



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS

CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA

CURSO DE ZOOTECNIA

MAYRON DOS SANTOS TENORIO

**ATRIBUTOS DO VALOR NUTRITIVO DO SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO A
ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO**

ARAGUAÍNA, TO

2023

MAYRON DOS SANTOS TENORIO

ATRIBUTOS DO VALOR NUTRITIVO DO SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO A
ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à UFNT – Universidade
Federal do Norte do Tocantins – Campus
Universitário de Araguaína para obtenção
do Título de Bacharel em Zootecnia, sob
orientação da Prof^a. Dr^a Susana Queiroz
Santos Mello.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Susana Queiroz
Santos Mello

ARAGUAÍNA, TO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- D724a dos Santos Tenorio, Mayron.
ATRIBUTOS DO VALOR NUTRITIVO EM FORRAGEIRA
SUBMETIDA A ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA
AGROECOLÓGICO. / Mayron dos Santos Tenorio. – Araguaína, TO,
2023.
39 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –
Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Zootecnia, 2023.
Orientadora : Susana Queiroz Santos Mello
1. Composição bromatológica. 2. Fracionamento de carboidratos.
3. Nutrição de ruminantes. 4. Sorgo. I. Título

CDD 636

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MAYRON DOS SANTOS TENORIO

ATRIBUTOS DO VALOR NUTRITIVO DO SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO A
ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à UFNT – Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campus Universitário de Araguaína, Curso de Zootecnia, foi avaliado para a obtenção do Título de Bacharel em Zootecnia e aprovado em sua forma final pela Orientadora Prof.^a Dr.^a Susana Queiroz Santos Mello e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 12/12/2023 [Clique ou toque aqui para inserir uma data.](#)

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a. Susana Queiroz Santos Mello, Orientadora, UFNT

Prof.^a Dr.^a. Deborah Alves Ferreira, Examinadora, UFNT

Prof. Dr. Elcivan Bento da Nobrega, Examinador, UFNT

Dedico este trabalho a todos aqueles que torceram por mim, especialmente meus pais, no qual sempre foram meu alicerce e inspiração de vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, porque sem a permissão dele nenhum passo dessa minha caminhada teria sido possível, por dar-me saúde, coragem, determinação e inteligência.

Aos meus pais Maria Valeveska Alves dos Santos e Jose Ivanio Tenorio no qual são minhas maiores inspirações de vida, sempre estiveram ao meu lado desde o princípio apoiando, incentivando e dando todo suporte necessário. Foi muito difícil viver com a ausência de vocês por todos esses anos, mais por outro lado foram meu combustível para que não desistisse de chegar ao meu objetivo. Amo vocês, essa conquista é nossa.

A minha orientadora Prof.^a Dr^a. Susana Queiroz Santos Mello, pelos ensinamentos e sua disposição no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Marcos Vinicius e Laysa Fontes que se tornaram meus irmãos, por sempre estarem comigo me incentivando, ajudando e colaborando.

Aos meus colegas e amigos Edelson Sousa, Neuza Vitória pela ajuda e apoio no desenvolvimento do trabalho.

A Universidade Federal do Norte do Tocantins, por proporcionar o curso de Zootecnia.

Aos professores do colegiado de Zootecnia, pelo profissionalismo e competência prestados durante toda minha graduação.

Aos Técnicos do Laboratório de Nutrição Animal da UFNT pela disposição e ajuda prestadas no decorrer de todas as análises.

RESUMO

O sistema de produção animal e vegetal no Brasil, vem se intensificando cada vez mais ao decorrer dos anos, em resposta ao crescimento da população mundial, que demandam por alimentos de origens diversificadas, de tal modo que o país é responsável pelo abastecimento, tanto do mercado interno como externo. Nesse sentido, objetivou-se nesse trabalho avaliar componentes nutricionais em planta forrageira submetida a adubação orgânica em sistema agroecológico e destinada a alimentação de ruminantes. Este trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciência Agrárias da Universidade Federal do Norte do Tocantins (CCA/UFNT), localizado no município de Araguaína - Tocantins. No estudo foram realizadas avaliações das características nutritivas do Sorgo em um sistema agroecológico submetido a adubação orgânica com esterco de ovino e a leguminosa crotalária (*Crotalaria juncea*). Foram realizadas análises químico-bromatológicas de planta inteira, folha e colmo e quanto ao teor de proteína bruta (PB), matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG). Assim procedeu-se com avaliações dos teores celulose, hemicelulose e cálculos dos carboidratos totais e não fibrosos. As determinações do nitrogênio insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, nitrogênio não proteico e nitrogênio solúvel também foram realizadas. As frações dos carboidratos no qual foram calculadas seguindo a metodologia descrita pelo programa de Cornell (CNCPS). A adubação com Crotalária foi a que mais se destacou entre os tratamentos nos constituintes nutricionais para o uso na nutrição de ruminantes, exceto para as porcentagens de CNF da planta inteira, e (% CHOT) da fração A+B₁. O teor de CHOT da planta inteira variou de 85,03% a 85,39% sendo que o primeiro tratamento se refere a testemunha e o segundo tratamento a Crotalária + Esterco ovino. Todos os tratamentos utilizando fontes de adubação orgânica refletiram em melhoras nos atributos nutricionais do Sorgo.

Palavras-chave: Composição bromatológica. Fracionamento de carboidratos. Nutrição de ruminantes. Sorgo.

ABSTRACT

The animal and plant production system in Brazil has been intensifying more and more over the years, in response to the growth of the world population, which demands food from diverse origins, in such a way that the country is responsible for supplying both of the internal and external markets. Thus, the aim of this work was to evaluate nutritional components in forage plants subjected to organic fertilization in an agroecological system and intended for feeding ruminants. This work was developed at the Agricultural Science Center of the Federal University of Northern Tocantins (CCA/UFNT), located in the municipality of Araguaína - Tocantins. In the study, evaluations of the nutritional characteristics of Sorghum were carried out in an agroecological system subjected to organic fertilization with sheep manure and the legume sunn hemp (*Crotalaria juncea*). Chemical-bromatological analyzes were carried out on the whole plant, leaf and stem and for the content of crude protein (CP), dry matter (DM), ether extract (EE), mineral matter (MM) and neutral detergent fiber (NDF), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFcp), acid detergent fiber (ADF) and lignin (LIG). Thus, evaluations of cellulose and hemicellulose contents and calculations of total and non-fibrous carbohydrates were carried out. Determinations of neutral detergent insoluble nitrogen, acid detergent insoluble nitrogen, non-protein nitrogen and soluble nitrogen were also carried out. The fractions of carbohydrates in which were calculated following the methodology described by the Cornell program (CNCPS). Fertilization with *Crotalaria* was the one that stood out the most among the treatments in terms of nutritional constituents for use in ruminant nutrition, except for the percentages of CNF in the whole plant, and (% CHOT) of the A+B1 fraction. The CHOT content of the whole plant varied from 85.03% to 85.39%, with the first treatment referring to the control and the second treatment to *Crotalaria* + Sheep manure. All treatments using organic fertilizer sources resulted in improvements in the nutritional attributes of Sorghum.

Keywords: Bromatological composition. Carbohydrate fractionation. Ruminant nutrition. Sorghum.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fracionamento dos carboidratos.....	24
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos de esterco de bovino e ovino como adubo orgânico.....	18
Tabela 2 - Composição químico-bromatológica (%MS) da planta inteira (PI) da cultura do sorgo submetida a fontes de adubação orgânica.....	27
Tabela 3 - Composição químico-bromatológica (%MS) da folha de sorgo submetida a fontes de adubação orgânica.....	30
Tabela 4 - Composição químico-bromatológica (%MS) do colmo de sorgo submetido a fontes de adubação orgânica.....	32
Tabela 5 - Frações de carboidratos (% CHOT) do sorgo submetido a fontes de adubação orgânica.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS GERAIS	14
2.1 Objetivos específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Sistema agroecológico	14
3.1.1 Adubação verde	16
3.1.2 Adubação com <i>Crotalaria juncea</i>	17
3.1.3 Adubação com esterco ovino	17
3.2 Cultura do Sorgo	18
3.3 Características nutricionais de forrageiras para ruminantes	19
3.3.1 Composição químico-bromatológica.....	21
3.3.2 Fracionamento do Carboidrato.....	23
4 METODOLOGIA	24
5 RESULTADOS E DISCUSÕES	27
6 CONCLUSÃO	35
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

O sistema de produção animal e vegetal no Brasil, vem se intensificando cada vez mais no decorrer dos anos, em resposta ao crescimento da população mundial, que demandam por alimentos de origens diversificadas, de tal modo que o país é responsável pelo abastecimento, tanto do mercado interno como externo. Nesse cenário diversificado, existem alternativas sustentáveis de produção de forrageiras destinadas a alimentação de ruminantes, em sistema agroecológico de produção, que visam diminuir os impactos provocados junto ao meio ambiente.

A importância desse redesenho como princípio fundamental, além da agrobiodiversidade, destaca-se também quatro componentes básicos de um agroecossistema sustentável segundo ressalta Altieri (1995): (1) o uso da cobertura vegetal; (2) fornecimento regular de matéria orgânica no solo para promover atividades bióticas; (3) os mecanismos associados ao ciclo de nutrientes tais como as rotações, agricultura integrada (consórcio) e o uso de leguminosas, e (4) regulação de pragas através de controle biológico e da biodiversidade e de inimigos naturais. Nesse sistema, práticas com uso de adubação orgânica refletem diretamente na composição da planta.

O manejo de áreas em sistema agroecológico tem recebido atenção no setor produtivo de gramíneas forrageiras, devido a crescente ascensão da pecuária brasileira que se encaminha para um sistema de produção cada vez mais tecnificado e de uso intensivo, principalmente em áreas já consolidadas. Nesse ensejo de produção sustentável com tecnificação, o sistema agroecológico está inserido de forma muito premissa, por racionalizar o uso de insumos químicos e redefinir os sistemas produtivos para garantir uma biodiversidade mais sustentável (Altieri, 2012). Esse sistema propicia menor degradação do solo, por serem utilizadas práticas vegetativas no manejo e conservação do solo, possibilitando uma produção agropecuária mais sustentável que contribuem para melhorar indicadores de qualidade ambiental, bem como nos constituintes nutricionais das plantas como as forrageiras (Paciullo et al., 2014).

A utilização de plantas forrageiras como fonte de nutrientes para ruminantes é sem dúvidas a forma mais acessível em termos de custos, tendo a possibilidade de ser implantada em qualquer sistema produtivo, desde o mais simples até aqueles com nível de tecnificação mais avançado. O sorgo é uma espécie forrageira de clima tropical e de ciclo anual que se acomoda nas diferentes condições no Brasil, apresenta

bom valor nutritivo com grande tolerância a estresse hídrico e rápido crescimento. Ademais, é uma planta que necessita de temperaturas acima de 20°C para seu crescimento e desenvolvimento, permitindo assim, que seja apta a se desenvolver e expandir em regiões de cultivo com distribuição irregular de chuvas (Rodrigues Filho et al., 2006), como a do ecótono Cerrado-Amazônia no norte do Tocantins.

A caracterização de forrageiras como o sorgo para a alimentação de ruminantes pode ser atribuída aos seus componentes nutricionais que são equivalentes aos do milho, sem alterar o metabolismo do animal ou seu desempenho produtivo, podendo apresentar níveis superiores de proteína quando comparado ao mesmo. A depender da variedade, o sorgo pode apresentar tanino em sua composição, considerado um fator antinutricional que interfere na digestibilidade animal (Nascimento, 2019).

O conhecimento dos constituintes nutricionais como os atributos químico-bromatológicos é de grande valia para o entendimento da forrageira, e adoção de práticas nutricionais mais eficientes que vão de encontro com a sustentabilidade do sistema. Contudo, cabe ressaltar que informações mais detalhadas sobre os componentes nutricionais são necessárias como as frações da planta e seus constituintes, com destaque para os carboidratos. Nesse sentido, a análise e nutricionais informações dos constituintes de uma forragem permite adequar a dieta dos animais de acordo com suas necessidades, fazendo com que o animal alcance o desempenho desejado (Fontaneli, 2005).

As características nutricionais das plantas forrageiras são respostas de aspectos próprio da planta, fatores ambientais, bem como de práticas de manejo adotadas na produção como as realizadas dentro do sistema de produção agroecológica. Sendo assim, existem demandas para melhor entendimento sobre Atributos do valor nutritivo de forrageiras submetidas à diferentes sistemas e práticas de manejo em regiões como o Ecótono Cerrado-Amazônia.

2 OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se neste trabalho avaliar atributos de valor nutricional em forrageira submetida a adubação com esterco ovino curtido e Crotalária em sistema agroecológico na região do Ecótono Cerrado - Amazônia.

2.1 Objetivos específicos

Avaliar a composição químico-bromatológica do sorgo em sistema agroecológico submetido a adubação orgânica com esterco de ovino curtido e Crotalária, destinado a alimentação de ruminantes na região do Norte do estado do Tocantins.

Caracterizar as frações dos carboidratos (CHOT) em frações "A+B₁", "B₂" e "C (% CHOT).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Sistema agroecológico

As atividades agrícolas se desenvolveram bastante no cenário mundial e com essa ascensão caminham juntos aspectos importantes relacionados a produtividade. Em busca de elevar os níveis produtivos no Brasil surgia na década de 60 a Revolução Verde a fim de promover inovações no campo, a erradicação da fome e o crescimento na produção de alimentos (Lazzari et al., 2017).

A revolução verde trouxe consigo alguns efeitos positivos e negativos, tornando evidente que esta não foi o suficiente. Ao longo desses anos o mercado consumidor se tornou mais exigente quanto a qualidade dos produtos e sua origem, nos levando a acreditar que hoje estamos vivendo uma segunda Revolução Verde. Alguns pontos são notáveis quanto a essa afirmação como o uso de defensivos agrícolas utilizados hoje em lavouras que se difere bastante aos utilizados na primeira revolução verde. Cabe destacar que a adoção de novas tecnologias é o ponto chave para o equilíbrio entre produtividade e sustentabilidade (Serra et al., 2016).

Apesar dos avanços serem inegáveis e numerosos do ponto de vista econômico e social, a chegada de novas tecnologias trouxe consigo consequências indesejáveis para as áreas de produção, em razão do posicionamento técnico aliado a modelos de

gestão não simpatizantes, no uso de recursos naturais solo e água. Evidentemente esse contexto tem resultado em uma produção agrícola cada vez mais desafiadora, provocada pela crescente demanda por alimento, pressionando o mercado produtor a utilizar menos recursos naturais. O motivo de toda essa preocupação é devido ao elevado estado de degradação das áreas utilizadas nos últimos anos. Outro fator a se destacar é o esgotamento da fronteira agrícola, que impossibilita a inclusão de novas áreas no sistema produtivo (Tilman et al., 2011).

Desta maneira surge a produção agroecológica que se difere da produção convencional, com a proposta de uma produção mais sustentável e conservacionista dos recursos naturais. A agroecologia ao tratar-se dos princípios de produção, leva em consideração os diversificados modelos de agroecossistemas, que tende a garantir a produção de diferentes alimentos para as famílias, entre vários produtos, levando em consideração que podem ocorrer perdas significativas de alguns cultivos em decorrência de problemas climáticos ou de outra natureza (Pandovan, 2022).

A agroecologia ajusta-se a sociedade como um todo em cima do público urbano e rural, com capacidade de se desenvolver em busca do equilíbrio socioambiental. Existem teorias de produção determinantes no sentido de serem mais eficientes, com objetivo de melhorar a fertilidade do solo e uso de nutrientes, reduzindo a inclusão de novas áreas de produção (Tilman et al., 2011).

O uso de adubos orgânicos como fonte de nutrientes para a produção de forragem é uma prática adotada há muitos anos e junto à esses insumos ressalta-se a adubação verde. Essa se caracteriza por estar presente em um sistema ecológico de produção. É uma prática que promove a reciclagem de nutrientes do solo por meio do plantio de determinadas espécies de plantas (Pulgas, 2015).

3.1.1 Adubação verde

A adubação verde é uma prática que utiliza plantas como adubo, nas quais são introduzidas nas áreas antes da implantação de culturas, ou de forma consorciada a elas. Após serem cortadas, essas plantas são incorporadas ao solo ou apenas deixada sobre ele. No processo de decomposição, essas plantas vão servir de alimentos para minhocas e uma diversidade de microrganismos, favorecendo a microbiota do solo que ao utilizarem dessa fonte de adubação, liberam os nutrientes dos adubos verdes aos quais vão beneficiar outras plantas (Alcântara, 2009; Souza et al., 2012).

Adubos verdes tem alta capacidade de aporte a substâncias orgânicas ao solo. Toda essa matéria orgânica forma um potente ativador biológico do solo, as quais são melhoradas composição física e ciclagem de nutrientes. O manejo adequado de solo com cobertura verde ou morta conserva de forma mais eficiente a umidade do solo devido sua capacidade de retenção e absorção de água serem maiores. Outro ponto importante é a intensificação da atividade biológica proporcionada pela microbiota do solo, sendo fundamental na disponibilidade de diversos nutrientes, como nitrogênio e potássio, que necessitam de umidade suficiente para estarem disponíveis (Osterroht, 2002).

Além de favorecer a microbiota do solo, os adubos verdes apresentam características peculiares, como uma delas, atraírem insetos benéficos no combate a pragas. A adubação verde reflete nos constituintes nutricionais, fazendo sincronia entre o fornecimento de nutrientes com as necessidades nutricionais das plantas em sucessão. Os adubos verdes também podem servir na suplementação animal, o feijão guandu é uma dessas plantas que pode ser fornecida aos animais em forma de feno ou fresco direto no cocho através de podas (Borges, 2016).

Existe uma diversidade de espécies que podem ser cultivadas como adubo verde, dentre elas destacam-se as leguminosas herbáceas que, por se associarem a bactérias fixadoras de nitrogênio, depositam valores expressivos desse nutriente essencial nos sistemas de cultivo (Corrêa et al., 2014).

Além dessas características, as leguminosas possuem um sistema radicular invasivo e abundante, ocasionando desarranjos no solo, e no processo de decomposição deixam ductos que contribuem para infiltração de água e dispersão dos gases (Bennie, 1996). Cabe ressaltar ainda que a adubação verde com leguminosas propicia vários benefícios dentro do sistema produção como o de forragens, e existem inúmeras espécies utilizadas, de ciclo anual ou perene, servindo de cobertura do solo (Espíndola et al., 2005), que se encontram espontaneamente nas regiões tropicais e subtropicais e podem ser utilizadas para esses fins como as do gênero *Crotalárias*.

3.1.2 *Crotalária Juncea*

Originária da Índia e do Paquistão a *Crotalária* é considerada uma leguminosa de crescimento rápido, principalmente em condições de altas temperaturas, sendo uma excelente cultura para adubação verde. A *Crotalária* é uma leguminosa tropical a maioria de seu uso é com objetivo de cobertura ou adubação verde pelo benefício recebido ao solo. Ademais, Wang et al. (2003) destacam que a incorporação da palhada de *Crotalária* nos solos pobres em matéria orgânica, proporciona um aumento na tolerância das plantas aos nematoides parasitas.

Assim como a maioria das espécies de leguminosas a *Crotalária* é responsável pela fixação biológica de nitrogênio, além de produzir grandes quantidades de matéria seca com elevada concentração de nutrientes na parte aérea, possuem sistema radicular ramificado e profundo de rápida decomposição (Giacomini et al., 2003; Erasmo et al., 2004; Perin et al., 2007).

A *Crotalária juncea* apresenta características peculiares como ausência de rebrota, e baixa aceitabilidade pelos ruminantes quando fresca. O consumo dessa forragem fresca é restrito aos animais, mais quando é incluída na dieta de forma seca se torna bem aceita (Mosjidis et al., 2013).

3.1.3 Adubação com esterco ovino

Devido ao aumento dos custos com adubos e fertilizantes, a adubação orgânica tem sido tratada como uma alternativa para baratear os custos de produção, principalmente em regiões de baixa disponibilidade de nutrientes limitando a produtividade vegetal. Menezes et al. (2002) dizem que a utilização de esterco é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento desses nutrientes nos solos.

A utilização de esterco como fonte de adubação é bastante disseminada na produção de hortaliças em geral, mas também pode ser usado na adubação de plantas forrageiras. Ademais, o esterco animal é considerado um resíduo importante, sendo que seu principal nutriente é o nitrogênio. Sua composição química possui outros elementos, como o fósforo e o potássio (Santiago e Rossetto, 2015) que propiciam aportes ao sistema de produção como o de forragem. Ademais, essas respostas vão além do reflexo na produção de biomassa, podendo trazer benefícios também junto as características do valor nutritivos das plantas forrageiras como o sorgo.

Segundo Araújo Neto et al. (2014), ao fazerem avaliações de desenvolvimento de sorgo forrageiro submetido a adubação com esterco ovino e bovino (Tabela 1), com diferentes dosagens, perceberam diferenças nas variáveis número de folhas e altura de planta, ficando evidente uma melhor resposta das plantas quando adubadas com esterco ovino em comparação aquelas com esterco bovino, pois o esterco ovino apresenta uma maior concentração de nutrientes. A adubação com resíduos de animais, principalmente com esterco proporciona melhorar os atributos físicos e químicos do solo como também os constituintes nutricionais das plantas, incrementando maior produtividade (Noronha, 2000).

Tabela 1. Atributos químico do adubo orgânico.

	Esterco Bovino	Esterco Ovino
Nitrogênio Total (%)	0,32	2,21
Fósforo (%)	0,14	0,46
Potássio (%)	0,23	1,91
Cálcio (%)	0,31	2,51
Magnésio (%)	0,17	0,63
Matéria Orgânica Total (%)	31,22	67,68

Fonte: "Adaptado de Araújo Neto et al. (2014)."

3.2 Cultura do Sorgo

O Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) pertence à família Poaceae, tem sua origem na África, muito provavelmente chegou ao Brasil trazido na bagagem de escravos africanos. O sorgo tem se mostrado como uma boa opção em substituição

ao milho, principalmente nas regiões que apresentam clima semi-áridos, pois essa espécie forrageira tem sido bastante explorada na alimentação animal, devido a sua maior resistência ao veranico, maior produção por área e outro fator em relação a exigência de fertilidade do solo ser menor em comparação ao milho. Outra característica peculiar do sorgo é sua capacidade de rebrota após a colheita, o que possibilita produzir até cerca de 60% da produção de matéria seca do primeiro corte (Zago e Pozar, 1991).

Vários fatores são responsáveis pelo destaque da cultura do sorgo. Normalmente, a cultura apresenta de 85 a 90% do valor nutritivo do milho (Alvarenga, 1994). A forma de manejo do solo praticada vai apresentar influência no sistema radicular da planta de tal forma que vai favorecer o seu desenvolvimento, absorção de nutrientes e como consequência no crescimento e desenvolvimento da própria planta (Arf et al., 2002), podendo também refletir nos constituintes nutricionais.

Dentre as diversas espécies forrageiras utilizadas para produção seja de massa verde ou grãos, a cultura do sorgo é a que apresenta maior utilização no meio agrícola, em decorrência de suas características fenotípicas, aliada a facilidade de plantio, manejo, colheita, armazenamento e pela produção de grãos com alto valor nutritivo (Neumann et al., 2002).

Existem basicamente quatro espécies de sorgos (granífero, forrageiro, vassoura e sacarino), sendo que todas pertencem ao grupo fotossintético C4. As diferenças observadas entre elas são em relação a posição entre colmos, folhas e panículas, com diferentes produções de matéria seca, composição bromatológica e o valor nutritivo (Leite, 2006).

3.3 Características nutricionais das forrageiras para ruminantes

Os atributos do valor nutritivo de uma planta forrageira são constituídos com base na sua composição química e física, e a relação entre essas duas propriedades exerce influência em seu consumo. As forrageiras devem fornecer nutrientes, proteínas, minerais e vitaminas para um rápido desenvolvimento dos animais (Van Soest, 1994; Vieira et al., 1999). Vale ressaltar que o conhecimento dos constituintes nutritivos de uma forrageira é essencial para produção de ruminantes, pois possibilita adequar a dieta dos animais de acordo com a época do ano.

A nutrição e a alimentação de ruminantes são áreas do conhecimento que abordam diferentes informações técnicas e científicas, que promovem o desenvolvimento, cujo objetivo é nutrir adequadamente os animais. Nesse sentido recorrer aos estudos bromatológicos é de extremo saber e importância para conhecer os parâmetros de quantidade de nutrientes que o alimento é capaz de oferecer para satisfazer as necessidades nutricionais do animal. Os ruminantes são animais que possuem um sistema digestivo composto por diversas cavidades pré-gástricas povoado de microrganismo simbióticos, responsáveis pela degradação e absorção de nutrientes nas mais variedades de alimentos grosseiros e fibrosos por meio de um processo fermentativo (Salman et al., 2010).

Os atributos nutricionais de plantas forrageiras como os fibrosos e outros podem ser determinados em laboratório de nutrição animal utilizando diferentes metodologias e sistemas de análises proximais e de detergente. Assim, a composição química das forrageiras pode ser utilizada como indicador de qualidade das espécies forrageiras, embora tal composição é dependente de aspectos de natureza genética e ambiental. Em meio aos fatores nutricionais que vão interferir no desempenho animal, a composição químico-bromatológica dos ingredientes de uma dieta, como o consumo voluntário, as cinéticas de degradação e a digestibilidade de nutrientes são os que normalmente são citados como limitantes (Salman et al., 2010).

A estimativa do valor nutritivo das forrageiras é de muita importância, por permitir o manejo alimentar adequadas de dietas a base de volumosos. Plantas mais jovens tendem a apresentar maior teor de umidade por consequência a fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de sua constituição é menor em relação a plantas mais velhas (Rosa, 2019).

Nesse sentido, destaca-se alguns contextos em relação aos atributos do valor nutritivo podem refletir diretamente em resposta junto aos animais ruminantes como a redução no consumo de MS pelos animais tem relação direta com teores elevados de FDN, presente nas forrageiras resultando em um desempenho abaixo do que se espera no sistema de produção (Cruz, 1998). É importante ressaltar que o teor de FDN está relacionado a diversos fatores como ciclo da cultivar, temperaturas noturnas, teor de carboidratos solúveis, entre outros (Alvarez et al., 2006).

A fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) apresenta relação com a digestibilidade da forragem, devido a sua maior proporção de lignina, sendo ela a

porção indigestível da fibra, servindo de indicador para a quantidade de fibra que não é digestível (Cruz, 1998).

Os teores de FDN e FDA também se relacionam com idade da planta com tendência em aumento, principalmente da lignina (Muniz et al., 2022) comprometendo assim a degradação do material forrageiro. Ademais, ressalta-se que o teor de PB sofre variações de acordo com idade da planta, época do ano, condições climáticas, sistema de cultivo empregado e manejo (Euclides et al, 2009).

3.3.1 Composição químico-bromatológica

A caracterização químico-bromatológica de alimentos destinados a nutrição de ruminantes como as forrageiras são realizadas por metodologias como o sistema Weende que foi proposto por Henneberg em 1894 com base nos valores de investigação realizadas na Estação Experimental de Weende, na Alemanha. É utilizado na análise proximal para medir componentes como fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), matéria seca (MS) e nitrogênio total, sendo o extrato não-nitrogenado (ENN) calculado por diferença. Este sistema não pode ser utilizado para prever de forma mecanicista o crescimento microbiano, isso porque a FB não representa a fibra dietética, o extrato não nitrogenado (ENN) não representa acuradamente os carboidratos não-fibrosos e a proteína precisa ser descrita por frações relacionadas com as suas características de degradação ruminal, (Fox, 2003).

As análises de matéria seca podem ser submissas a qualquer alimento, desde aqueles extraídos de forma mais natural, até aqueles que passam pelo processo de industrialização, que consiste na retirada da água, presente em pequenas ou grandes proporções. A MS é toda fração do alimento excluída a água ou umidade natural, a obtenção é um dado de suma importância, principalmente em alimentos volumosos pois há uma grande variância de umidade. Na MS é que estão contidos os nutrientes (carboidratos, proteínas, gorduras, minerais e vitaminas) (Andrigueto et al., 1982).

A matéria mineral (MM) ou cinzas, recebe essa nomenclatura que expressa o resíduo obtido por aquecimento da amostra seca em temperatura próxima a 550 °C-570 °C. A partir das cinzas pode-se apontar os teores de minerais como Cálcio e Fósforo a partir da calcinação e preparo de soluções minerais para determinação dos elementos separadamente por leitura no espectrofotômetro de absorção atômica (Silva e Queiroz, 2002).

Para a determinação de EE, nas maiorias das vezes é feita através extração com solventes como, por exemplo, o éter em aparelho do tipo Soxhlet, seguida da remoção por evaporação ou destilação do solvente empregado. Os resíduos resultantes não são constituídos apenas de lipídeos, mas por outros compostos, que possam ser extraídos pelo solvente, (Zenebon et al., 2008).

Os métodos para determinar a proteína bruta (PB) são realizados de forma indireta e a partir do valor de nitrogênio total (N), que se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação. Após determinar o N, o teor de PB é estimado multiplicando-se pelo fator de conversão de 6,25, considerando-se que a proporção de N nas proteínas das plantas é igual a 16% (Campos et al., 2004).

O método Van Soest proposto em 1965 leva em consideração que todos os constituintes das plantas podem ser divididos em conteúdo celular (lipídios, compostos nitrogenados, gorduras, amido e outros compostos solúveis em água) e parede celular (proteína insolúvel, hemicelulose, celulose e lignina). O principal diferencial em relação ao método de Weende é com relação à análise de fibra (Van Soest et al., 1991).

Para realizar as análises de FDN, o método Van Soest consiste em separar o conteúdo celular da parede celular, isto ocorre após o aquecimento de parte da amostra em solução de detergente neutro. Todo o conteúdo celular solubiliza-se no detergente, enquanto o da parede não, podendo ser separada através da filtragem. As frações resultantes são classificadas como solúveis em detergente neutro e são constituídas por proteína, nitrogênio não proteico (NNP), lipídeos, pigmentos, açúcares, ácidos orgânicos e pectina, e FDN, constituída basicamente por celulose, N ligado à fibra, hemicelulose e lignina. O método Van Soest para as análises de FDA, utiliza a solução de detergente ácido, provocando a solubilização da hemicelulose, e a lignina ligada à celulose (lignocelulose) que é separada por filtragem. As duas frações constituintes são denominadas, respectivamente, de solúveis em detergente ácido e FDA (Van Soest, 1994).

Outro constituinte estrutural é a lignina e sua determinação é bastante útil pois possibilita estimar a digestão da fibra. Enfatiza-se que a lignina presente nas gramíneas é responsável por inibir acentuadamente a digestão da forragem (Mowat et al., 1969).

Cabe enfatizar que para o melhor entendimento dos constituintes nutricionais de alimentos destinados a nutrição de ruminantes como as forrageiras, existem avaliações que caracterizam bem esses componentes como o fracionamento dos carboidratos.

3.3.2 Fracionamento dos carboidratos

O conhecimento quanto a digestibilidade dos nutrientes que fazem parte da dieta de ruminantes é de grande importância na produção animal (Pereira et al., 2010). E o fracionamento possibilita um entendimento não só ao aproveitamento dos animais como também para as plantas. Segundo Silva e Queiroz (2005) o total de carboidrato não estrutural é uma estimativa de energia prontamente disponível para a planta.

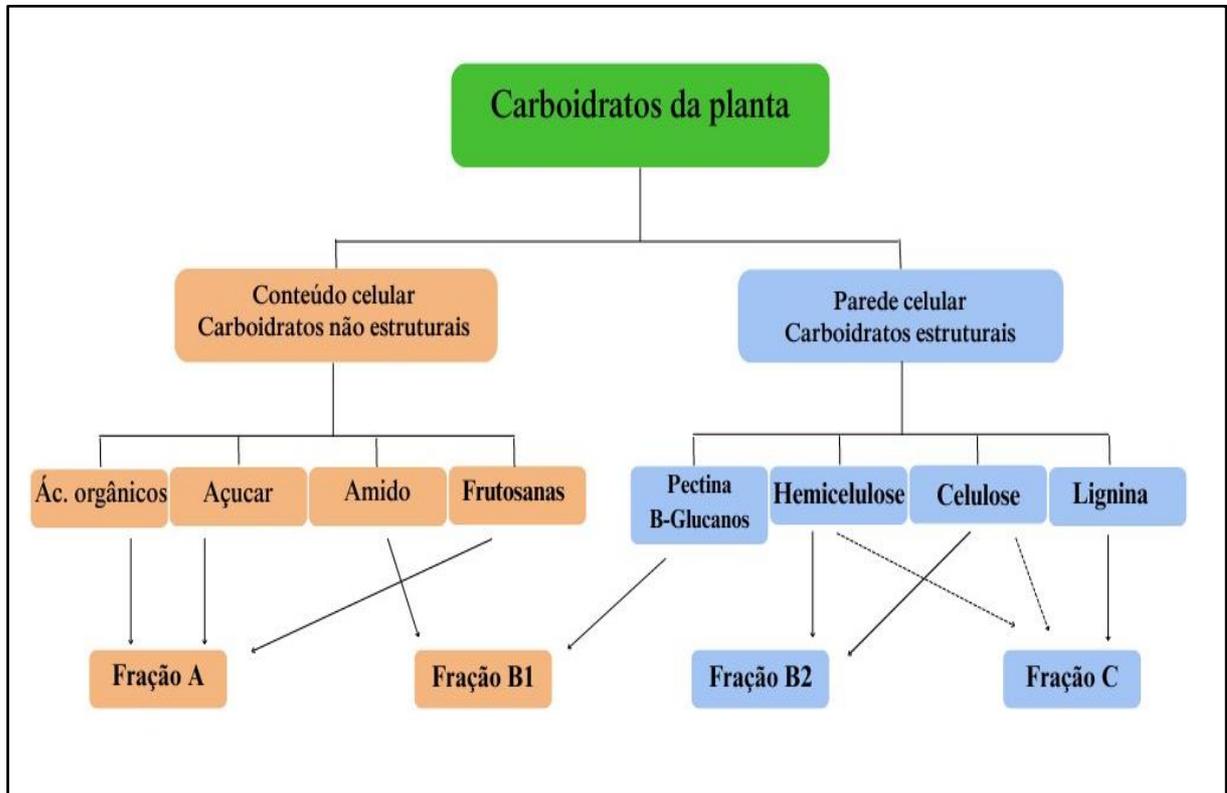
De acordo com o sistema CNPCS, os carboidratos totais são classificados em quatro frações (Figura 1) e consigo a taxa de degradação ruminal. A fração A é composta de açúcares solúveis prontamente degradados. A fração B1 é compreendida pelos carboidratos não fibrosos (amido e pectina), que apresenta fermentação intermediária. A fração B2 é formada por um conjunto de carboidratos fibrosos, celulose e hemicelulose com taxa de degradação lenta. Na fração C estão presentes os componentes fibrosos biodegradáveis, aderidos na parede celular no qual são compostos principalmente por lignina, (Sniffen et al., 1992).

Os carboidratos são considerados como principais constituintes das plantas forrageiras correspondendo a cerca de 50 a 80% da matéria seca das forrageiras se classificam em (a) açúcares simples e seus conjugados ativos no metabolismo intermediário das plantas; (b) compostos de reserva ou armazenamento (amido, sacarose e frutanas); e (c) polissacarídeos estruturais, principalmente pectinas, hemiceluloses e celulose. As características dos carboidratos dependem de alguns fatores como as ligações entre os açúcares que os compõem além de outros fatores físico-químicos (Van Soest, 1994).

A composição química dentre outras características, como física e cinética presente nos carboidratos, apresentam influência no consumo e digestão do alimento, garantido estabelecer a melhor dieta para um melhor desempenho animal, (Mertens, 1992). Os carboidratos são classificados como estruturais, estes presentes na parede celular, e não estruturais presentes no meio celular juntamente com outros compostos.

Se consideramos os termos nutricionais, a forma de classificá-los seriam fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF), que tem por base características nutritivas (Sniffen et al., 1992).

Figura 1- Fracionamento dos carboidratos



Fonte: Millen (2021).

4 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado nas dependências do Centro de Ciência Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) situado no Município de Araguaína – TO. No estudo procedeu-se com avaliações de atributos do valor nutritivo em amostras de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) variedade Ponta negra, destinado a alimentação de ruminantes e que foi cultivado em área experimental do CCA/UFNT.

A área total utilizada no experimento foi de 510,60 m² e foi dividida em 16 parcelas de 24 m² cada, espaçadas uma das outras por um 1 metro. O experimento teve duração de 10 meses, foi iniciado em setembro de 2021 e finalizado em junho de 2022.

Os tratamentos foram constituídos pela adubação verde, utilizando a espécie *Crotalaria Juncea*, adubação com esterco de ovino e *Crotalaria Juncea* + esterco de ovino, como fontes de adubação orgânica e a testemunha sem fornecimento de adubação orgânica.

Para a alocação do tratamento com o esterco curtido de ovino, foram depositados 58 kg desse material em cada parcela destinada ao tratamento e distribuído a lanço, uniformemente por toda a área da parcela e incorporado no solo. Esse material foi obtido em uma propriedade vizinha ao CCA/UFNT, já em estado de curtido e foi transportado para a área do experimento.

Para o tratamento com o uso da espécie de *Crotalaria Juncea*, foi realizada a semeadura manual, com espaçamento entre linhas de 0,80 m e 0,30 m entre covas. Aproximadamente 90 dias após o plantio, foi realizado o corte e incorporação da crotalaria, quando esta estava no início da fase de floração (mais de 50% da área se encontrava nessa condição). Após um período de descanso de nove dias da crotalaria no solo, procedeu-se com a semeadura da cultura do sorgo.

Para a alocação do terceiro tratamento (*Crotalaria Juncea* + esterco ovino) os métodos de plantio/incorporação da planta e distribuição do esterco foram os mesmos usados nos tratamentos anteriores.

Após a alocação de todos os tratamentos, foi feita a semeadura do sorgo cv. Ponta Negra em linhas espaçadas a 0,80 m de distância. Foi realizado o controle populacional das plantas, por meio do desbaste, ficando uma quantidade de 10-12 plantas por metro linear em cada linha. A colheita da cultura foi feita manualmente 88 dias após o plantio e para as avaliações das características agrônômicas, foram consideradas as plantas das três linhas centrais, sendo que as duas linhas externas e 1,0 m da extremidade de cada linha constituíram as bordaduras. Da quantidade colhida, foram separadas subamostras de 12 plantas de cada tratamento e repetições, nas quais foi feita a separação em folhas, colmos, material morto e panículas.

O material forrageiro proveniente do corte foi seco a temperatura de 55°C em estufa de ventilação forçada até atingir peso constante, acondicionado em saco de papel identificados conforme os tratamentos, e moído em moinho tipo Willey com 5 e 1 mm de abertura da malha da peneira, acondicionados em recipientes apropriados e

identificados para análises posteriores no laboratório de nutrição animal do CCA/UFNT.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela adubação verde, utilizando a espécie *Crotalaria juncea*; adubação com esterco curtido de ovino + *Crotalaria juncea*, adubação com esterco curtido de ovino e a testemunha sem fornecimento de adubação verde.

A composição químico-bromatológica da planta inteira foi avaliada quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), segundo metodologia sugerida por Silva e Queiroz (2002), e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDN_{cp}), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) segundo a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Os teores de celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) também foram obtidos segundo esses mesmos autores. Os valores de carboidratos totais (CHOT) e não fibrosos (CNF) resultaram das expressões $CHOT (\%MS) = [100 - (\%PB + \%EE + \%MM)]$ e $CNF (\%MS) = [100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDN_{cp})]$, respectivamente, conforme Sniffen et al. (1992). As determinações do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) resultaram da metodologia descrita por Licitra et al. (1996).

As frações dos carboidratos foram calculadas conforme metodologia descrita pelo programa de Cornell (CNCPS) (Sniffen et al., 1992). As frações dos CHOT foram obtidas pelas equações: $C = \{[100 \times FDN (\%MS) \times 0,01 \times LIGNINA (\%FDN_{cp}) \times 2,4] / CHOT (\%MS)\}$, $B_2 = \{100 \times [FDN_c (\%MS) - PIDN (\%PB) \times 0,01 \times PB (\%MS)] - [FDN_{cp} (\%MS) \times 0,01 \times LIGNINA (\%FDN_{cp}) \times 2,4] / CHOT (\%MS)\}$ compondo a fração B₂ e as frações de carboidratos com elevadas taxas de degradação ruminal (A + B₁) foram determinadas pela diferença entre 100 – (fração C + B₂) segundo Sniffen et al. (1992). Os dados experimentais foram processados em programa estatístico “SISVAR” e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSÕES

Na Tabela 2 estão os valores da composição química-bromatológica da Planta inteira (PI), de Sorgo submetida a adubação orgânica. Nota-se que os teores de MS no tratamento com esterco ovino foram 9,35% menor ($P < 0,05$) em relação a testemunha. Segundo Van Soest (1994) é fundamental a determinação do valor nutritivo de um alimento volumoso, com o propósito de identificar sua contribuição energética, a fim de atender as necessidades diárias do animal. Este mesmo autor menciona que 70% do valor nutritivo de uma forrageira tem relação ao seu consumo e 30% a digestibilidade.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica (%MS) da planta inteira (PI) da cultura do sorgo submetida a fontes de adubação orgânica.

*	Tratamento				CV%
	Crotalária	Esterco ovino	Crotalária + Esterco ovino	Testemunha	
S	29,48 ^{ab}	28,12 ^b	28,89 ^{ab}	31,02 ^b	3,57
PB	8,48 ^a	6,93 ^c	7,58 ^b	8,67 ^a	2,32
MM	3,78 ^a	4,11 ^a	4,41 ^a	2,77 ^b	11,88
EE	3,26 ^a	3,20 ^a	3,21 ^a	3,18 ^a	1,95
MO	96,22 ^b	95,90 ^b	95,60 ^b	97,22 ^a	0,47
CHOT	84,95 ^a	85,06 ^a	85,39 ^a	85,03 ^a	0,52
CNF	20,86 ^c	26,11 ^a	21,30 ^c	24,21 ^b	1,89
FDN	64,09 ^a	58,95 ^c	64,08 ^a	60,82 ^b	0,14
FDNcp	60,74 ^a	56,11 ^c	60,78 ^a	58,31 ^b	0,26
FDA	31,67 ^b	31,62 ^b	33,79 ^a	31,05 ^c	0,45
HEM	32,43 ^a	27,33 ^d	30,28 ^b	29,77 ^c	0,59
CEL	27,62 ^c	27,99 ^b	29,37 ^a	27,33 ^d	0,29
LIG	2,93 ^c	3,07 ^{bc}	3,37 ^a	3,16 ^{ab}	3,26
NIDN	0,36 ^a	0,36 ^a	0,36 ^a	0,31 ^b	0,99
NIDA	0,29 ^b	0,29 ^b	0,30 ^a	0,26 ^b	1,02

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. *Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), carboidrato total (CHOT), carboidrato não fibroso (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), hemicelulose (HEM), Celulose (CEL), lignina (LIG), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).

Os teores de PB dos tratamentos crotalária e testemunha apresentaram maior valor ($P < 0,05$) em relação as adubações com esterco ovino. No entanto, cabe ressaltar que esse resultado pode se dar em função do N fixado pela leguminosa, que é absorvido pela planta para seu crescimento e desenvolvimento. Ademais, enfatiza-se que essa maior porcentagem de PB na testemunha pode ser reflexo da maior relação folha/colmo presente no material, pois ele foi retirado do campo no estágio de desenvolvimento de enchimento de grão. Segundo Silva (2022), este fato está relacionado a uma serie de eventos como plantas de menor altura, estresse hidrico falta de materia orgânica no solo para o fornecimento de nutrientes e diminuir a temperatura. Além do mais este mesmo autor destaca que o melhor desempenho da testemunha pode ser reflexo do carreamento do esterco ovino, que devido à declividade da área pode ter sido transferido para parcelas correspondentes a este tratamento.

A MM foi maior 48,01% para média dos tratamentos em relação a testemunha ($P < 0,05$), devido não haver incorporação de minerais. Na MO, a média dos tratamentos com base no fornecimento de adubação orgânica foi 2,08% menor ($P < 0,05$) que a testemunha. Quanto aos teores de EE e CHOT não houve diferença ($P > 0,05$), sendo suas respectivas médias de 3,21 e 85,11% da MS. O CNF diferiu entre os tratamentos, em que a adubação com esterco ovino apresentou maior valor ($P < 0,05$) que os demais tratamentos.

Ressalta-se que os tratamentos que utilizaram crotalária como adubo foram os que apresentaram menor valor de carboidratos não fibrosos (CNF) indicando menor quantidade de açucares disponíveis para microbiota do rúmen. O teor de FDN no sorgo adubado com o esterco ovino apresentou menor valor, diferindo dos demais tratamentos. A FDNcp acompanha o mesmo comportamento da FDN, com a adubação com esterco ovino diferindo-se dos demais tratamentos.

A FDA diferiu-se significativamente entre os tratamentos e apresentou maior valor para adubação com crotalária + esterco ovino ($p < 0,05$). Com isso, nos parâmetros de hemicelulose houve diferenças significativas, no qual a crotalária foi 10,18% maior que a média dos demais tratamentos. Na lignina houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos sendo maior valor para crotalária + esterco ovino e menor para crotalária e esterco ovino, em relação a testemunha. O NIDN não apresentou diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos com crotalária, esterco ovino e

crotalária + esterco ovino, que apresentou maior porcentagem para testemunha. Neste caso, os tratamentos que usaram a adubação orgânica foram 16,13% maior do que a testemunha. O NIDA apresentou diferença entre os tratamentos, sendo que a crotalária + esterco ovino diferiu dos demais tratamentos ($P < 0,05$), que foram iguais a testemunha.

Os valores de PB na PI são considerados ideais para os tratamentos utilizando crotalária, crotalária + esterco ovino e testemunha, ficando baixo para o esterco ovino, quando comparado com dados da literatura obtidos por Gontijo Neto et al. (2002). Este fato está relacionado a menor deposição de N no solo, que se correlaciona com a porcentagem de PB.

Para a fração folha do sorgo (Tabela 3), os teores de PB resultaram em não limitantes para os microrganismos ruminais, sendo que a adubação com crotalária apresentou valores semelhantes a testemunha, e maior ($P < 0,05$) 6,14% dos demais tratamentos. O maior teor de PB utilizando crotalária como fonte de adubo em consorcio com a cultura do milho se mostrou mais eficiente do que outras fontes de adubação verde, e com esterco, em trabalho com forrageira realizado por Dias et al. (2005).

O teor de MO mostrou maior valor para adubação crotalária + esterco ovino e menor para os demais tratamentos, o que já foi ao contrário com os teores de MM para crotalária, esterco ovino e testemunha. O teor de CNF para crotalária + esterco ovino foi 9,06% menor em comparação a média dos demais tratamentos, sendo a que a maior porcentagem de CNF está presente no tratamento com crotalária. O EE apresentou média de 2,77% menor para os tratamentos com adubação orgânica, em relação a testemunha. A FDN diferiu entre os tratamentos e demonstrou maior teor ($P < 0,05$) para crotalária + esterco ovino. O mesmo acontece para a FDNcp. Ademais verificou-se que os valores de FDN estão abaixo de 70% para a folha que é o valor limitante de consumo de matéria seca (Mertens, 1994).

Tabela 3. Composição químico-bromatológica (%MS) da folha de sorgo submetida a fontes de adubação orgânica.

*	Tratamento				
	Crotalária	Esterco ovino	Crotalária + esterco ovino	Testemunha	CV%
MS	31,71 ^{ab}	32,00 ^{ab}	31,49 ^b	33,01 ^a	1,97
PB	9,28 ^a	8,68 ^b	8,74 ^b	9,06 ^a	1,40
MM	3,87 ^{ab}	4,71 ^a	3,64 ^b	3,92 ^{ab}	11,53
EE	3,15 ^b	3,16 ^b	3,17 ^b	3,25 ^a	0,95
MO	96,13 ^{ab}	95,29 ^b	96,37 ^a	96,08 ^{ab}	0,48
CHOT	84,06 ^a	83,55 ^a	83,91 ^a	83,87 ^a	0,57
CNF	22,77 ^a	21,10 ^b	20,30 ^b	22,54 ^a	2,54
FDN	61,29 ^c	62,45 ^b	63,60 ^a	61,33 ^c	0,25
FDNcp	58,57 ^c	59,04 ^b	60,20 ^a	58,69 ^{bc}	0,32
FDA	32,17 ^d	33,08 ^b	33,53 ^a	32,53 ^c	0,32
HEM	29,12 ^{bc}	29,37 ^b	30,07 ^a	28,80 ^c	0,58
CEL	30,68 ^a	29,90 ^b	29,87 ^b	30,85 ^a	0,35
LIG	0,90 ^d	2,04 ^b	2,59 ^a	1,30 ^c	10,75
NIDN	0,34 ^c	0,36 ^b	0,38 ^a	0,36 ^b	0,80
NIDA	0,24 ^b	0,25 ^a	0,25 ^a	0,22 ^c	1,74

Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. *Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), carboidrato total (CHOT), carboidrato não fibroso (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), hemicelulose (HEM), Celulose (CEL), lignina (LIG), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).

Os valores de FDA também estão abaixo dos 45% que é limitante para digestibilidade, com o maior teor para crotalária + esterco ovino, que diferiu dos demais tratamentos. Assim como aconteceu na FDA, o teor de hemicelulose foi maior, 3,23% para crotalária + esterco ovino, em comparação a média dos demais tratamentos. Para lignina, que é um fator inibidor da digestão animal, houve diferença ($P < 0,05$) que resultou em menor teor para o tratamento com crotalária, e maior para esterco ovino, crotalária + esterco ovino e testemunha. Segundo Neumann et al.

(2005), os altos valores de lignina podem indicar baixa participação de panículas na matéria original, influenciando no valor nutritivo da planta. A porcentagem de celulose foi maior 2,27%, para a testemunha em comparação a média dos demais tratamentos.

Para os atributos de CHOT avaliados na folha (Tabela 3), não houve diferença entre os tratamentos, e a média dos resultados foi de 83,85%. O teor de NIDN foi maior ($P<0,05$) para a crotalária + esterco ovino, e menor para os respectivos tratamentos. Quanto ao NIDA presente na folha, a testemunha apresentou 13,63% a menos em comparação a média dos demais tratamentos. Segundo Van Soest (1994), a concentração de NIDA em forragens tem uma alta correlação negativa com a digestibilidade aparente da proteína.

Na Tabela 4 estão os dados do colmo da cultura do sorgo, que diferiram ($P<0,05$) para os teores de NIDN, cujo valor para crotalária + esterco ovino foi maior 13,51% em comparação a média dos respectivos tratamentos. Em relação ao NIDA, a média dos tratamentos crotalária e esterco ovino foi 7,41% menor que para adubação crotalária + esterco ovino e testemunha. Em relação a MS, a adubação crotalária + esterco ovino resultaram na menor ($P<0,05$) porcentagem de MS comparado aos demais tratamentos. A PB apresentou maior ($P<0,05$) teor para crotalária e menor para os demais tratamentos, tornando evidente que o uso de adubação com leguminosa, podem refletir em resultados satisfatórios, a fim de garantir qualidade da forragem.

Na MM, a média dos tratamentos diferiram entre si ($P<0,05$), sendo que a adubação com esterco ovino foi a que apresentou maior teor de MM. Na MO a adubação com crotalária foi 0,56% maior ($P<0,05$) em relação à média dos demais tratamentos e testemunha. É válido ressaltar que a MO influencia na quantidade de substâncias nutricionais presentes na planta. O teor de EE dos tratamentos foi 0,92% menor ($P<0,05$) em relação a testemunha. Os níveis de CHOT não diferiu entre os tratamentos e a média dos resultados foram 90,94%. O CNF foi maior para adubação com esterco ovino, e menor para os demais tratamentos. Segundo Zanine et al. (2007), o colmo da planta de sorgo é a principal fonte de CNF ou carboidratos solúveis, substrato mais importante que é utilizado pelas bactérias na produção de ácidos orgânicos (Ferreira et al., 2002).

Tabela 4. Composição químico-bromatológica (%MS) do colmo de sorgo submetido a fontes de adubação orgânica.

*	Tratamentos				
	Crotalária	Esterco ovino	Crotalária + esterco ovino	Testemunha	CV%
MS	25,23 ^a	23,19 ^c	22,12 ^c	24,58 ^{ab}	3,29
PB	3,61 ^a	3,25 ^b	3,48 ^{ab}	2,65 ^c	3,90
MM	2,17 ^c	3,11 ^a	2,72 ^{ab}	2,34 ^{cb}	8,21
EE	3,20 ^b	3,25 ^{ab}	3,23 ^{ab}	3,26 ^a	0,71
MO	97,83 ^a	96,89 ^c	97,29 ^{bc}	97,67 ^{ab}	0,22
CHOT	90,99 ^a	90,87 ^a	90,86 ^a	91,05 ^a	0,26
CNF	26,23 ^c	32,20 ^a	29,67 ^b	29,45 ^b	0,80
FDN	74,76 ^a	58,67 ^d	61,19 ^c	61,59 ^b	0,13
FDNcp	62,35 ^a	55,84 ^d	57,95 ^c	58,93 ^b	0,47
FDA	29,85 ^a	29,92 ^a	29,99 ^a	29,51 ^b	0,33
HEM	34,91 ^a	29,75 ^d	31,20 ^c	32,09 ^b	0,34
CEL	25,80 ^a	25,69 ^{ab}	25,42 ^{ab}	25,25 ^b	0,80
LIG	3,47 ^a	3,63 ^a	3,62 ^a	3,48 ^a	4,55
NIDN	0,29 ^b	0,36 ^a	0,37 ^a	0,30 ^b	2,09
NIDA	0,25 ^b	0,25 ^b	0,27 ^a	0,27 ^a	1,81

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey. *Matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), carboidrato total (CHOT), carboidrato não fibroso (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), hemicelulose (HEM), Celulose (CEL), lignina (LIG), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA).

O teor de FDN presente na parte estrutural foi menor para adubação com esterco ovino, e maior para crotalária e crotalária + esterco ovino e o mesmo acontece para o resultado de FDNcp observados nos tratamentos. Cabe enfatizar que um alimento pode ser superior a outro no teor de energia, mesmo com alta concentração de FDN, em função das diferentes proporções de celulose, hemicelulose e lignina (Medeiros et al., 2015). A FDA não diferiu entre os tratamentos que utilizaram adubação orgânica, sendo que o teor de FDA para testemunha foi 1,37% menor em comparação aos demais tratamentos, altos valores de FDA podem acarretar

dificuldades no processo de fragmentação e digestão do alimento por bactérias ruminais (Gonçalves et al., 2010).

A hemicelulose mostrou maior teor para adubação com crotalária, e menor para os respectivos tratamentos. O teor de celulose foi de 25,63% para média dos tratamentos com adubação orgânica, e 1,48% maior ($P>0,05$) que a testemunha. Em relação a lignina não houve diferenças entre os tratamentos e testemunha, sendo que suas respectivas medias foi de 3,55%.

A Tabela 5 ilustra as frações dos carboidratos. Nota-se que na planta inteira a fração A+B₁ foi menor ($P<0,05$) que as demais para adubação com crotalária, que resultou em maior teor para fração B₂, e menor para fração C em relação aos respectivos tratamentos. Foi observado maior teor de fração C para crotalária + esterco ovino, que vai de encontro a maior porcentagem de lignina presente neste tratamento. A diferença de valores encontrada entre os tratamentos para essa fração relaciona-se com os teores de lignina contidos nessas plantas. É valido ressaltar que essa variação pode acarretar diferenças importantes uma vez que a fração C está relacionada a maior ou menor digestibilidade de carboidratos fibrosos (Van Soest, 1994). Altos teores de fração C é prejudicial para microbiota do rúmen, tornando essa porção de carboidratos indegradável pelos microrganismos.

Na folha, a porcentagem de fração solúvel A+B₁ se mostrou maior ($P<0,05$) para crotalária e testemunha, bem como na fração B₂, e menor para fração C em relação aos respectivos tratamentos. As frações A+B₁ do colmo diferiram ($P<0,05$) entre os tratamentos, sendo que a adubação com esterco ovino apresentou maior teor para fração A+B₁ e menor para fração B₂, em relação a fração C não houve diferença entre os tratamentos com adubação orgânica, e testemunha. Vale ressaltar que os valores encontrados da fração C estão bem altos comparados aos da folha, tendo em vista que valores muitos altos dessa fração podem acarretar consequências indesejáveis, pois a fração C reflete efeito na repleção ruminal, causando menor disponibilidade energética, por apresentar característica de indigestibilidade, durante sua permanência no trato gastrintestinal, resultando em um menor consumo por unidade de tempo (Van Soest, 1994).

Tabela 5. Frações de carboidratos (% CHOT) do sorgo submetido a fontes de adubação orgânica.

Frações da Planta Inteira			
Tratamento	A+B ₁	B ₂	C
Crotalária	28,50 ^C	63,23 ^A	8,26 ^B
Esterco ovino	34,03 ^A	57,33 ^D	8,65 ^B
Esterco ovino + Crotalária	28,81 ^C	61,72 ^B	9,47 ^A
Testemunha	31,43 ^B	59,66 ^C	8,92 ^{AB}
Frações da Folha			
Tratamento	A+B ₁	B ₂	C
Crotalária	30,32 ^A	67,13 ^A	2,56 ^C
Esterco ovino	29,03 ^{AB}	64,83 ^{BC}	5,84 ^B
Esterco ovino + Crotalária	28,25 ^B	64,33 ^C	7,42 ^A
Testemunha	30,02 ^A	66,26 ^{AB}	3,72 ^C
Frações do Colmo			
Tratamento	A+B ₁	B ₂	C
Crotalária	31,47 ^D	59,37 ^A	9,16 ^A
Esterco ovino	38,55 ^A	51,86 ^D	9,59 ^A
Esterco ovino + Crotalária	36,22 ^B	54,22 ^C	9,56 ^A
Testemunha	35,27 ^C	55,56 ^B	9,17 ^A

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas nas colunas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Os resultados evidenciados na fração A+B₁ resulta em maior disponibilidade energética para a população microbiana do rúmen sob a forma de CNF. Sá et al. (2010), ao avaliarem a porcentagem das frações A+B₁ em gramíneas forrageiras apresentaram valores entre 16,5 e 25,5% dos CT, no presente experimento foram encontrados valores acima do mencionado. O amido presente nos grãos de sorgo pode ter contribuído para maior presença dessa fração. Quanto a caracterização dos carboidratos não estruturais como o somatório de A e B₁, seus resultados podem implicar em melhor adequação energética ruminal, visto que alimentos com elevados teores dessas frações são boas fontes de energia para crescimento de microrganismo ruminais (Valadares Filho et al., 2000). Cabe ressaltar que nas primeiras etapas de digestão ruminal, a fração conjunta A+B₁ de carboidratos é a grande responsável pela proporção dos gases produzidos (Pell et al., 1994). Em relação a fração potencialmente degradável B₂ que apresenta taxa de degradação variável e mais lenta

comparada a B₁, está relacionada ao teor de fibra. Enfatiza-se que alimentos volumosos com altos teores de FDN possuem maior proporção da fração B₂, e que por fornecer energia mais lentamente no rúmen, pode afetar a eficiência da síntese microbiana e o desempenho do animal (Malafaia et al., 1998).

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados dos tratamentos, é possível constatar o potencial dos atributos nutricionais do Sorgo submetido a adubação orgânica com Crotalária e esterco de ovino curtido, sendo a adubação com Crotalária a que mais se destacou entre os tratamentos nos constituintes nutricionais para o uso na nutrição de ruminantes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da adubação orgânica além de melhorar os atributos nutricionais do Sorgo, foi uma alternativa de baixo investimento, por não utilizar fertilizantes sintéticos, favorecendo a sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, F.A. As vantagens da adubação verde. **Brasília: Embrapa Hortaliças**, 2009.
- ALVAREZ, C. G. D.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 409-414, 2006.
- ALTIERI, M. A. **Agroecology: the science of sustainable agriculture**. ed. 2. 1995.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012. 400p.
- ALVARENGA, M. C. V. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo (*Sorghum vulgare Pers*) em três momentos de corte e dois tamanhos de partículas, em carneiros**. Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1993.
- ARAÚJO NETO, R. A. *et al.* Desenvolvimento do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) forrageiro submetido a diferentes tipos e doses de adubação orgânica. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 12, n. 1, p. 31-40, nov. 2014. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/1278>> Acesso em: 27 jul. 2023.
- <<https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/26889>> Acesso em: 27 jun. 2023.
- ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal - os Alimentos**, Vol. I, São Paulo: Nobel, 1982. p385.
- ARF, Orivaldo *et al.* Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agrícola**, v. 59, p. 321-326, 2002.
- BENNIE, A.T.P. Growth and mechanical impedance. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.;1996.
- KAFKAFI, U. (Eds.). **Plant roots**. 2. ed., New York: M. Dekker, 1996. p. 453-470.
- BORGES, S. Z. Adubação verde eleva a capacidade produtiva do solo. **Embrapa Available at: <https://www.embrapa.br/web/mobile/noticias/-/noticia/12479603/adubacaoverde-eleva-a-capacidade-produtiva-dosolo>**, 2016.
- CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, [2004]. 135 p.
- CORREA, M. L. P. *et al.* Interferência do feijão-de-porco na dinâmica de plantas espontâneas no cultivo do milho orgânico em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de agroecologia**, v. 9, n. 2, 2014.
- CRUZ, J. C. "Cultivares de milho para silagem." In: CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, 1998. p. 92-114., 1998.
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; QUEIROZ, R. M. Efeito da adubação verde nos teores de nutrientes e na produção de silagem mista de sorgo mais leguminosas. **Pág. Artículos Científicos**, p. 42, 2005.
- ERASMO, E. A. L. *et al.* Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, p. 337-342, 2004.

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 98-106, 2009.

ESPINDOLA, J. A. A. *et al.* **Adubação verde com leguminosas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005., 2005.

FERREIRA, R. P.; OLIVEIRA, J. S.; PEREIRA, A. V. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 883-889, 2002.

FONTANELI, R. S. **Produção de leite de vacas da raça holandesa em pastagens tropicais perenes no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. 2005.** 168 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FOX, D. G. *et al.* **Sistema de carboidratos e proteínas' líquidos' para a avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes (CNCPS Versão 5.0): documentação do modelo CNCPS**. Embrapa Gado de Leite, 2003.

GONTIJO NETO, M. M. *et al.* Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação: rendimento, proteína bruta e digestibilidade in vitro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1640-1647, 2002.

GONÇALVES, J. R. S. *et al.* Substituição do grão de milho pelo grão de milheto em dietas contendo silagem de milho ou silagem de capimelefante na alimentação de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 2032-2039, 2010.

GIACOMINI, S. J. *et al.* Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, n.2, p.325-334, 2003.

LAZZARI, F. M.; SOUZA, A. S. **Revolução Verde: impactos sobre os conhecimentos tradicionais**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, 2017.

LEITE, M.L.V. **Crescimento vegetativo do sorgo Sudão (*Sorghumsundanense* (Piper) stapf) em função da disponibilidade de água no solo e fontes de fósforo. 2006.** 2006. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)– Universidade Federal da Paraíba, Areia.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and technology**, v.57, n.4, p.347–358, 1996.

MALAFAIA, P. A. M. *et al.* Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 4, p. 790-796, 1998.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. **Carboidratos na nutrição de gado de corte**. 2015.

MENEZES, R. S. C. *et al.* Salcedo (2002), IH Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano. **Rio de Janeiro, AS-PTA**.

- MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. **Simpósio Internacional de Ruminantes**, v. 1, p. 01-32, 1992.
- MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. **Forage quality, evaluation, and utilization**, p. 450-493, 1994.
- MOSJIDIS, J. A. *et al.* Production of the sunn hemp cultivars 'AU Golden' and 'AU Durbin' developed by Auburn University. **Technical Rep**, v. 328, 2013.
- MOWAT, D. N.; KWAIN, M. L.; WINCH, J. E. Lignification, and in vitro cell wall digestibility of plant parts. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 49, n. 4, p. 499-504, 1969.
- MUNIZ, M. P. *et al.* Production, forage quality and cattle performance in Paiaguas palisadegrass and Tamani grasses in different forms of animal supplementation in crop-livestock integration. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, n. 3, p. 381-388, 2022.
- NASCIMENTO, K. S. **Efeito do tanino no desempenho e características de carcaça de bovinos não castrados terminados em confinamento**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia), UFG, Goiânia-GO, 2019. Acesso em 19 nov. 2023.
- NEUMANN, M. *et al.* Avaliação de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 302-312, 2002.
- NEUMANN, M. *et al.* Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 02, 2005.
- NORONHA, M. A. S. **Níveis de água disponível e doses de esterco bovino sobre o rendimento e qualidade do feijão-vagem**. 2000, 76f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2000.
- OSTERROHT, M. V. O que é uma adubação verde: princípios e ações. **Agroecologia Hoje**, v. 14, n. 1, p. 9-11, 2002.
- PACIULLO, D. S. C. *et al.* **Sward características do pasto e desempenho de novilhas em sistemas of dairy cows in organic grass-legume pastures shadead by tropical trees**. PubMed: Animal, v. 8, p. 1264-1271, 2014.
- PADOVAN, M. P. Agroecologia, agricultura familiar e o desenvolvimento local e regional sustentável. 2022.
- PELL, A. N. SCHOFIELD, P.; STONE, W. C. Rates of digestion of feeds measured in vitro with computers. **Cornell Nutrition Conference**. Proceedings. Cornell University, p. 74-81, 1994.
- PEREIRA, E. S. *et al.* Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1079-1093, 2010.
- PERIN, P. *et al.* Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agro tecnologia**, v.31, n.3, p.903-908, 2007.

PUGAS, A. S. et al. **Agroecologia e comercialização de alimentos: qual agrobiodiversidade e qual autonomia aos agricultores**. 2018.

RODRIGUES FILHO, O. et al. Produção e composição de quatro híbridos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench) submetidos a três doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.7, n.1, p.37-48, 2006.

ROSA, P. P. **Dinâmica Produtiva e Valor Nutritivo de Pennisetum purpureum (Schumach) cv. BRS Kurumi sob diferentes alturas pré e pós desfolha**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

SÁ, J. F. et al. Fracionamento de carboidratos e proteínas de gramíneas tropicais cortadas em três idades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 667-676, 2010.

SALMAN, A. K. D. et al. Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. 2010.

SANTIGO, A.D.; ROSSETTO, R. **Adubação Orgânica**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/canadeacucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html. Acesso em 15 out. 2023.

SERRA, L. S. et al. Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. **Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, v. 1, n. 4, p. 2-25, 2016.

SILVA, A. S. Produção de sorgo com adubação orgânica em sistema agroecológico. 2022.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, A. C.; QUEIROZ, D. J. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e bioquímicos**. UFV. 3ed. Viçosa, MG, 2005. 235p.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, 3562 – 3577, 1992.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L.; **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012.

TILMAN D. et al. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academic of Sciences**. v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.

VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.267.

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

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

VIEIRA, A. C. *et al.* Produção e valor nutritivo da grama bermuda Florakirk [*Cynodon dactylon* (L.) pers.] em diferentes idades de crescimento. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 1185-1191, 1999.

WANG, K. H.; MCSORLEY, R.; GALLAHER, R. N. Effect of *Crotalaria juncea* amendment on nematode communities in soil with different agricultural histories. **Journal of Nematology**. Lakeland, v. 35, n. 3, p. 294 – 301, 2003.

ZAGO, C. P.; POZAR, G. Época de corte de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e sua influência sobre a porcentagem de matéria seca e de panícula. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia**, v. 28, p. 61, 1991.

ZANINE, A. M. *et al.* Populações microbianas e componentes nutricionais nos órgãos do capim-tanzânia antes e após a ensilagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 143-150, 2007.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p.148-154. – 1ª Edição Digital.