendo ganhos no teor de proteína bruta (PB) e na digestibilidade, enquanto podem reduzir fibras indigestíveis (Frontiers, 2023; Leite *et al.*, 2024). Especificamente, o consórcio de capins com o sorgo visa a complementaridade nutricional. O sorgo, uma cultura anual com alto potencial energético, pode ser enriquecido em proteína e melhorar sua digestibilidade quando consorciado com capins de boa qualidade, ou, inversamente, o capim pode ter sua proteína diluída se houver predominância da cultura anual na massa colhida.

Moura *et al.* (2024) observaram que diferentes genótipos de sorgo apresentam variações significativas na composição química em função do manejo, reforçando a importância da escolha adequada do sistema de cultivo. Dessa forma, o estudo contribui para a seleção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) que maximizem o valor da forragem sem comprometer o desempenho animal. A literatura também indica que o uso de consórcios pode aumentar a sustentabilidade da produção, promovendo melhor cobertura do solo e uso eficiente dos recursos naturais (MANTELLI; BATTISTON; KLEIN, 2021). Assim, a investigação proposta auxilia na otimização do uso de capins e culturas anuais dentro de sistemas produtivos, visando eficiência de produção, redução de insumos e maior sustentabilidade.

Objetivo determinar os teores de umidade, matéria seca, proteína bruta e fibra bruta do sorgo cultivado em sistema solteiro e consorciado. Comparar a composição bromatológica do sorgo entre os diferentes sistemas de consorciação com *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha* cv. Marandu, *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Urochloa ruziziensis*. Avaliar a influência das diferentes espécies forrageiras sobre a qualidade nutricional do sorgo. Identificar o sistema de cultivo que proporciona melhor composição nutricional para utilização na alimentação de ruminantes. Gerar informações que auxiliem na adoção de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) mais eficientes e sustentáveis.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1Importância do Sorgo na Alimentação Animal

O sorgo (*Sorghum bicolor*) é reconhecido globalmente como uma das cinco principais culturas de cereais, ocupando uma posição de grande importância na alimentação animal, principalmente em sistemas de produção de ruminantes (LIRA *et al.*, 2022). Sua relevância é particularmente acentuada nas regiões tropicais e semiáridas, onde as condições ambientais, como a escassez hídrica e altas temperaturas, limitam o cultivo de outras commodities forrageiras. A versatilidade do sorgo permite seu uso tanto como forragem volumosa (silagem ou pastejo) quanto como concentrado energético (grão), garantindo a base alimentar dos rebanhos mesmo em períodos de seca.

A escolha do sorgo em detrimento de outros cereais é uma decisão estratégica balizada pela sua adaptabilidade agrônômica superior. Esta gramínea consegue manter uma produção satisfatória mesmo em solos de menor fertilidade e sob estresse hídrico, diferentemente do milho, que exige condições edafoclimáticas mais estáveis e favoráveis (LIRA *et al.*, 2022). Além disso, a possibilidade de colheitas múltiplas ou rebrota em algumas variedades de sorgo forrageiro otimiza o uso da terra e dos insumos, elevando sua atratividade econômica para o produtor.

Do ponto de vista nutricional, o sorgo oferece um valor nutritivo substancial. Embora o foco principal esteja em seu alto teor de amido no grão, que fornece a energia densa necessária para a produção animal, a planta inteira também contribui com matéria seca de qualidade. Variedades desenvolvidas para silagem são capazes de combinar uma alta produção de biomassa com características de fermentação favoráveis para a conservação da forragem, o que o solidifica como um pilar no planejamento alimentar anual das propriedades rurais.

Portanto, a consolidação do sorgo como uma alternativa estratégica ao milho em sistemas de produção animal é um reflexo direto de sua resiliência biológica e de seu valor econômico-produtivo (LIRA *et al.*, 2022). O estudo da sua qualidade nutricional, seja em cultivo solteiro ou em sistemas consorciados, é crucial para maximizar o aproveitamento da forragem, garantindo uma dieta equilibrada e, consequentemente, melhorando o desempenho zootécnico dos animais em um cenário de pecuária tropical desafiador.

2.2 Origem e Características Botânicas do Sorgo

O sorgo possui uma história milenar, sendo originário do nordeste da África, com as primeiras evidências de seu cultivo datando de mais de 4.000 anos, o que demonstra sua longa interação com o desenvolvimento da agricultura humana (WANI, S. P., & KUMAR, S, 2021). Essa trajetória histórica conferiu-lhe uma vasta diversidade genética e uma robustez biológica que o permitiu se adaptar a uma gama complexa de ambientes, sendo hoje cultivado em praticamente todos os continentes, em zonas temperadas, subtropicais e tropicais.

Do ponto de vista botânico, o sorgo (*S. bicolor*) é classificado como uma planta C4, um atributo fisiológico que confere uma vantagem adaptativa significativa. A via C4 de fixação de carbono é um mecanismo que se destaca pela alta eficiência fotossintética, particularmente em ambientes quentes e com alta radiação solar, permitindo que a planta utilize a água e o nitrogênio de forma mais eficiente do que as plantas C3, como o trigo e a cevada (LIRA *et al.*, 2022).

Estrutura botânica do sorgo também contribui para sua notável resistência à seca. Suas raízes profundas e o eficiente controle estomático, que permite a redução da transpiração em períodos de estresse hídrico, são mecanismos cruciais de sobrevivência. Além disso, o sorgo tem a capacidade de entrar em um estado de dormência reversível (senescência foliar temporária), retomando o crescimento quando a disponibilidade de água é restabelecida, uma característica que o torna ideal para regiões que sofrem com escassez hídrica (LIRA *et al.*, 2022).

A classificação botânica do sorgo abrange diversas categorias de uso, incluindo sorgo grânifero, sorgo forrageiro (para silagem e corte), sorgo sacarino e vassoura. Essas variedades, embora compartilhem a base genética C4, apresentam diferenças significativas no porte da planta, no desenvolvimento da panícula e na composição química (como a presença de taninos e a proporção de folhas e colmo), permitindo que o produtor selecione o genótipo mais adequado para o seu sistema de produção animal específico.

2.3 Vantagens do Sorgo Frente ao Milho

Uma das principais vantagens do sorgo frente ao milho é a sua inigualável tolerância à seca, um fator crítico para a estabilidade da produção em zonas áridas e semiáridas

(SARTORI *et al.*, 2022). O sorgo desenvolveu sofisticados mecanismos fisiológicos que garantem sua sobrevivência sob condições de baixa disponibilidade de água, incluindo a capacidade de enrolar as folhas para reduzir a área de exposição solar e, como mencionado, entrar em um estado de dormência. Essa característica mitiga o risco de perda total da lavoura, garantindo um mínimo de colheita mesmo em anos atipicamente secos.

Além da resiliência hídrica, o sorgo tipicamente apresenta um menor custo de produção quando comparado ao milho (DUARTE *et al.*, 2023). Essa economia é impulsionada pela sua maior rusticidade e resistência inerente a diversas pragas e doenças comuns. A necessidade reduzida de aplicações de defensivos agrícolas e fungicidas se traduz em uma diminuição significativa nos custos variáveis da cultura, tornando o sorgo uma opção economicamente mais viável para pequenos e médios produtores.

terceira grande vantagem reside na ampla adaptação a diferentes regiões. Devido à sua origem e à sua diversidade genética, o sorgo é cultivado desde o nordeste da África até diversas partes da América Latina e Ásia (WANI, S. P., & KUMAR, S, 2021). Essa adaptabilidade não se restringe apenas ao clima; o sorgo também demonstra melhor desempenho que o milho em solos de menor fertilidade e com pH mais ácido, expandindo as áreas agricultáveis e a segurança alimentar em regiões onde a agricultura é marginalizada.

Essa combinação de tolerância à seca, menor necessidade de insumos químicos e ampla adaptabilidade reforça o papel do sorgo como uma cultura estratégica para a segurança alimentar e forrageira. Sua utilização permite que sistemas de produção animal em ambientes desafiadores mantenham um fornecimento de forragem e energia mais estável e previsível, superando as flutuações e os riscos associados a culturas mais exigentes, como o milho, e fortalecendo a sustentabilidade dos sistemas de produção.

2.4 Utilização na Nutrição Animal

Utilização do sorgo na nutrição animal é notavelmente diversificada, permitindo que o produtor explore diferentes formas de aproveitamento da planta para atender às necessidades específicas do rebanho em diferentes fases ou épocas do ano. O uso mais comum é do grão, que se consolida como uma fonte de energia concentrada, sendo incluído em dietas de monogástricos (suínos e aves) e ruminantes em confinamento ou suplementação, substituindo o milho com eficiência (LIRA *et al.*, 2022).

Outra forma crucial de utilização é a silagem, produzida a partir da planta inteira colhida no estágio de grão leitoso ou pastoso (DUARTE *et al.*, 2023). A silagem de sorgo é uma importante fonte de forragem conservada, essencial para alimentar os animais durante a estação seca, quando a disponibilidade de pastagens é reduzida. Variedades específicas de sorgo forrageiro são selecionadas por sua alta produção de biomassa e bom teor de grãos, garantindo que o volumoso tenha uma densidade nutricional adequada.

O pastejo direto é uma modalidade de uso crescente, especialmente em sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) (SARTORI *et al.*, 2022). O sorgo, nestes sistemas, pode ser cultivado em rotação com pastagens ou como cultura de cobertura que, após o ciclo de grão ou silagem, tem seu restolho ou rebrota utilizado para o pastejo. Essa prática não só otimiza a utilização da terra, mas também contribui para a ciclagem de nutrientes no solo e para a oferta de forragem durante a entressafra do milho.

Embora feno seja uma forma de utilização menos comum devido ao diâmetro do colmo e à dificuldade de secagem uniforme da planta, essa técnica pode ser empregada em situações específicas com variedades de porte mais baixo ou em mistura com forrageiras finas (WANI, S. P., & KUMAR, S, 2021). A multiplicidade de formas de aproveitamento — grão, silagem, pastejo e feno — confere ao sorgo uma flexibilidade operacional que poucas culturas anuais conseguem igualar, tornando-o um componente indispensável na formulação de dietas para ruminantes.

2.5 Principais Atributos Nutricionais

Os principais atributos nutricionais do sorgo são marcados por uma alta variabilidade, o que exige atenção rigorosa na escolha da cultivar e no manejo de colheita. O Teor de Proteína Bruta (PB) é um desses atributos, variando amplamente entre 7% e 19% na matéria seca, sendo essa variação dependente da cultivar utilizada, do estágio de maturação da planta e do nível de adubação nitrogenada (WANI, S. P., & KUMAR, S, 2021). Essa amplitude sugere que o sorgo, por si só, pode não ser um alimento proteico, mas sim um excelente fornecedor de energia que precisa ser complementado.

O teor de Fibra também é fundamental, pois ele afeta diretamente a qualidade e o valor energético da forragem. A planta de sorgo pode conter de 8,5% a 24% de fibra, que é quantificada em termos de FDN e FDA, sendo que altos teores de FDA (Fibra em Detergente Ácido) são inversamente proporcionais à digestibilidade da matéria seca (LIRA *et al.*, 2022). A digestibilidade, por sua vez, pode variar significativamente, sendo influenciada pelo processamento da forragem (ex: quebra do grão na silagem) e pela idade de corte (DUARTE *et al.*, 2023).

Um fator de limitação crucial, embora não presente em todas as variedades, é a ocorrência de taninos no grão de sorgo. Essas substâncias fenólicas podem reduzir a palatabilidade do alimento e, mais importante, afetar negativamente a digestibilidade da proteína e da matéria seca por meio da formação de complexos indigestíveis no trato digestivo do animal (WANI, S. P., & KUMAR, S, 2021). O melhoramento genético tem focado na seleção de variedades com baixo teor ou ausência de taninos para maximizar o valor nutricional.

Por fim, o Amido é, inegavelmente, o atributo energético mais importante do sorgo, com teores que variam entre 55% e 77% no grão (LIRA *et al.*, 2022). Este alto teor de carboidratos solúveis e fermentáveis no rúmen posiciona o sorgo como uma fonte de energia equivalente ao milho. A combinação de energia (amido) e fibra (FDN/FDA) faz com que o sorgo seja a base ideal para formulações de dietas, desde que suas limitações em proteína e digestibilidade sejam consideradas e ajustadas.

2.6 Qualidade Nutricional de Forrageiras Tropicais

As forrageiras tropicais, englobando espécies como *Brachiaria*, *Panicum* e *Stylosanthes*, são a espinha dorsal da pecuária de ruminantes no Brasil e em outras regiões de clima quente, desempenhando um papel fundamental na alimentação desses animais. Sua composição bromatológica é a base para a formulação de dietas. Essas forrageiras são caracterizadas por teores de Proteína Bruta (PB) variáveis, mas também por importantes teores de Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA), sendo a relação entre esses componentes crucial para definir o valor nutritivo e a energia líquida da forragem (DUARTE *et al.*, 2023).

A qualidade dessas forrageiras é intrinsecamente ligada ao seu ciclo de crescimento. Elas apresentam digestibilidade variável que decresce drasticamente conforme avançam no estágio de maturação. Com o envelhecimento, ocorre um aumento na deposição de lignina na parede celular, o que eleva os teores de FDN e FDA, tornando a fibra menos acessível às enzimas microbianas do rúmen e, consequentemente, reduzindo a digestibilidade da matéria seca e o consumo pelo animal.

Essas forrageiras, contudo, enfrentam limitações comuns que afetam a estabilidade da produção animal ao longo do ano (SARTORI *et al.*, 2022). A sazonalidade da produção é o desafio mais premente, com picos de crescimento e qualidade durante o período chuvoso e uma queda acentuada na produção e no valor nutritivo durante a seca. Essa variação obriga o produtor a buscar alternativas de suplementação ou forragem conservada para manter o desempenho do rebanho.

Para compensar as limitações da queda de qualidade com a maturidade, especialmente a redução da proteína e o aumento da fibra, o manejo de pastejo e a integração com outras culturas tornam-se essenciais. A busca por sistemas de produção que minimizem essa flutuação sazonal e melhorem o perfil nutricional das forrageiras em momentos críticos é o que impulsiona a pesquisa por consórcios, visando a otimização da dieta e a melhoria da produtividade animal a pasto.

2.7 Consórcio de Culturas: Conceito e Benefícios

O consórcio de culturas é definido como o cultivo simultâneo de diferentes espécies vegetais em uma mesma área por um período significativo, sendo uma prática milenar que ganhou nova relevância em sistemas modernos de produção animal (DUARTE *et al.*, 2023). A premissa central desta técnica é otimizar o uso dos recursos naturais disponíveis, como luz solar, água e nutrientes, através da ocupação de diferentes nichos ecológicos pelas espécies consorciadas, o que pode levar a um aumento da produtividade total por área.

No contexto da alimentação animal, especificamente no consórcio de sorgo com forrageiras tropicais (ou leguminosas), o sistema oferece uma dualidade de benefícios agronômicos e zootécnicos. Os benefícios agronômicos incluem a melhor cobertura do solo, o que reduz a erosão e a temperatura superficial, e uma maior ciclagem de nutrientes (SARTORI *et al.*, 2022). No caso de consórcios com leguminosas, a fixação biológica de nitrogênio enriquece o solo, beneficiando o sorgo subsequente e o sistema como um todo.

Em termos zootécnicos, os ganhos são focados na melhoria da dieta e na sinergia entre gramíneas e leguminosas ou entre culturas anuais e perenes (WANI, S. P., & KUMAR, S, 2021). O sorgo, que é energético e tem potencial proteico limitado, é complementado por uma forrageira (que adiciona volume e, se for leguminosa, proteína de alta qualidade), resultando em uma forragem total mais equilibrada em termos de energia e proteína bruta.

Portanto, o consórcio não é apenas uma técnica de manejo de solo, mas uma estratégia de melhoria da dieta animal e de aumento da disponibilidade de forragem. Ao promover um ambiente mais estável e nutritivo, o consórcio tem o potencial de elevar o desempenho produtivo do rebanho, seja na produção de carne ou leite, ao mesmo tempo em que aumenta a sustentabilidade do sistema produtivo ao otimizar o uso de insumos e recursos naturais.

2.8 Fatores que Afetam a Qualidade Nutricional no Consórcio

Qualidade nutricional final da forragem resultante de um consórcio de sorgo com forrageiras é determinada por diversos fatores de manejo que governam a interação e a competição entre as espécies, sendo crucial a compreensão desses elementos para o sucesso do sistema. A época de semeadura e a proporção de sementes são os fatores iniciais mais importantes, pois eles definem o grau de competição entre o sorgo e a forrageira e, conseqüentemente, o equilíbrio nutricional da massa colhida (LIRA *et al.*, 2022). Um plantio desbalanceado pode levar ao sombreamento e à supressão de uma das espécies, alterando drasticamente a composição bromatológica.

A competição por luz, água e nutrientes é o mecanismo central que afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas consorciadas (DUARTE *et al.*, 2023). Quando há alta densidade ou assincronia no plantio, o sorgo, por ser mais alto e de rápido crescimento inicial, pode competir de forma desigual pela luz, impactando o desenvolvimento da forrageira. Essa competição influencia a arquitetura da planta e a partição de nutrientes, podendo reduzir a proteína bruta da forrageira sombreada ou diminuir o teor de amido no grão de sorgo.

O estágio de corte/colheita e a maturidade fisiológica são decisivos na definição da qualidade nutricional (SARTORI *et al.*, 2022). A colheita deve ser sincronizada para que o sorgo atinja o ponto ideal de silagem (grão leitoso/pastoso) e a forrageira ainda apresente uma composição bromatológica com boa relação folha:colmo e baixa lignificação. Se a colheita for tardia, mesmo que o sorgo esteja no ponto ideal, a forrageira pode estar lignificada, elevando o teor de FDA total da forragem e diminuindo a digestibilidade.

Portanto, o manejo desses fatores é o que dita se o consórcio resultará em uma melhoria sinérgica da qualidade ou em um simples subproduto da competição. A otimização dessas variáveis, especialmente a proporção de sementes e o momento do corte, é o foco dos estudos sobre a avaliação da qualidade nutricional em consórcios, visando encontrar o ponto de equilíbrio que maximize tanto a produtividade de matéria seca quanto o valor nutritivo por hectare.

2.9 Métodos de Avaliação da Qualidade Nutricional

A valiação precisa da qualidade nutricional das forragens é indispensável para quantificar os benefícios do consórcio e para a formulação de dietas que garantam o desempenho animal, sendo realizada por meio de um conjunto de técnicas padronizadas. As análises bromatológicas constituem o pilar inicial dessa avaliação (WANI, S. P., & KUMAR, S, 2021). Essas análises determinam os componentes básicos da forragem, como a Matéria Seca (MS), a Proteína Bruta (PB), os componentes fibrosos FDN (Fibra em Detergente Neutro), FDA (Fibra em Detergente Ácido), lignina, extrato etéreo e minerais, fornecendo um perfil químico detalhado do alimento produzido.

O conhecimento dos teores de FDN e FDA é de particular importância. O FDN, que representa a parede celular, está inversamente relacionado ao consumo de matéria seca pelo animal. Já o FDA, que inclui celulose e lignina, possui uma forte correlação negativa com a digestibilidade da forragem. A análise bromatológica permite quantificar se o consórcio de sorgo com forrageiras está, de fato, entregando uma forragem com menor teor de fibra indigestível e maior teor de proteína, em comparação com os cultivos solteiros.

Complementando as análises químicas, os ensaios de digestibilidade são essenciais para determinar a fração dos nutrientes que o animal é capaz de aproveitar (DUARTE *et al.*, 2023). Estes ensaios são frequentemente conduzidos por métodos *in vitro* (em laboratório, simulando o ambiente ruminal) e métodos *in situ* (utilizando animais fistulados para incubar a amostra no rúmen). Esses métodos oferecem estimativas mais precisas da digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica, sendo cruciais para calcular a energia metabolizável do alimento.

Por fim, a importância de relacionar os resultados ao desempenho animal não pode ser subestimada (SARTORI *et al.*, 2022). Os dados de composição química (PB, FDN, FDA) e digestibilidade são apenas preditores; a verificação final da qualidade da forragem deve considerar o impacto direto no desempenho produtivo (ganho de peso ou produção de leite). A interpretação conjunta das análises laboratoriais e dos dados zootécnicos é o que valida o sistema de consórcio e orienta a seleção de sistemas de ILP que sejam economicamente e nutricionalmente viáveis. (SILVA *et al.*, 2023)

3.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Nerópolis - GO, Brasil (16° 26' 53.8" S e 49° 13' 12.3" W) em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Embrapa, 2025), cujas características estão descritas na Tabela 1. Foi realizada calagem do solo para elevar a saturação de bases para 50%, com aplicação e incorporação de calcário dolomítico. As demais práticas de preparo do solo também de forma convencional realizando-se uma gradagens.

Tabela 1. Análise química e física do solo utilizado no experimento.

Ph	M.O.	P-rem	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	V
(CaCl ₂)	g/kg	mg/L	---- mg/dm ³ ----		----- cmolc/dm ³ -----					%
5,06	39,46	-	0,50	120	0,098	0,085	0	4,16	2,14	33,93
M	t	T	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
%	-- mmol _c /dm ³ --				----- mg/dm ³ -----			----- g/kg -----		
0	2,14	6,30	0,03	2,52	98,66	33,01	0,88	398,7	145	456,3

P, K, Fe, Zn, Mn, Cu - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; B - Extrator água quente; P-rem = Fósforo Remanescente

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos, os tratamentos consistiram no sorgo solteiro, sorgo + Capim Decumbens na linha, sorgo + Capim Piatã na linha, sorgo + Capim Ruziziensis na linha e sorgo + Capim Marandu na linha,

A parcela experimental foi formada por quatro linhas, espaçadas de 0,50 m, com dois metros de comprimento. Foram consideradas como área útil as duas fileiras centrais, descartando-se 0,50 m de cada extremidade, perfazendo 4,0 m². A semeadura foi realizada na primeira quinzena de novembro, utilizando a variedade do sorgo grânífero Pérola, objetivando uma população de 200.000 plantas. há⁻¹ e os capins das cultivares Decumbens, Piatã, Ruziziensis e Marandu.

Aadubação de plantio fornecido para todos os tratamentos 45,45 kg. há⁻¹ de N, sendo 40% na base e 60% em cobertura, 388,88 kg. há⁻¹ de P₂O₅, sendo 50% no sulco de plantio e 50% em cobertura e 33,33 kg. ha⁻¹ de K₂O sendo esta cobertura realizada aos 30 dias após emergência da cultura, utilizando ureia, super simples e KCl como fontes. No ato da colheita foram avaliados os seguintes parâmetros: altura, diâmetro e número de vagens/planta, número de grãos/vagens, número de internós/planta, e massa seca/planta

em 5 plantas da área útil, também foi determinado o peso seco de 100 grãos e a produtividade total, sendo a umidade dos grãos corrigida para 13%.

As amostras consistiram na coleta de material fresco de três dias consecutivos da cultivar para o encaminhamento para análise

Foram analisadas as seguintes variáveis: 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 foram analisadas em triplicata de análises. Para obtenção das médias foi utilizado o software Excel* 2022.

As médias referentes as variáveis analisadas, foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade em Sisvar 5.6 (FERREIRA, 1998).

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2, estão dispostos os resultados da composição bromatológica do sorgo submetido ao plantio solteiro e consorciado com na linha com forrageiras tropicais do gênero *Urochloa*. Para todos os tratamentos apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$).

Tabela 2. Composição bromatológica do sorgo em diferentes sistemas de plantio com forrageiras do gênero *Urochloa*.

Tratamento	Variáveis			
	Umidade	Matéria Seca	Proteína Bruta	Fibra Bruta
Sorgo	14,80 e	85,20 a	6,20 c	37,70 d
Sorgo + Capim Decumbens na linha	16,10 d	83,90 b	6,50 b	40,80 b
Sorgo + Capim Marandu na linha	17,70 c	82,30 c	6,20 c	42,60 a
Sorgo + Capim Piatã na linha	19,80 b	80,20 d	6,0 d	38,60 c
Sorgo + Capim Ruziziensis na linha	42,00 a	58,00 e	6,60 a	36,60 e

Letras distintas na linha diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey.

Na tabela 2 é possível observar que o maior teor de umidade obtido para o sorgo foi no consórcio com o capim ruziziensis na linha aonde os demais consórcios obtidos valores inferiores, isso pode ser explicado pela questão do estágio de maturação do sorgo, aonde a quantidade de água tende a diminuir e a quantidade de matéria seca aumentar, sendo possível observar essa dinâmica inversa no sistema do sorgo solteiro e do sorgo consorciado em relação a sua matéria seca. Ludkiewicz *et al.*, (2016) enfatiza que o teor de matéria seca e umidade do sorgo forrageiro sofre variações com a idade de corte e com a quantidade de colmo na planta, sendo possível observar assim a grande porcentagem de matéria seca no material analisado.

Referente a proteína bruta observa-se que o sistema que obteve o melhor resultado foi o sorgo consorciado com o capim ruziziensis na linha, enquanto no consórcio com o piatã na linha obteve a menor porcentagem de proteína. Silva *et al.*, (2013), ao avaliarem diferentes profundidades de plantio do sorgo e de diferentes cultivares de braquiária, observaram valores semelhantes ao obtido neste estudo, 6,3% e 6,7% para *Brachiaria brizantha*, 19,1% e 13,5% para *Brachiaria decumbens* e 11,4% e 15,1%. Van Soest (1994), explica que valores de proteína bruta menores que 7% dificultam a digestão de

espécies forrageiras, aumentando consequentemente a proporção de fibra bruta no material e diminuindo consequentemente sua digestibilidade.

Sendo possível observar essa relação entre as porcentagens de proteína bruta presente no material e da produção de fibra bruta, nisso nota-se que o sistema com o capim Marandu obteve o maior valor em questão da fibra bruta enquanto o menor valor observado foi com o consócio do sorgo com o capim ruziziensis na linha. Resultados semelhantes foram encontrados por Ludkiewicz *et al.* (2016) que observaram valores para fibra em detergente ácido no esquema de plantio de sorgo solteiro, sorgo a simultâneo ao capim com 15 cm e sorgo simultâneo com o capim a 45cm, com valores de 29,48%, 33,63 e 30,80%, aonde valores acima de 40% tendem a diminuir consideravelmente a digestibilidade do material.

Com isso, se observa que a escolha do arranjo de consorciação entre o sorgo forrageiro e forrageiras tropicais é importante pois isso impacta na qualidade final do produto.

5.CONCLUSÃO

O cultivo consorciado do sorgo com forrageiras do gênero *Urochloa* influenciou significativamente a composição bromatológica da forragem produzida. Os diferentes sistemas de cultivo apresentaram variações nos teores de umidade, matéria seca, proteína bruta e fibra bruta, demonstrando que a espécie forrageira utilizada no consórcio interfere diretamente na qualidade nutricional do material obtido.

O consórcio entre sorgo e *Urochloa ruziziensis* apresentou os maiores teores de proteína bruta e os menores valores de fibra bruta, características que indicam melhor potencial nutritivo e maior digestibilidade da forragem. Em contrapartida, o consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu apresentou os maiores teores de fibra bruta, o que pode comprometer o aproveitamento dos nutrientes pelos animais.

Embora o sorgo solteiro tenha apresentado elevados teores de matéria seca, os resultados demonstram que a associação com determinadas forrageiras pode proporcionar melhorias na qualidade nutricional da forragem produzida. Dessa forma, o sistema consorciado com *Urochloa ruziziensis* mostrou-se a alternativa mais promissora entre os tratamentos avaliados, por reunir maiores teores de proteína bruta e menores concentrações de fibra bruta.

Conclui-se que a escolha adequada da forrageira utilizada no consórcio com o sorgo é um fator determinante para a obtenção de alimento de melhor qualidade para ruminantes, contribuindo para sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis dentro dos modelos de Integração Lavoura-Pecuária.

REFERÊNCIAS

Duarte, J. T. *et al.* (2023). Desempenho produtivo e qualidade bromatológica de sorgo granífero consorciado com forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 52, e20220202.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA. 2025. 412p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** - sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p

Journal of Plant Nutrition and Fertilization, 11(2), 20-35.

LEITE, V. M. *et al.* Productive and Qualitative Traits of Sorghum Genotypes Used for Silage under Tropical Conditions. *Crops*, v. 4, n. 2, p. 256-269, 2024.

Lira, P. B. *et al.* (2022). Cultivo de sorgo em diferentes arranjos populacionais e sua influência na produção de silagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 57, e20210212.

LRODRIGUES, J. *et al.* Productive traits and nutritional value of *Urochloa ruziziensis* submetido a diferentes densidades de plantio e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 52, e20230011, 2023

LUDKIEWICZ, M. G. Z.; ARAÚJO, L. C.; GALINDO, F. S.; ZAGATO, L. Q. S. D.; OLIVEIRA, A. R. F.; PINHEIRO, R. S. B Sorgo forrageiro na integração lavoura-pecuária no cerrado: produtividade e composição químico-bromatológica da silagem. **International Journal of Maize & Sorghum**, v. 15, n. 2, p. 251-261, 2016.

MANTELLI, R.; BATTISTON, R.; KLEIN, V. Avaliação dos níveis nutricionais e 2 em Santa Catarina. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 20, n. 3, p. 387-395, 2021.

MARCELINO, M. J. *et al.* Nutritive value of improved populations of *Brachiaria ruziziensis*. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, v. 8, p. 52-60, 2020.

MOURA, M. M. A. *et al.* Assessment of sorghum genotypes for silage: nutritional value. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 46, e67788, 2024.

Prado, Laís Guerra *et al.* Silages of sorghum, Tamani guinea grass, and *Stylosanthes* in an integrated system:

Productions and quality. *Frontiers in Sustainable FoodSystems*, v. 7, p. 1208319, 2023.

R Core Team (2025). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RODRIGUES, J. *et al.* Productive traits and nutritional value of *Urochloa ruziziensis* submetido a diferentes densidades de plantio e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 52, e20230011, 2023.

Sartori, D. J. *et al.* (2022). Consórcio de sorgo forrageiro com capim-braquiária em sistema de integração lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, 52(9), e20210815.

SILVA, A. G.; DE MORAES, L. E., HORVATHY NETO, A.; TEIXEIRA, I. R.; SIMON, G. A. Consórcio na entrelinha de sorgo com braquiária na safrinha para produção de grãos e forragem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6Supl1, p. 3475-3488, 2013.

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.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.

Wani, S. P., & Kumar, S. (2021). Sorghum: An energy-efficient and climate-resilient crop for drylands.

Observação: Parte das correções e padronização foram realizada com o auxílio do ChatGPT, inteligência artificial da openIA.