



Degradabilidade ruminal de nutrientes de plantas forrageiras nativas da caatinga efetivamente selecionadas por ovinos

Ruminal degradability of nutrients from native caatinga forage plants effectively selected by sheep

Degradabilidad ruminal de nutrientes de plantas forrajeras nativas de caatinga seleccionadas eficazmente por ovejas

DOI: 10.55905/revconv.17n.10-023

Originals received: 08/23/2024

Acceptance for publication: 09/13/2024

Ney Jefferson Pereira Teixeira

Mestre em Zootecnia Tropical

Instituição: Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Endereço: Teresina - Piauí, Brasil

E-mail: neyjefferson.teixeira@gmail.com

Marcos Cláudio Pinheiro Rogério

Doutor em Ciência Animal

Instituição: Embrapa Caprinos e Ovinos

Endereço: Sobral - Ceará, Brasil

E-mail: marcos.claudio@embrapa.br

Arnaud Azevêdo Alves

Doutor em Zootecnia Tropical

Instituição: Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Endereço: Teresina - Piauí, Brasil

E-mail: arnaud@ufpi.edu.br

Miguel Arcanjo Moreira Filho

Doutor em Zootecnia Tropical

Instituição: Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Endereço: Bom Jesus - Piauí, Brasil

E-mail: marmoreirafilhoma@gmail.com

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de espécies forrageiras selecionadas por ovinos em área de Caatinga ao longo do ano. A pesquisa foi motivada pela necessidade de melhoria do manejo nutricional dos ovinos na região semiárida. Para isso, foram estimadas os parâmetros de degradação *in situ* e ajustadas os modelos de degradação para determinar degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) do MS, PB e FDN das espécies durante os períodos chuvoso, de transição e seco. As espécies selecionadas incluíram *Alternanthera brasiliana*, *Arachis dardani*



, *Cynodon dactylon* e *Stylosanthes humilis*, entre outras. Amostras foram incubadas no rúmen de ovinos fistulados por 6, 24, 48 e 96 horas. Os resultados apresentaram variações sazonais significativas na qualidade nutricional das forrageiras, influenciadas pelas condições climáticas da Caatinga. As frações solúvel (a), potencialmente degradável (b), bem como a taxa de degradação de b (c) apresentaram variações entre as espécies e períodos. No período chuvoso, a degradabilidade do MS e PB foi maior, com a DP do MS atingindo até 71% após 96 horas de incubação. As espécies *Arachis dardani* e *Wissadula rostrata* destacaram-se pela alta degradabilidade proteica, enquanto *Stylosanthes humilis* apresentou maior fração degradável de FDN (75,10%). O estudo conclui que a variação sazonal na degradabilidade das forrageiras da Caatinga tem implicações importantes para o manejo nutricional dos ovinos, com potencial superior às forragens tropicais, especialmente no período chuvoso. Recomenda-se a suplementação proteica no período seco.

Palavras-chave: degradação *in situ*, pequenos ruminantes, plantas nativas, valor nutritivo.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the ruminal degradability of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) of forage species selected by sheep in a Caatinga area throughout the year. The research was motivated by the need to improve the nutritional management of sheep in the semi-arid region. To this end, *in situ* degradation parameters were estimated and degradation models were adjusted to determine the potential degradability (PD) and effective degradability (ED) of DM, CP and NDF of the species during the rainy, transitional and dry periods. The species selected included *Alternanthera brasiliana*, *Arachis dardani*, *Cynodon dactylon* and *Stylosanthes humilis*, among others. Samples were incubated in the rumen of fistulated sheep for 6, 24, 48 and 96 hours. The results showed significant seasonal variations in the nutritional quality of the forages, influenced by the climatic conditions of the Caatinga. The soluble (a) and potentially degradable (b) fractions, as well as the degradation rate of b (c) showed variations between species and periods. In the rainy season, DM and CP degradability was higher, with DM DP reaching up to 71% after 96 hours of incubation. The species *Arachis dardani* and *Wissadula rostrata* stood out for their high protein degradability, while *Stylosanthes humilis* showed the highest degradable fraction of NDF (75.10%). The study concludes that the seasonal variation in the degradability of Caatinga forages has important implications for the nutritional management of sheep, with superior potential to tropical forages, especially in the rainy season. Protein supplementation in the dry season is recommended.

Keywords: *In situ* degradation, small ruminants, native plants, nutritional value.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la degradabilidad ruminal de la materia seca (MS), la proteína cruda (PB) y la fibra detergente neutra (FND) de especies forrajeras seleccionadas por ovinos en el área de Caatinga durante todo el año. La investigación fue motivada por la necesidad de mejorar el manejo nutricional de los ovinos en la región semiárida. Para esto, se estimaron parámetros de degradación *in situ* y se ajustaron modelos de degradación para determinar la degradabilidad potencial (DP) y efectiva (DE) de la MS, PB y FDN de las especies durante los períodos lluvioso, de transición y seco. Las especies seleccionadas incluyeron *Alternanthera brasiliana*, *Arachis dardani*, *Cynodon dactylon* y *Stylosanthes humilis*, entre otras. Las muestras se incubaron en el rumen de ovejas fistuladas durante 6, 24, 48 y 96 horas. Los resultados



mostraron variaciones estacionales significativas en la calidad nutricional de los forrajes, influenciadas por las condiciones climáticas de la Caatinga. Las fracciones solubles (a), potencialmente degradables (b), así como la tasa de degradación de b (c) mostraron variaciones entre especies y períodos. En la época de lluvias, la degradabilidad de MS y CP fue mayor, alcanzando el DP de MS hasta 71% después de 96 horas de incubación. Las especies *Arachis dardani* y *Wissadula rostrata* se destacaron por su alta degradabilidad de proteínas, mientras que *Stylosanthes humilis* presentó una mayor fracción degradable de FDN (75,10%). El estudio concluye que la variación estacional en la degradabilidad de los forrajes de Caatinga tiene implicaciones importantes para el manejo nutricional de los ovinos, con mayor potencial que los forrajes tropicales, especialmente en la época de lluvias. Se recomienda la suplementación con proteínas durante el período seco.

Palabras clave: degradación *in situ*, pequeños rumiantes, plantas nativas, valor nutricional.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga, bioma localizado no Semiárido nordestino brasileiro, apresenta uma notável diversidade botânica adaptada às condições áridas da região. Segundo dados da Embrapa, sua vegetação é constituída por espécies herbáceas anuais, lenhosas arbustivas e arbóreas, com significativo potencial forrageiro. Este potencial é particularmente relevante para a alimentação de caprinos e ovinos, sendo que aproximadamente 90% das espécies vegetais são viáveis para o consumo desses animais (Gonzaga Neto *et al.*, 2001; Rogério *et al.*, 2020).

No entanto, a gestão adequada da Caatinga enfrenta desafios substanciais. Embora a seleção criteriosa das espécies vegetais seja essencial, a escassez de tecnologias específicas para manejo forrageiro e o desconhecimento sobre a capacidade de consumo dos animais em diferentes sistemas de pastejo têm contribuído para a degradação desse bioma crucial (Formiga *et al.*, 2012). O superpastejo, ou a pressão excessiva sobre as espécies vegetais, é identificado como um dos principais fatores de degradação (Giulietti *et al.*, 2004; Formiga *et al.*, 2012; Araújo Filho, 2013;).

Neste contexto, a técnica de "degradação *in situ*" emerge como uma ferramenta promissora para avaliar o valor nutricional das forragens, considerando a matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) (Silva *et al.*, 2011). Estas informações são vitais para uma gestão eficiente da Caatinga, prevenindo o superpastejo e a degradação das plantas. Ademais, a degradação *in situ* contribui para a conservação do solo e a redução da erosão



genética (Ben Salem, 2010), fornecendo dados fundamentais para embasar decisões administrativas sobre a vegetação, visando um uso sustentável do bioma.

Ao compreendermos as relações entre a digestão animal, a qualidade da forragem e a saúde do bioma, podemos direcionar investimentos em pesquisa, extensão rural e infraestrutura para promover uma pecuária mais sustentável e contribuir para a preservação da Caatinga.

O presente estudo teve como objetivo conhecer a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da forragem de espécies efetivamente selecionadas por ovinos em área de Caatinga ao longo do ano. A hipótese central é que o manejo sustentável da Caatinga, baseado na avaliação do valor nutritivo através da degradação *in situ*, possibilita uma exploração mais eficiente da vegetação ao longo do ano para ovinos. A aplicação desse conhecimento pode ser uma ferramenta valiosa para conservar a biodiversidade da Caatinga, melhorar a qualidade da forragem disponível e criar um ambiente favorável ao desenvolvimento dos rebanhos (Santos *et al.*, 2009; Ben Salem *et al.*, 2010).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Caatinga, bioma exclusivo do Brasil, ocupa cerca de 844 mil km² no Nordeste, sendo caracterizada por um clima semiárido com chuvas escassas e irregulares, que variam de 150 a 1300 mm por ano, e temperaturas médias entre 23 a 27°C (Souza, 2012). Apesar das condições climáticas adversas e dos solos rasos e pedregosos, a Caatinga possui uma cobertura adaptada, composta por árvores e arbustos caducifólios, além de mais de 1000 espécies catalogadas (Maciel, 2016). A Depressão Sertaneja, uma das principais áreas desse bioma, cobre cerca de 358.500 km² e é essencial para a criação de ovinos, sendo que cerca de 90% das espécies vegetais dessa região são consumidas por esses animais (Gonzaga Neto *et al.*, 200

Para otimizar o uso da vegetação da Caatinga como fonte de forragem, diversas técnicas de manejo são utilizadas, como o raleamento e o rebaixamento, que visam aumentar a disponibilidade de alimentos de maior valor nutritivo ao longo do ano (Silva *et al.*, 2011; Araújo Filho, 2013). Plantas como o sabiá e o marmeleiro são comumente manejadas para garantir uma alimentação adequada aos rebanhos (Carvalho, 2019; Pereira *et al.*, 2010). Essas práticas são essenciais para manter a produtividade dos animais, especialmente durante os períodos de escassez de forragem, como não



O manejo sustentável da Caatinga inclui o uso de técnicas como o enriquecimento com espécies exóticas adaptadas e a suplementação alimentar nos períodos de baixa oferta de forragem (Silva et al., 2017). Além disso, a identificação das espécies preferidas pelos ovinos e o monitoramento da dieta são estratégias fundamentais para evitar a manipulação do bioma e garantir as previsões da ovinocultura na região (Oliveira et al., 2015). Espécies de maior valor nutritivo, como os estilosantes e o sabiá, são frequentemente utilizadas nesse contexto (Araújo Filho, 2013; Mourão, 2018)

Por fim, o valor nutritivo das plantas da Caatinga varia conforme as condições climáticas e a disponibilidade de forragem, com alterações significativas na composição química e na digestibilidade dos nutrientes ao longo do ano (Formiga et al., 2012). A técnica *in situ*, que utiliza sacos de náilon no rúmen de animais fistulados, é amplamente empregada para avaliar a degradabilidade dos nutrientes e ajudar na formulação de dietas mais eficientes para ruminantes (Ørskov e McDonald, 1979). Essas análises são fundamentais para garantir uma nutrição equilibrada, especialmente em condições de pastoreio

3 METODOLOGIA

Os procedimentos adotados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil, de acordo com o Protocolo nº 009/2015.

3.1 ENSAIO DE DEGRADABILIDADE *IN SITU*

O experimento para avaliação da degradabilidade ruminal foi executado na Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil. Foram utilizados dois ovinos adultos da raça Morada Nova, machos, castrados, fistulados no rúmen e com peso vivo médio 40 kg, submetidos ao período de adaptação de 15 dias e 20 dias de incubação das amostras no rúmen. A dieta dos ovinos foi composta por 70% de volumoso (feno de capim-Tifton 85), 30% de concentrado (milho, farelo de soja, torta de algodão e calcário), e suplemento mineral e água à vontade.

As amostras da forragem das espécies vegetais foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, e moídas em moinho *Wiley* a partículas de 2,0 mm.



As amostras foram incubadas no rúmen dos ovinos por 6, 24, 48 e 96 h. Para cada amostra, o tempo zero foi incluído, tendo sido realizado todos os procedimentos, exceto a incubação. Em cada saquinho de *nylon*, com dimensões 15,0 x 5,0 cm e porosidade 0,25 μm , foram colocadas 3,0 g de amostra de forragem, visando obedecer a relação de 10 a 20 mg/cm^2 , de acordo com Nocek (1988).

Os saquinhos foram vedados com anéis e ligas de borracha, colocados em uma bolsa porosa contendo em seu interior uma âncora para evitar flutuação no *mat* ruminal. Após vedação, a bolsa foi fixada a uma linha de nylon, para possibilitar a ancoragem na região ventral do rúmen e a remoção após cada tempo de incubação. Foram incubados até 12 saquinhos por animal, com sacos em duplicata para os tempos 6h e 24h, e em triplicata para os tempos 48h e 96h. Sacos de cada amostra foram incubados nos dois animais.

Após retirada do rúmen, todos os saquinhos foram mergulhados em água gelada para cessar a fermentação e lavados em água corrente, para remoção do conteúdo ruminal, até que a água apresentasse aspecto límpido. Em seguida, foram secos em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas, e posteriormente pesados para estimativa da degradação dos constituintes da amostra. Depois, procedeu-se a moagem em peneira de 1mm para se realizar as análises químicas.

3.2 ANÁLISES QUÍMICAS

As análises da composição química das forragens antes e após incubação no rúmen foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil. As amostras foram moídas em moinho *Wiley* a partículas de 1,0 mm e foram determinados os teores de matéria seca (MS) (AOAC 934.01), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl (AOAC 920.87), de acordo com AOAC International (2012), e de fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com Van Soest *et al.* (1991) adaptado para autoclave (105°C/60 min) (Barbosa *et al.*, 2015) com o uso de sacos de TNT (Valente *et al.*, 2011).



3.3 OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS DE DEGRADAÇÃO E DA DEGRADAÇÃO POTENCIAL E EFETIVA

Os dados de degradação potencial (DP) da MS e PB em função do tempo de incubação (t) foram pela fórmula proposta por Ørskov e McDonald (1979), $DP = A - B * e^{-ct}$, sendo DP = % de degradação no tempo t ; A = fração solúvel (%); B = fração potencialmente degradável; c = taxa constante de degradação (%/hora).

Os parâmetros de degradação da FDN foram estimados pelo modelo de Mertens e Loftén (1980), $R_t = B.e^{-ct} + I$, sendo R_t = fração degradada no tempo t , e I = fração indegradável com padronização das frações, de acordo com Waldo *et al.* (1972).

A degradabilidade efetiva (DE) da MS e PB foi estimada considerando-se as taxas de passagem 2 e $5\%h^{-1}$ (Alderman e Cottrill, 1993), pela fórmula proposta por Ørskov e McDonald (1979): $DE = a + [(b*c)/(c + k)]$, sendo DE = degradabilidade efetiva (%); a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável; c = taxa de degradação da fração b ; k = taxa fracional de passagem (%/hora).

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, segundo o modelo estatístico:

$$y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

sendo:

y_{ij} = valor da variável dependente;

μ = média geral;

T_i = efeito do tempo de incubação (0h, 6h, 24h, 48h e 96h)

e_{ij} = efeito do erro aleatório residual.



A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio do *Software Statistical Analysis System* (SAS Institute, 2022), disponível em https://www.sas.com/en_us/software/on-demand-for-academics.html

Os dados de degradação da MS, PB e FDN foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, para verificação de atendimento aos pressupostos da normalidade e homoscedasticidade da variância, respectivamente.

As médias de degradação nos tempos de incubação foram submetidas à análise da variância pelo teste F, e as curvas de degradação da MS, PB e FDN das forragens avaliadas, foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos de regressão utilizando-se o procedimento “PROC REG”, o que permitiu a obtenção dos parâmetros analisados com significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS SELECIONADAS POR OVINOS EM ÁREA DA CAATINGA

A variabilidade observada nos teores de matéria seca (MS) entre as espécies forrageiras e os períodos do ano (Tabela 1) pode ser atribuída às diferenças nas características morfológicas e fisiológicas das plantas, bem como às variações nas condições ambientais, como disponibilidade hídrica e temperatura (Carvalho *et al.*, 2021). Essas informações são importantes para o planejamento do manejo de pastagens, uma vez que o teor de MS influencia diretamente o consumo voluntário e a eficiência de utilização dos nutrientes pelos animais (Mourão, 2018).

Os teores de proteína bruta (PB) apresentaram variações consideráveis entre as espécies forrageiras e os períodos do ano. Durante o período chuvoso e de transição, foram observados valores de PB superiores a 7%, considerado o mínimo necessário para atender às exigências de manutenção de ovinos em pastejo (Rogério *et al.*, 2017). No entanto, durante o período seco, apenas *Croton sonderianus* e *Piptadenia stipulacea* apresentaram teores de PB acima desse limite, indicando a necessidade de suplementação proteica para os animais nessa época do ano (Carvalho *et al.*, 2022).

Quanto à fibra em detergente neutro (FDN) e à fibra em detergente ácido (FDA), os resultados indicam uma ampla variação entre as espécies forrageiras e os períodos do ano. Esses



componentes da parede celular estão diretamente relacionados à digestibilidade e ao aproveitamento dos nutrientes pelos animais (Rogério *et al.*, 2020). Valores elevados de FDN e FDA podem limitar o consumo voluntário e a eficiência de utilização dos nutrientes, especialmente durante o período seco, quando as forragens tendem a apresentar maior grau de lignificação (Carvalho *et al.*, 2021).

O teor de lignina e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) também apresentou variações entre as espécies forrageiras e os períodos do ano. A lignina é um componente estrutural da parede celular que confere rigidez e resistência à degradação microbiana, limitando a digestibilidade das forragens (Mourão, 2018). Já o NIDA representa a fração do nitrogênio que está indisponível para os animais, devido à sua associação com a lignina e outros compostos de difícil degradação (Rogério *et al.*, 2017). Valores elevados de lignina e NIDA, especialmente durante o período seco, podem comprometer o aproveitamento dos nutrientes e o desempenho animal (Carvalho *et al.*, 2022).

4.2 PARÂMETROS DE DEGRADAÇÃO E DEGRADABILIDADE *IN SITU* DA MS, PB E FDN DAS ESPÉCIES FORRAGEIRAS SELECIONADAS POR OVINOS EM ÁREA DA CAATINGA

A fração solúvel (a) apresentou variações consideráveis entre as espécies e períodos, como observado para *Alternanthera brasiliensis*, que exibiu uma redução na fração solúvel do período chuvoso (38,76%) para o período de transição (25,30%), Tabela 2. Essa diminuição pode estar relacionada às mudanças na composição química da planta em resposta às alterações nas condições ambientais, como a redução da disponibilidade hídrica, conforme sugerido por Carvalho *et al.* (2021) ao estudar o efeito da sazonalidade no valor nutritivo da forragem nativa da Caatinga ingerida por ovelhas.

A fração potencialmente degradável (b) também foi variável, como observado para *Stylosanthes humilis*, que apresentou uma redução expressiva neste parâmetro do período chuvoso (72,18%) para o período de transição (46,86%). Essa redução pode ser atribuída ao avanço do estágio fenológico da planta, resultando em maior lignificação e menor proporção de componentes facilmente degradáveis, corroborando com os achados de Rogério *et al.* (2020) ao avaliar o potencial forrageiro da vegetação nativa da Caatinga para o pastejo de ovinos.



As taxas de degradação (c) variaram consideravelmente entre as espécies e períodos, como observado para *Alternanthera tenella Colla*, que apresentou um aumento significativo na taxa de degradação do período chuvoso (0,64%/h) para o período de transição (5,51%/h). Essa variação pode ter implicações importantes na disponibilidade de nutrientes para os microrganismos ruminais e, conseqüentemente, para o animal hospedeiro, conforme sugerido por Carvalho *et al.* (2022) ao estudar o efeito de suplementos alimentares estratégicos para ovinos pastejando na Caatinga.

A degradabilidade potencial (DP) e a degradabilidade efetiva (DE) também apresentaram variações significativas, com uma tendência de redução desses parâmetros do período chuvoso para os períodos de transição ou seco na maioria das espécies. Esse comportamento pode ser explicado pela redução na qualidade nutricional das forragens com o avanço da estação seca, devido ao aumento dos constituintes fibrosos e redução dos componentes mais facilmente degradáveis, conforme relatado por Rogério *et al.* (2020).

É importante ressaltar que algumas espécies, como *Piptadenia stipulacea*, mantiveram valores relativamente altos de degradabilidade mesmo no período seco, indicando seu potencial como recurso forrageiro em condições de menor disponibilidade hídrica. Esse tipo de informação é crucial para o desenvolvimento de estratégias de manejo de pastagens na Caatinga, conforme destacado por Rogério *et al.* (2020) ao discutir o potencial forrageiro da vegetação nativa da região para o pastejo de ovinos.

Os resultados obtidos nesta pesquisa reforçam a importância de se considerar a diversidade de espécies e a sazonalidade na avaliação do potencial forrageiro da Caatinga, conforme destacado por Giulietti *et al.* (2004) ao caracterizar a região como uma área de alta diversidade e endemismo.

As variações nos parâmetros de degradação e degradabilidade observadas neste estudo têm implicações práticas significativas para o manejo nutricional de ovinos na Caatinga. A identificação de espécies com maior degradabilidade em diferentes períodos do ano pode orientar a seleção de áreas de pastejo e o desenvolvimento de estratégias de suplementação mais eficientes, visando otimizar o desempenho animal e a utilização dos recursos forrageiros disponíveis. Esses resultados corroboram com as recomendações de Carvalho *et al.* (2022), que destacam a importância de considerar a sazonalidade e as características das espécies forrageiras no manejo nutricional de ovinos na região.



A variabilidade observada para a degradação da MS (Figura 1) pode estar relacionada a diferenças na composição química e estrutural das plantas, bem como a adaptações fisiológicas às condições ambientais da Caatinga, conforme sugerido por Silva *et al.* (2017) ao estudar a influência da sazonalidade na composição química de espécies forrageiras da Caatinga.

Alternanthera brasiliana se destacou com a maior degradação da MS no tempo de incubação de 6 horas, o que pode indicar uma maior proporção de compostos solúveis e rapidamente fermentáveis nesta espécie. Esta característica pode ser vantajosa para a nutrição dos ovinos, pois pode fornecer uma fonte rapidamente disponível de energia para os microrganismos ruminais, favorecendo a síntese de proteína microbiana, conforme destacado por Valente *et al.* (2013) ao estudar a relação entre a disponibilidade de energia e a eficiência de síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com forragens tropicais.

Por outro lado, *Aristida adscensionis* apresentou a menor degradação da MS entre todas as espécies avaliadas, o que pode estar relacionado a uma maior proporção de componentes fibrosos e de baixa digestibilidade, como a lignina. A baixa degradabilidade da MS desta espécie pode limitar a disponibilidade de energia para os microrganismos ruminais e, conseqüentemente, afetar a eficiência da fermentação ruminal e a síntese de proteína microbiana, conforme observado por Valente *et al.* (2013).

As leguminosas *Arachis dardani* e *Stylosanthes humilis* apresentaram degradações da MS superiores a 80% nos tempos de incubação de 48 e 96 horas, o que pode estar relacionado à sua menor proporção de componentes fibrosos e maior conteúdo de proteína em comparação com as gramíneas, conforme relatado por Oliveira. *et al.* (2016) ao estudar o papel das leguminosas na sustentabilidade de sistemas de produção animal em regiões semiáridas. A alta degradabilidade da MS destas espécies pode contribuir para o atendimento das exigências energéticas e proteicas dos microrganismos ruminais, favorecendo a síntese de proteína microbiana e o desempenho animal, corroborando com as recomendações de Araujo *et al.* (2019) ao estudar o uso de leguminosas em sistemas de produção de pequenos ruminantes em regiões semiáridas.

Cynodon dactylon apresentou um aumento considerável na degradação da MS com o aumento do tempo de incubação, atingindo valores próximos a 80% no tempo de 96 horas. Este comportamento pode estar relacionado à sua composição química e estrutural, com uma proporção equilibrada de carboidratos fibrosos e não-fibrosos, conforme observado por Carvalho *et al.* (2019) ao estudar o valor nutricional de gramíneas tropicais. A alta degradabilidade da MS



desta espécie no tempo de 96 horas sugere que ela pode fornecer uma fonte significativa de energia para os microrganismos ruminais, mesmo com tempos de retenção mais longos no rúmen.

A comparação entre as espécies evidencia a importância da diversidade de forrageiras na Caatinga para a nutrição dos ovinos. A seleção de uma dieta composta por espécies com diferentes perfis de degradação da MS pode favorecer um suprimento mais constante de energia para os microrganismos ruminais ao longo do tempo de retenção no rúmen, contribuindo para a estabilidade da fermentação ruminal e a eficiência de síntese de proteína microbiana, conforme sugerido por Carvalho *et al.* (2021) ao estudar a seleção de forragem por ovinos em pastagens nativas da Caatinga.

No entanto, é importante considerar que a degradabilidade da MS é apenas um dos aspectos que influenciam o valor nutricional das forrageiras. A composição química, a digestibilidade dos nutrientes, a taxa de passagem e a interação entre os componentes da dieta são fatores que também devem ser considerados na avaliação do potencial das espécies forrageiras para a nutrição animal, conforme destacado por Carvalho *et al.* (2021).

A integração dos resultados de degradabilidade da MS com informações sobre a composição química, a disponibilidade e a seletividade das espécies forrageiras pode subsidiar o desenvolvimento de estratégias de manejo de pastagens e suplementação que favoreçam o atendimento das exigências nutricionais dos ovinos ao longo do ano. Nesse contexto, o uso de ferramentas de modelagem e simulação pode auxiliar na identificação de estratégias de manejo mais eficientes e na avaliação de cenários alternativos, conforme sugerido por Carvalho *et al.* (2022) ao estudar o efeito de suplementos alimentares estratégicos para ovinos pastejando na Caatinga.

É importante destacar que a cinética de degradação da MS observada neste estudo reflete não apenas as características intrínsecas das espécies forrageiras, mas também as condições ambientais específicas do período de transição na Caatinga. Neste período, as plantas estão sujeitas a mudanças significativas na disponibilidade de água e nutrientes, o que pode afetar sua composição química e, conseqüentemente, sua degradabilidade ruminal (Rogério *et al.*, 2020). Assim, os resultados obtidos devem ser interpretados no contexto das condições ecológicas e climáticas da região, e estudos complementares são necessários para avaliar a degradabilidade destas espécies em outros períodos do ano.



Além disso, é fundamental considerar que o desaparecimento da MS é apenas um dos aspectos que influenciam o aproveitamento das forragens pelos ruminantes. A composição química das plantas, especialmente em termos de proteína, energia e minerais, bem como a presença de fatores limitantes da degradação ruminal, também desempenham um papel crucial na determinação do valor nutricional das forragens (Carvalho *et al.*, 2021). Portanto, a integração dos dados de degradabilidade com informações sobre a composição química e a digestibilidade das espécies estudadas é essencial para uma compreensão mais abrangente do seu potencial forrageiro e para o desenvolvimento de estratégias de manejo alimentar mais eficientes.

Outro aspecto relevante a ser considerado é o potencial de utilização destas espécies forrageiras em sistemas de produção mais intensivos, como a produção de feno e silagem. A alta degradabilidade da MS observada para algumas espécies, como *C. diffusa* e *W. rostrata*, sugere que elas podem ser boas candidatas para a conservação de forragem, permitindo a oferta de alimento de qualidade para os animais durante períodos de escassez (Carvalho *et al.*, 2022). No entanto, estudos adicionais são necessários para avaliar a viabilidade técnica e econômica destas práticas, bem como para determinar as melhores estratégias de manejo para cada espécie.

O aumento significativo no desaparecimento da MS ao longo dos tempos de incubação para todas as espécies estudadas indica que essas plantas apresentam uma degradabilidade ruminal satisfatória, mesmo durante o período seco, quando a disponibilidade e a qualidade das forragens tendem a ser limitadas (Rogério *et al.*, 2020). Esse resultado é particularmente importante, considerando que a Caatinga é caracterizada por uma estação seca prolongada, durante a qual a oferta de alimentos para os rebanhos pode ser escassa (Carvalho *et al.*, 2021).

As variações da degradabilidade da PB observadas para as forrageiras nos diferentes períodos do ano (Tabela 3) representam implicações importantes para o manejo nutricional de ovinos na região, exigindo estratégias adaptadas às condições ambientais e às características das espécies forrageiras, corroborando com os achados de Carvalho *et al.* (2022) e Rogério *et al.* (2020).

As diferenças na fração solúvel (a) e na fração potencialmente degradável (b) entre as espécies podem ser atribuídas a variações na composição química e estrutural das forragens, como teores de proteínas solúveis e ligadas à parede celular, conforme sugerido por Van Soest (1994). Essas variações podem refletir estratégias adaptativas das plantas para lidar com as



condições ambientais da Caatinga, como destacado por Giulietti *et al.* (2004) ao caracterizar a região como uma área de alta diversidade e endemismo.

Algumas espécies apresentaram variações expressivas nos parâmetros de degradação entre os períodos, como observado para *Alternanthera brasiliana*, que exibiu um aumento notável na fração solúvel do período chuvoso (17,45%) para o período de transição (74,74%). Essa mudança pode estar relacionada a alterações na composição química da planta em resposta às variações nas condições ambientais, possivelmente refletindo uma estratégia adaptativa para manter a disponibilidade de nitrogênio em condições de estresse hídrico, conforme sugerido por Carvalho *et al.* (2021) ao estudar o efeito da sazonalidade no valor nutritivo da forragem nativa da Caatinga ingerida por ovelhas.

Arachis dardani e *Wissadula rostrata* apresentaram os maiores valores de degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE), sugerindo um maior potencial de aproveitamento da proteína pelos animais. Esse resultado é particularmente interessante para o *A. dardani*, uma leguminosa que pode contribuir significativamente para a nutrição proteica dos ovinos na Caatinga, especialmente no período chuvoso, corroborando com os achados de Rogério *et al.* (2020) ao avaliar o potencial forrageiro da vegetação nativa da Caatinga para o pastejo de ovinos.

As taxas de degradação (c) variaram consideravelmente entre as espécies e períodos. *Alternanthera brasiliana* manteve taxas de degradação elevadas em ambos os períodos (acima de 10%/h), enquanto outras espécies, como *Aristida adscensionis*, apresentaram taxas muito baixas (0,68%/h) no período seco. Essas variações nas taxas de degradação podem ter implicações importantes na disponibilidade de aminoácidos para os microrganismos ruminais e, conseqüentemente, para o animal hospedeiro, conforme sugerido por Ørskov & McDonald (1979) e reforçado por Carvalho *et al.* (2022) ao estudar o efeito de suplementos alimentares estratégicos para ovinos pastejando na Caatinga.

A redução na degradabilidade da proteína observada no período seco para algumas espécies pode estar associada ao aumento da lignificação e à formação de complexos tanino-proteína, comuns em plantas da Caatinga como estratégia de defesa contra a herbivoria e conservação de água, conforme relatado por Formiga *et al.* (2012). Esse fenômeno pode resultar em menor disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos ruminais e, conseqüentemente, para o animal hospedeiro, corroborando com os achados de Carvalho *et al.* (2021) ao estudar a qualidade nutricional das forragens nativas da Caatinga em diferentes períodos do ano.



A comparação entre grupos botânicos revelou que as dicotiledôneas herbáceas geralmente apresentaram maiores valores de degradabilidade da proteína em comparação com as gramíneas e espécies arbustivas/arbóreas. Esse padrão pode estar relacionado às diferenças na estrutura e composição das proteínas entre esses grupos de plantas, bem como à presença de compostos secundários que podem afetar a degradabilidade da proteína, conforme sugerido por Boufennara *et al.* (2012) ao estudar a influência de taninos na degradabilidade da proteína em diferentes espécies forrageiras.

As variações nos parâmetros de degradação e degradabilidade da proteína bruta têm implicações práticas significativas para o manejo nutricional de ovinos na região da Caatinga. Espécies com alta fração solúvel e alta taxa de degradação podem fornecer uma rápida disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos ruminais, mas também podem resultar em perdas de nitrogênio se não houver energia suficiente disponível para a síntese de proteína microbiana, conforme destacado por Santos *et al.* (2017) ao estudar a eficiência de utilização de nitrogênio em ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína.

Por outro lado, espécies com menor degradabilidade efetiva podem fornecer uma fonte de proteína *bypass*, que escapa da degradação ruminal e pode ser digerida e absorvida no intestino delgado. Isso pode ser benéfico em certas situações, como para animais com altas demandas de proteína metabolizável, conforme sugerido por Silva *et al.* (2017) ao estudar a influência da proteína não degradável no rúmen sobre o desempenho de ovinos.

A identificação de espécies com características de degradação da proteína complementares pode ser útil para o desenvolvimento de estratégias de manejo de pastagens que visem otimizar a utilização da proteína pelos animais. A combinação de espécies com diferentes taxas de degradação da proteína pode ajudar a fornecer um suprimento mais constante de nitrogênio para os microrganismos ruminais ao longo do dia, conforme sugerido por Carvalho *et al.* (2022) ao estudar o efeito de suplementos alimentares estratégicos para ovinos pastejando na Caatinga.

As variações sazonais observadas nos parâmetros de degradação da proteína também destacam a importância de considerar as mudanças na qualidade nutricional das forragens ao longo do ano no planejamento de estratégias de suplementação. A redução na degradabilidade da proteína observada em algumas espécies durante o período de transição ou seco pode indicar a necessidade de suplementação proteica durante esses períodos para manter o desempenho



animal, corroborando com as recomendações de Rogério *et al.* (2020) ao discutir o potencial forrageiro da vegetação nativa da Caatinga para o pastejo de ovinos.

A identificação de espécies com maior degradabilidade proteica, como *Arachis dardani* e *Wissadula rostrata*, pode orientar práticas de manejo que favoreçam a presença dessas plantas nas áreas de pastejo. Além disso, o conhecimento das variações sazonais na degradabilidade das proteínas pode auxiliar na previsão de períodos críticos de disponibilidade de nitrogênio e na implementação de medidas preventivas para manter a saúde e o desempenho dos animais, conforme destacado por Carvalho *et al.* (2022) ao estudar o efeito da sazonalidade no comportamento e desempenho de ovinos pastejando na Caatinga.

A variabilidade observada entre as espécies no mesmo período, particularmente no período de transição, reforça a importância da diversidade florística na Caatinga para a nutrição dos ovinos. Esta diversidade pode permitir que os animais selecionem uma dieta mais equilibrada em termos de frações proteicas, desde que haja disponibilidade e acesso a diferentes espécies forrageiras. Nesse contexto, práticas de manejo que favoreçam a manutenção da diversidade de espécies nas áreas de pastejo, como o ajuste da taxa de lotação e o pastejo rotacionado, podem ser estratégias interessantes para otimizar a utilização dos recursos forrageiros da Caatinga, conforme sugerido por Araújo Filho (2013) ao discutir o manejo sustentável da vegetação da Caatinga para a produção animal.

Além disso, o conhecimento das variações sazonais na degradabilidade da proteína pode auxiliar na previsão de períodos críticos de disponibilidade de nitrogênio ruminal e proteína bypass, permitindo a implementação de medidas preventivas para manter a saúde e o desempenho dos animais. A suplementação estratégica com fontes de proteína de diferentes degradabilidades, de acordo com a disponibilidade e qualidade das forragens em cada período, pode ser uma abordagem eficiente para atender às exigências nutricionais dos ovinos ao longo do ano, corroborando com as recomendações de Carvalho *et al.* (2022).

Contudo, é importante considerar que a aplicação prática desses resultados deve levar em conta as condições específicas de cada sistema de produção, como a disponibilidade de recursos financeiros, a infraestrutura disponível e o nível de conhecimento técnico dos produtores. A realização de estudos adicionais, incluindo ensaios de desempenho animal e avaliações econômicas, pode fornecer informações valiosas para a implementação bem-sucedida de estratégias de manejo nutricional baseadas no fracionamento da proteína das espécies forrageiras



da Caatinga, conforme sugerido por Rogério *et al.* (2020) ao discutir a importância da pesquisa participativa para o desenvolvimento de tecnologias adaptadas à realidade dos produtores de ovinos na Caatinga.

A compreensão das diferenças na degradabilidade da proteína entre as espécies e períodos do ano pode subsidiar a tomada de decisões quanto à seleção de espécies forrageiras, ao manejo de pastagens e à suplementação alimentar, visando otimizar a utilização dos recursos nutricionais disponíveis e melhorar a eficiência dos sistemas de produção de ovinos na Caatinga. No entanto, é fundamental que essas informações sejam integradas a outros aspectos relevantes, como a composição química e a disponibilidade das forragens, as exigências nutricionais dos animais e as condições socioeconômicas dos produtores, para que as estratégias de manejo nutricional sejam adequadas à realidade de cada sistema de produção, conforme destacado por Carvalho *et al.* (2022).

Quanto à degradabilidade da FDN (Tabela 4), o maior destaque foi para a leguminosa *Stylosanthes humilis*, com a maior fração potencialmente degradável (Bp) de 75,10% no período chuvoso. Este resultado é particularmente interessante, pois sugere que esta leguminosa pode fornecer uma fonte significativa de energia prontamente disponível para os microrganismos ruminais a partir da fermentação da fibra, contribuindo para uma melhor utilização da forragem pelos ovinos. De fato, leguminosas como *S. humilis* têm sido reconhecidas por sua alta qualidade nutricional e potencial para melhorar a eficiência da fermentação ruminal, conforme destacado por Silva *et al.*, (1990) ao discutir o papel das leguminosas na nutrição de ruminantes em regiões tropicais.

Aristida longiseta apresentou a maior taxa de degradação (k) de 12,14%/h, o que indica que, embora a degradação inicial da FDN seja rápida nesta espécie, a proporção total de fibra degradada no rúmen pode ser limitada por outros fatores, como uma menor fração potencialmente degradável (Bp) em contrapartida ao *Stylosanthes humilis*. A taxa de degradação é um parâmetro importante, pois está relacionada à velocidade com que os nutrientes são disponibilizados para os microrganismos ruminais, conforme destacado por Ørskov & McDonald (1979) ao propor o modelo de degradação ruminal *in situ*. No entanto, a extensão da degradação, representada pela fração potencialmente degradável, também deve ser considerada para uma avaliação mais completa do valor nutritivo da forragem, como ressaltado por Carvalho *et al.* (2022) ao estudar a cinética de degradação da FDN em espécies forrageiras da Caatinga.



Mudanças na composição química da planta em resposta às alterações nas condições ambientais durante o período de transição, possivelmente refletindo uma estratégia adaptativa para conservar recursos em condições menos favoráveis, conforme sugerido por Formiga *et al.* (2012) ao estudar a influência da sazonalidade na composição química de espécies forrageiras da Caatinga. Variações sazonais na composição química e digestibilidade de forragens nativas da Caatinga têm sido relatadas em diversos estudos (Araújo Filho *et al.*, 2002; Santos *et al.*, 2009), ressaltando a importância de considerar o período do ano ao avaliar o potencial nutricional destas espécies e ao planejar estratégias de manejo de pastagens e suplementação alimentar para ovinos na região.

A variação nos tempos de colonização (L) entre as espécies, embora relativamente pequena (2,01% a 2,51%), pode ter implicações práticas na utilização da fibra pelos microrganismos ruminais. Espécies com menores tempos de colonização, como *Stylosanthes humilis*, podem proporcionar uma fonte de energia mais rapidamente disponível para os microrganismos, potencialmente melhorando a eficiência da fermentação ruminal. O tempo de colonização representa o período necessário para que os microrganismos se adiram à partícula de alimento e iniciem a degradação, conforme descrito por Mertens & Loften (1980) ao estudar a influência do tempo de colonização na degradação da fibra. Esses resultados sugerem que a seleção de espécies forrageiras com menores tempos de colonização pode ser uma estratégia interessante para otimizar a utilização da fibra pelos microrganismos ruminais e melhorar a eficiência alimentar dos ovinos em pastagens nativas da Caatinga.

As diferenças observadas na fração indegradável (Ip) entre as espécies são particularmente relevantes para a nutrição de ovinos. Espécies com maior Ip, como *Aristida longiseta* (45,90%) e *Alternanthera tenella Colla* (47,91%), podem contribuir para um maior efeito de enchimento ruminal, potencialmente limitando o consumo de matéria seca pelos animais. Por outro lado, espécies com menor Ip, como *Stylosanthes humilis* (24,90%), podem permitir um maior consumo de forragem e, conseqüentemente, um melhor desempenho animal.

A fração indegradável representa a porção da fibra que não pode ser degradada pelos microrganismos ruminais, mesmo com tempo de incubação prolongado. A presença de componentes indigestíveis, como lignina e compostos fenólicos, tem sido apontada como um dos principais fatores responsáveis pela variação na fração indegradável entre diferentes espécies forrageiras (Jung & Allen, 1995). Esses resultados ressaltam a importância de considerar a



composição da parede celular e a proporção de componentes indigestíveis ao selecionar espécies forrageiras para o pastejo de ovinos na Caatinga, buscando um equilíbrio entre a disponibilidade de fibra potencialmente degradável e a minimização do efeito de enchimento ruminal.

A degradabilidade da FDN é um importante indicador da qualidade nutricional das forragens, uma vez que está diretamente relacionada à disponibilidade de energia para os microrganismos ruminais e, conseqüentemente, para o animal hospedeiro (Rogério *et al.*, 2020).

O aumento significativo na degradação da FDN ao longo do tempo de incubação observado para todas as espécies avaliadas é consistente com o processo gradual de colonização e degradação da fibra pelos microrganismos ruminais (Carvalho *et al.*, 2021). Este comportamento indica que a fração fibrosa destas forragens pode ser eficientemente aproveitada pelos ovinos, desde que haja um tempo de retenção ruminal adequado para permitir a ação dos microrganismos sobre a FDN.

As diferenças observadas na degradabilidade da FDN entre as espécies estudadas podem estar relacionadas a variações na composição química e estrutural da parede celular vegetal, bem como na presença de compostos secundários que podem influenciar a atividade microbiana no rúmen (Mourão, 2018). *Stylosanthes humilis* se destacou com os maiores valores de degradação da FDN em todos os tempos de incubação, sugerindo que esta leguminosa apresenta uma fração fibrosa mais facilmente degradável em comparação com as gramíneas *Arachis dardani* e *Aristida longiseta*. Este resultado é particularmente interessante, uma vez que as leguminosas são reconhecidas por sua maior digestibilidade e valor nutritivo em relação às gramíneas, devido à menor proporção de componentes estruturais na parede celular (Rogério *et al.*, 2017).

A maior degradabilidade da FDN observada para *S. humilis* pode ter implicações positivas para o aproveitamento dos nutrientes pelos ovinos em pastejo na Caatinga. Uma maior disponibilidade de energia proveniente da degradação da fibra pode favorecer a síntese de proteína microbiana no rúmen, contribuindo para o atendimento das exigências proteicas dos animais (Carvalho *et al.*, 2022). Além disso, a maior digestibilidade da fração fibrosa pode resultar em um maior consumo voluntário de forragem, uma vez que a taxa de degradação da FDN é um dos principais fatores que regulam o enchimento ruminal e o consumo em ruminantes (Rogério *et al.*, 2020).

Embora *A. dardani* e *A. longiseta* tenham apresentado valores de degradação da FDN inferiores aos observados para *S. humilis*, estas gramíneas ainda demonstraram um potencial



considerável de aproveitamento da fração fibrosa, com degradações superiores a 50% após 96 horas de incubação. Estes resultados sugerem que estas espécies podem contribuir de forma significativa para o atendimento das exigências energéticas dos ovinos em pastejo na Caatinga, especialmente quando associadas a outras forragens de maior digestibilidade, como as leguminosas (Carvalho *et al.*, 2021).

Além disso, é fundamental que os resultados obtidos neste estudo sejam interpretados no contexto de uma dieta balanceada, considerando não apenas a degradabilidade da FDN, mas também a disponibilidade e a qualidade de outros nutrientes essenciais, como proteína, minerais e vitaminas (Carvalho *et al.*, 2022).

5 CONCLUSÃO

Ocorre variação sazonal na qualidade nutricional das forrageiras, influenciada pelas flutuações climáticas características da região da Caatinga, contudo, as espécies forrageiras fornecem nutrientes de alta qualidade, comparáveis ou superiores às forragens tropicais convencionais. O período seco do ano representa um desafio significativo para a nutrição dos ovinos, demandando estratégias de manejo que possam mitigar os impactos negativos na produtividade animal.



REFERÊNCIAS

- AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Nutritive requirements of ruminant animals: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews Series B**, v. 62, n. 12, p. 787-835, 1992.
- ALDERMAN, G.; COTTRILL, B. R. **Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual**. Wallingford: CAB International, 1993. 176 p.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. 19. ed. Gaithersburg: AOAC International, 2012.
- ARAÚJO, A. R. **Composição botânica e qualidade do pasto selecionado por ovelhas em Caatinga raleada e enriquecida**. 2015. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- ARAÚJO FILHO, J. A. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife: Projeto Dom Helder Camara, 2013. 200 p.
- ARAÚJO, G. G. L. et al. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 326-336, 2010. Suplemento especial.
- ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastejável de uma caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 11-19, 2002.
- ARAÚJO FILHO, J. A. et al. Composição botânica e química da dieta de ovinos e caprinos em pastoreio combinado na região de Inhamuns, Ceará. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 3, p. 383-395, 1996.
- BARBOSA, M. M. et al. Evaluation of laboratory procedures to quantify the neutral detergent fiber content in forage, concentrate, and ruminant feces. **Journal of AOAC International**, v. 98, n. 4, p. 883-889, 2015.
- BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 337-347, 2010. Suplemento especial.
- BOUFENNARA, S. et al. Chemical composition and digestibility of some browse plant species collected from Algerian arid rangelands. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 1, p. 88-98, 2012.
- CARVALHO, W. F. et al. Seasonal strategic feed supplements for sheep grazing Caatinga rangeland: Behavior and performance. **Small Ruminant Research**, v. 206, p. 106572, 2022.
- CARVALHO, W. F. et al. Effect of concentrate supplement to ewes on nutritive value of ingested Caatinga native forage nutritive value as affected by season. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, p. 556, 2021.



CARVALHO, W. F. **Efeito da suplementação com concentrado na qualidade da dieta e desempenho de ovelhas na Caatinga**. 2019. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

CAVALCANTE, A. C. R.; COSTA, E. M.; SALES, M. F. L. Aspectos qualitativos da dieta de ovinos e caprinos em regime de pastejo na caatinga do semi-árido pernambucano nos períodos chuvoso e seco - Resultados preliminares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: SBZ, 2000. p. 316-318.

CORDÃO, M. A. et al. Avaliação do desempenho produtivo e reprodutivo de ovinos suplementados no Semiárido paraibano. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 91-100, 2014.

DANTAS, A. A. D. et al. Produção e composição bromatológica dos capins *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha* cv. marandu e *Brachiaria humidicola* submetidos a combinações de doses de nitrogênio e de potássio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 155-161, 2008.

FORMIGA, L. D. A. S. et al. Forage supply in thinned Caatinga enriched with buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) grazed by goats and sheep. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 2, p. 189-195, 2012.

GIULIETTI, A. M. et al. Caracterização e endemismos na Depressão Sertaneja do São Francisco. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (ed.). **Tópicos atuais em botânica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. p. 68-75.

GOES, R. H. T. B. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, e tempo de colonização microbiana de oleaginosas, utilizadas na alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 373-378, 2011.

GONZAGA NETO, S. et al. Aspectos da florística e estrutura fitossociológica da vegetação arbustiva caducifólia espinhosa da caatinga da região de Cabrobó-PE. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 2, p. 328-338, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. v. 47.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE lança o Mapa de Biomas do Brasil e o Mapa de Vegetação do Brasil, em comemoração ao Dia Mundial da Biodiversidade**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 15 out. 2022.

JUNG, H. G.; ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2774-2790, 1995.



- MACIEL, F. M. Plantas da caatinga: usos e potencialidades. In: SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C. (org.). **Biodiversidade e ecoturismo na caatinga**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2016. p. 181-251.
- MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977.
- MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 9, p. 1437-1446, 1980.
- MOURÃO, E. B. **Composição botânica e valor nutritivo da dieta selecionada por ovinos na Caatinga em diferentes níveis de suplementação concentrada**. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2018.
- NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.
- OLIVEIRA, O. F. et al. Botanical composition of Caatinga rangeland and diets selected by grazing sheep. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 4, n. 2, p. 71-81, 2016.
- OLIVEIRA, V. S. et al. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**, v. 22, n. 2, p. 1-18, 2016.
- OLIVEIRA, O. F. et al. Características quantitativas e qualitativas de Caatinga raleada sob pastejo de ovinos, Serra Talhada (PE). **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 223-229, 2015.
- ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.
- ORSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1624-1633, 1986.
- PEREIRA FILHO, J. M. et al. Manejo da caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 77-90, 2013.
- 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. 1079-1094, 2010.
- PFISTER, J. A.; MALECHEK, J. C. The voluntary forage intake and nutrition of goats and sheep in the semi-arid tropics of Northeastern Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 4, p. 1078-1086, 1986.
- RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. Espécies lenhosas da caatinga: uma análise da vegetação com base em inventários florísticos e fitossociológicos da Região. In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. (ed.). **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: Associação de Plantas do Nordeste; Centro Nordestino de Informação sobre Plantas, 2002. p. 71-90.



ROGÉRIO, M. C. P. et al. **Potencial forrageiro da vegetação nativa da Caatinga para o pastejo de ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2020. 46 p. (Documentos / Embrapa Caprinos e Ovinos, 139).

ROGÉRIO, M. C. P. et al. **Microhistologia para identificação de plantas forrageiras consumidas por ovinos na caatinga: coleta de amostras e preparo de lâminas fecais e de referência vegetal**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2017. 30 p. (Documentos / Embrapa Ceará, 125).

SANTOS, K. C. et al. Nutritional potential of forage species found in Brazilian Semi-arid region. **Livestock Science**, v. 195, p. 118-124, 2017.

SANTOS, M. V. F. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215, 2010.

SANTOS, G. R. A. et al. Composição química e degradabilidade in situ da ração de ovinos em área de caatinga no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 384-391, 2009.

SILVA, M. J. S. et al. Influence of the period of year on the chemical composition and digestibility of pasture and fodder selected by goats in caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 3, p. 402-416, 2017.

SILVA, D. S. et al. Bromatologic composition of the herbaceous species of the Northeastern Brazil Caatinga. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 756-764, 2011.

SOUZA, C. M. de. Aspectos climáticos do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 15-22, 2012.

SPARKS, D. R.; MALECHEK, J. C. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. **Journal of Range Management**, v. 21, n. 4, p. 264-265, 1968.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

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

VALENTE, E. E. et al. Grazing behavior and locomotion of young bulls receiving different nutritional plans in a tropical pasture. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 12, p. 1717-1725, 2013.

VALENTE, T. V. P. et al. Avaliação dos teores de fibra em detergente neutro em forragens, concentrados e fezes bovinas moídas em diferentes tamanhos e em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1148-1154, 2011.

WALDO, D. R.; SMITH, L. W.; COX, E. L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 55, n. 1, p. 125-129, 1972.



APÊNDICE

TABELAS

Tabela 1 - Composição química das forragens efetivamente selecionadas por ovinos em uma área de Caatinga em função do período do ano

Espécie forrageira	MS (%)	PB	FDN	FDA	Lignina	NIDA	
			% na MS				
<i>Período chuvoso</i>							
<i>Alternanthera brasiliana</i>	23.05	16.86	36.73	23.51	5.00	8.35	
<i>Alternanthera tenella</i>	30.23	9.01	47.92	33.93	4.94	12.28	
<i>Colla</i>							
<i>Arachis dardani</i>	25.01	13.16	43.75	28.92	7.65	11.15	
<i>Aristida adscensionis</i>	19.47	10.41	32.05	14.29	2.99	14.24	
<i>Aristida longiseta</i>	18.47	10.78	57.59	28.77	3.02	14.39	
<i>Cynodon dactylon</i>	25.99	16.02	64.64	30.71	4.26	10.71	
<i>Stylosanthes humilis</i>	22.47	15.49	40.66	31.69	5.20	9.10	
<i>Período de transição</i>							
<i>Alternanthera brasiliana</i>	25.01	13.16	43.75	28.92	7.65	11.15	
<i>Alternanthera tenella</i>	30.23	9.01	47.92	33.93	4.94	12.28	
<i>Colla</i>							
<i>Arachis dardani</i>	31.10	14.38	59.75	47.60	20.25	14.52	
<i>Aristida adscensionis</i>	29.17	11.11	48.38	44.61	8.26	23.63	
<i>Commelina diffusa</i>	16.05	10.08	53.59	43.67	7.96	25.95	
<i>Cynodon dactylon</i>	25.99	16.02	64.64	34.87	4.26	10.71	
<i>Herissanta tiubae</i>	41.30	13.83	32.14	32.12	8.81	9.40	
<i>Stylosanthes humilis</i>	36.72	21.03	42.79	35.11	6.91	8.84	
<i>Wissadula rostrata</i>	41.37	15.18	32.98	34.33	10.19	16.52	
<i>Período seco</i>							
<i>Aristida adscensionis</i>	80.85	3.18	44.67	37.49	9.43	23.77	
<i>Croton sonderianus</i>	38.89	13.65	55.85	43.87	17.28	29.28	
<i>Piptadenia stipulacea</i>	39.50	18.99	54.57	36.68	8.11	27.43	

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido, NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Fonte: Adaptado de Carvalho (2019).

Tabela 2 - Parâmetros de degradação e degradabilidade in situ no rúmen da matéria seca de espécies forrageiras da Caatinga efetivamente selecionadas por ovinos, em função do período do ano

Período	a	b	c	DP (%)	DE (%)		R ²
	%	%	%/h		k=2%/h	k=5%/h	
<i>Alternanthera brasiliana</i>							
Chuvoso	38,76	39,75	7,99	70,36	40,13	40,47	94,35
Transição	25,30	39,14	9,43	58,79	40,74	42,31	94,21
<i>Alternanthera tenella Colla</i>							
Chuvoso	40,13	64,09	0,64	54,95	34,76	29,80	97,19
Transição	14,19	52,53	5,51	49,90	44,97	39,02	99,59
<i>Arachis dardani</i>							
Chuvoso	22,31	59,36	6,34	67,13	53,43	48,45	97,24
Transição	26,74	47,88	3,43	58,46	42,06	38,50	95,26
<i>Aristida adscensionis</i>							
Chuvoso	26,91	65,66	0,82	45,08	30,80	23,44	93,56
Seco	11,06	34,97	3,81	34,75	27,15	22,08	98,84
<i>Aristida longiseta</i>							
Chuvoso	19,95	48,86	10,24	60,85	46,45	44,02	98,94
Transição	37,90	41,15	1,68	55,34	39,69	39,14	97,97



			<i>Cynodon dactylon</i>				
Chuvoso	22,78	58,62	4,07	60,71	48,36	41,46	98,41
Transição	26,20	53,23	2,45	55,37	41,70	36,01	99,63
			<i>Stylosanthes humilis</i>				
Chuvoso	11,74	72,18	7,62	69,40	62,65	54,03	97,99
Transição	30,62	46,86	3,36	59,76	39,53	35,12	98,47
			<i>Herissanta tiubae</i>				
Transição	27,11	21,01	4,21	40,72	22,71	23,88	95,89
			<i>Commelina diffusa</i>				
Transição	28,56	57,55	4,34	69,83	50,14	44,97	99,11
			<i>Wissadula rostrata</i>				
Transição	37,90	41,36	4,80	67,96	38,63	36,62	97,53
			<i>Croton sonderianus</i>				
Seco	28,39	39,01	3,38	51,34	35,84	33,93	97,35
			<i>Piptadenia stipulacea</i>				
Seco	51,18	32,84	3,36	71,68	40,68	45,40	98,82

a = fração solúvel, b = fração potencialmente degradável, c = taxa de degradação, DP = degradabilidade potencial, DE = degradabilidade efetiva.
Fonte: Elaborado próprio autor (2023).

Tabela 3 - Parâmetros de degradação e degradabilidade in situ no rúmen da proteína bruta de espécies forrageiras da Caatinga efetivamente selecionadas por ovinos, em função do período do ano

Período	a		b		c	DP (%)	DE (%)		R ²
	%	%	%/h	%/h			k=2%/h	k=5%/h	
			<i>Alternanthera brasiliana</i>						
Chuvoso	17,45	73,45	10,95	79,53	66,69	59,73	97,05		
Transição	74,74	20,34	10,99	92,10	30,25	40,47	99,55		
			<i>Alternanthera tenella Colla</i>						
Chuvoso	48,11	36,64	4,53	72,06	26,64	19,50	91,24		
Transição	44,43	42,23	6,10	76,27	49,02	54,62	98,89		
			<i>Arachis dardani</i>						
Chuvoso	65,23	31,76	2,62	83,29	44,24	50,67	92,29		
Transição	64,66	25,40	7,52	85,26	38,10	49,55	99,36		
			<i>Aristida longiseta</i>						
Chuvoso	35,90	53,50	6,67	77,08	48,54	44,29	99,09		
Transição	68,09	15,21	9,33	80,36	25,27	35,09	92,59		
			<i>Cynodon dactylon</i>						
Chuvoso	60,72	33,41	5,40	84,67	60,40	60,86	99,57		
Transição	42,08	39,59	2,53	63,08	34,92	32,57	99,48		
			<i>Stylosanthes humilis</i>						
Chuvoso	36,34	57,29	4,03	75,48	59,05	60,22	97,66		
Transição	4,24	84,62	9,31	76,79	76,58	68,74	97,50		
			<i>Herissanta tiubae</i>						
Transição	34,37	20,62	6,00	50,08	25,07	28,71	37,17		
			<i>Commelina diffusa</i>						
Transição	86,80	12,74	2,90	94,03	44,33	61,72	84,29		
			<i>Wissadula rostrata</i>						
Transição	63,91	31,46	3,60	84,38	99,10	37,84	41,84		
			<i>Aristida adscensionis</i>						
Seco	56,13	10,16	0,68	57,75	40,08	37,19	8,31		
			<i>Croton sonderianus</i>						
Seco	50,04	34,71	1,31	62,97	38,23	34,56	95,78		

a = fração solúvel, b = fração potencialmente degradável, c = taxa de degradação, DP = degradabilidade potencial, DE = degradabilidade efetiva. * Não convergiu.
Fonte: Elaborado próprio autor (2023).



Tabela 4 - Parâmetros de degradabilidade in situ no rúmen da fibra em detergente neutro de espécies forrageiras da Caatinga efetivamente selecionadas por ovinos, em função do período do ano.

Período	L	Bp	Ip	k	R ²
	%	%	%	%/h	
Chuvoso	2,11	69,31	30,69	6,16	99,02
Chuvoso	2,51	54,10	45,90	12,14	99,32
Chuvoso	2,01	75,10	24,90	7,61	98,16
Transição	2,39	52,09	47,91	4,68	25,41

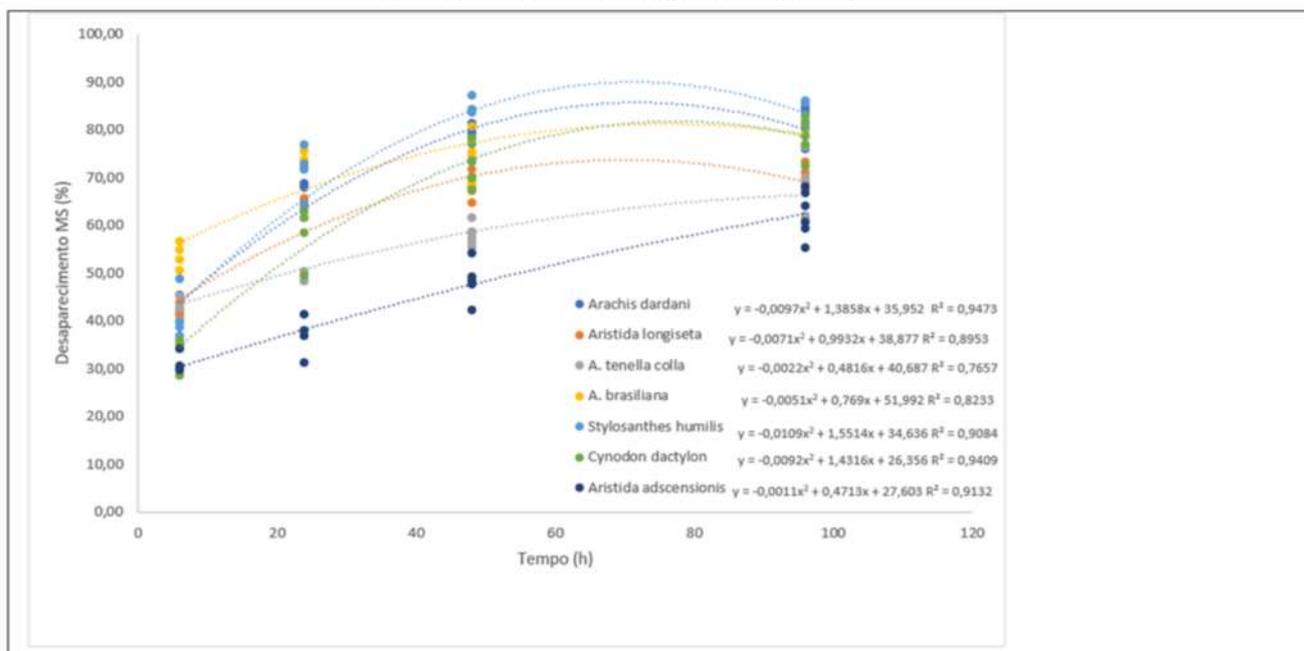
Bp = fração potencialmente degradável, Ip = fração indegradável, c = taxa de degradação da fração Bp, DE = degradação efetiva, R² = coeficiente de determinação. * Não convergiu

Fonte: Elaborado próprio autor (2023).



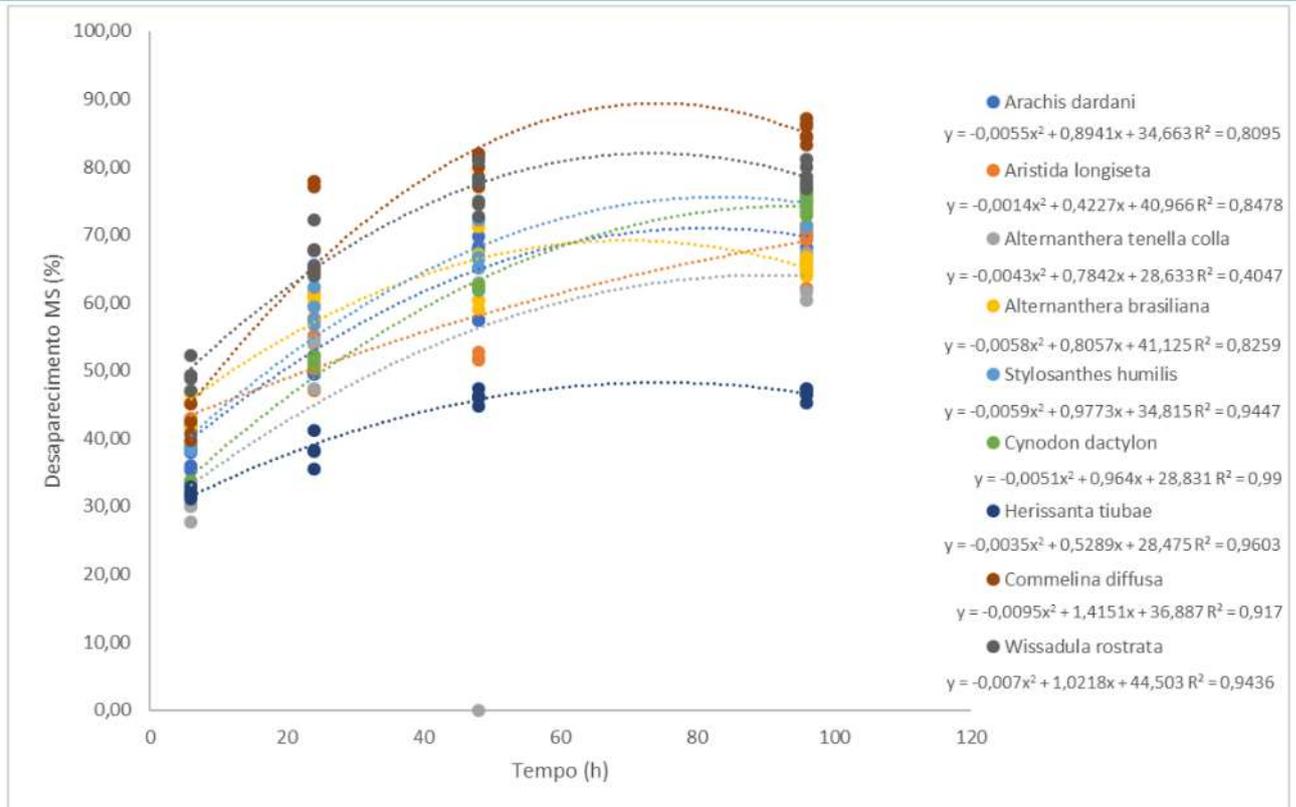
FIGURAS

Figura 1 - Curva de degradação da matéria seca (MS) da forragem de espécies da Caatinga efetivamente selecionadas por ovinos no período chuvoso.



Fonte: Elaborado próprio autor (2023).

Figura 2 - Curva de degradação da matéria seca (MS) da forragem de espécies da Caatinga efetivamente selecionadas por ovinos no período de transição.



Fonte: Elaborado próprio autor (2023).