



Fracionamento da proteína de dietas com inclusão de leguminosas forrageiras

Bruno Spindola Garcez¹, Maria Hyenda Alves Lopes¹, Karina Dakell Araújo de Macedo¹, Milena Almeida Caetano¹, Alisson Aurélio Servolo¹, Dávilla Augusta Mota Sousa¹

RESUMO: Objetivou-se avaliar o fracionamento dos compostos nitrogenados de dietas com inclusão de leguminosas como fontes proteicas alternativas em substituição ao concentrado. Foram quantificados os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e ácido (NIDA), lignina (LIG) e estimados os nutrientes digestíveis totais (NDT). Quantificou-se, segundo o Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) as frações nitrogenadas A (nitrogênio não proteico), B1 + B2 (fração solúvel potencialmente degradável), B3 (degradação lenta) e fração C (proteína não degradável). Adotou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 4 x 4), sendo três leguminosas: Leucena (*Leucena leucocephala*), Gliricídia (*Gliricidia sepium*) e Moringa (*Moringa oleifera*) e quatro níveis de substituição do concentrado (0, 20, 40 e 60 %) com 4 repetições. Observou-se reduções de 30,27, 19,95 e 24,04% nas frações B1 + B2 (P<0,05), em todos os tratamentos com inclusão de leguminosas, bem como aumento próximo a 20% (P<0,05) nas frações B3 e C, correspondente às frações nitrogenadas de menor disponibilidade, no maior nível de substituição (60%). As leguminosas forrageiras Leucena, Moringa e Gliricídia apresentam potencial para substituição de até 40% do concentrado protéico-energético em dietas formuladas para ovinos em crescimento.

Palavras-chave: Compostos nitrogenados, Gliricídia, Leucena, Sistema CNCPS

Fractionation of protein diets with inclusion of forage legumes

ABSTRACT: The objective was to evaluate the fractionation of nitrogen compounds in diets including legumes as alternative protein sources to replace concentrate. Crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid fiber (FDA), neutral detergent insoluble nitrogen (NIDN) and acid (NIDA), lignin (LIG) were quantified and total digestible nutrients (NDT) were quantified. According to the Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), the nitrogenous fractions A (non-protein nitrogen), B1 + B2 (potentially degradable soluble fraction), B3 (slow degradation) and fraction C (non-degradable protein) were quantified. A completely randomized design was adopted in a factorial scheme (3 x 4 x 4), with three legumes: Leucena (*Leucena leucocephala*), Gliricídia (*Gliricidia sepium*) and Moringa (*Moringa oleifera*) and four levels of concentrate replacement (0, 20, 40 and 60%) with 4 repetitions. Reductions of 30.27, 19.95 and 24.04% were observed in fractions B1 + B2 (P<0.05), in all treatments with inclusion of legumes, as well as an increase close to 20% (P<0.05) in fractions B3 and C, corresponding to the nitrogenous fractions with the lowest availability, at the highest level of substitution (60%). The forage legumes Leucena, Moringa and Gliricídia have the potential to replace up to 40% of the protein-energy concentrate in diets formulated for growing sheep.

Keywords: Nitrogenous compounds, Glyricidia, Leucaena leucocephala, CNCPS System

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de ruminantes no semiárido buscam constantemente a melhoria na produtividade e lucratividade, todavia, este processo é dependente de diversos fatores, com destaque ao manejo nutricional para o atendimento das exigências nutricionais do rebanho, onde o fornecimento de proteína de qualidade é essencial para o desenvolvimento e boa atividade da microbiota ruminal (Ribeiro et al., 2014). Quando da formulação de dietas visando suprir as exigências proteicas dos ruminantes, deve-se ressaltar três aspectos: A qualidade dos nutrientes fornecidos, a disponibilidade dos ingredientes na região onde o sistema de produção está inserido e possibilidade de utilização de alimentos alternativos de baixo custo.

Como boa parte da alimentação de ruminantes no semiárido nordestino é condicionada à disponibilidade de forragem nativa da Caatinga no

período chuvoso, há uma maior demanda pelo uso de alimentos concentrados para suprir o déficit de nutrientes no período seco, o que estimula a busca por fontes proteicas suplementares, como as leguminosas forrageiras (Silva et al., 2021). Os usos dessas espécies apresentam benefícios ao ambiente pastoril, pela incorporação de nitrogênio, aumento da capacidade de suporte e melhoria na qualidade de pastagens quando em consórcio com gramíneas (Stivari et al., 2011), além de diminuir os custos com a alimentação dos animais pela substituição dos concentrados proteicos tradicionais.

Nesse sentido, implantar estratégias de utilização dessas forrageiras nos sistemas de produção é viável ao produtor, com destaque as espécies Leucena (*Leucaena leucocephala*), Gliricídia (*Gliricidia sepium*) e Moringa (*Moringa oleifera*), comumente utilizadas no semiárido. A elevada proporção de

Recebido em 10/10/2024; Aceito para publicação em 16/12/2024

¹ Instituto Federal do Ceará - Campus Crateús

*e-mail: bruno.garcez@ifce.edu.br

proteína na matéria seca dessas espécies (acima de 20%) é um dos fatores que mais estimula a integração das mesmas nas propriedades, o que também pode ser uma alternativa para maximizar a degradação da fibra de baixa qualidade, geralmente encontrada nas pastagens da época seca (Dias et al., 2023; Castro Montoya et al., 2020).

A inclusão de folhas dessas leguminosas na dieta de ruminantes, seja na forma de banco de proteína ou feno, pode proporcionar um aumento no teor de proteína bruta das dietas com melhoria na síntese da proteína microbiana ruminal e na eficiência da conversão de forragem em proteína animal, se tornando uma alternativa à alimentação proteica convencional (Mueller-Harvey et al., 2019). No entanto, além da percentagem total de proteína da dieta, deve-se considerar a qualidade de sua composição, principalmente quanto a proporção de frações não proteicas e associadas à parede celular (Oliveira et al., 2020).

Para a avaliação da proporção e qualidade das frações proteicas de dietas, utiliza-se o método de fracionamento denominado The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). De acordo com esse modelo, os compostos nitrogenados são fracionados conforme sua composição química, características físicas e nutricionais, degradação ruminal e digestibilidade intestinal, em cinco frações proteicas: A, B1 + B2, B3 e C (Sui, 2018). Com a estimativa dos parâmetros cinéticos dessas frações no trato gastrointestinal, é possível adequar o fornecimento de rações, visando à máxima eficiência de síntese de proteína microbiana (Dong et al., 2022). Assim, objetivou-se avaliar a qualidade da proteína de dietas formuladas com diferentes níveis de leguminosas forrageiras.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – campus Crateús, no município de Crateús, localizado nas coordenadas 5°10'42" Sul e 40°40'39" Oeste, com regime pluviométrico médio anual de 673.3 mm (FUNCEME, 2017). As amostras de concentrados como o milho (*Zea mays*), soja (*Glycine Max*) e algodão (*Gossypium hirsutum*) foram adquiridos em comércio local e as leguminosas Leucena (*Leucaena leucocephala*), Gliricídia (*Gliricidia sepium*) e Moringa (*Moringa oleifera*) em área plantada junto a sistema Agroecológico e de ocorrência natural das mesmas.

Após a colheita das espécies, ocorreu a pré-secagem das folhas e caules no Laboratório de Nutrição Animal do Campus em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72h e, em seguida, as mesmas foram trituradas em moinho de facas tipo

Wiley com peneira de 1mm e devidamente armazenados em potes plásticos com vedação para evitar deterioração.

Foram quantificados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas (CIN) e extrato etéreo (EE) os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) (Detmann et al., 2022). A proporção de proteína insolúvel em detergente neutro e ácido (PIDN e PIDA), foram estimados segundo Licitra et al. (1996) e a estimativa de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida pela equação proposta por Capelle et al. (2001): $NDT = 99,39 - 0,7641 * FDN$ ($r^2=0,67$).

Após determinação da composição química dos ingredientes foi realizada a formulação de suplementos concentrados isoprotéicos, com base nas exigências de ovinos em crescimento, com 25 kg de PV, suplementados com 1,5 % do PV de concentrado (0,375 kg/dia), com 67,5 g de PB (aproximadamente 18 %). As dietas continham 20, 40 e 60 % de inclusão das leguminosas forrageiras, junto a uma ração controle (NRC, 2007).

Para o fracionamento dos compostos nitrogenados, adotou-se a metodologia proposta por Licitra et al. (1996), segundo o método de Cornell (The Cornell Net Carbohydrate and Protein System - CNCPS). Para a quantificação da fração A (nitrogênio não proteico) pesou-se 0,5g de amostra, que em seguida foi depositada em bécher de 100 mL, adicionando-se 50 mL de água destilada e após 30 min, 10 mL ácido tricloroacético (TCA) a 10%. Após 25 min ocorreu a filtragem do conteúdo, que foi depositado dentro do tubo de digestão Kjeldahl com adição da solução catalisadora. Sequencialmente, foi adicionado 5 mL de ácido sulfúrico e realizada a titulação e destilação, determinando-se o nitrogênio residual pelo Método de Kjeldahl. Pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio residual, foi obtida a fração A.

A fração B3 (degradação lenta) foi determinada pela diferença entre a porcentagem do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e insolúvel em detergente ácido (NIDA) ($\%B3 = \% NIDN - \% NIDA$). A Fração C (proteína não degradável) foi considerada similar a fração nitrogenada associada ao FDA (NIDA) e a fração B2 + B1 (degradação rápida e intermediária) foi estimada pela diferença entre o nitrogênio total e a soma das frações A, B1, B3 e C.

A composição química dos ingredientes das rações, está descrita na Tabela 1. Para a determinação das frações nitrogenadas de cada dieta experimental, multiplicou-se a quantidade de cada ingrediente na composição centesimal (kg/100kg) (Tabelas 2, 3 e 4) pela sua fração nitrogenada, com posterior soma e obtenção do total de cada fração em dieta com inclusão de leguminosa.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas (% MS).

Ingredientes	MS*	MM	PB	FDN	FDA	NDT	EE	NIDN	NIDA
Milho Grão	92,96	1,74	11,63	17,59	1,53	90,06	6,36	16,04	2,06
Farelo de Soja	96,16	6,45	48,53	17,58	7,92	80,41	4,58	6,37	1,44
Farelo de Algodão	96,52	5,56	42,58	35,06	14,65	69,42	4,64	13,07	3,24
Feno de Leucena	92,10	9,70	23,23	34,05	18,28	63,84	3,87	38,86	14,43
Feno de Gliricídia	89,21	11,10	16,96	36,08	23,05	61,93	2,92	31,18	12,36
Feno de Moringa	95,84	10,43	18,90	45,17	30,49	60,70	5,47	36,24	15,32

*MS = Matéria Seca; MM = Matéria Mineral; PB = Proteína Bruta; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; NDT = Nutrientes digestíveis totais; EE = Extrato etéreo; NIDN= Proteína insolúvel em detergente neutro NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Tabela 02. Composição química e centesimal de dietas concentradas formuladas com feno de leucena como fonte de proteína em diferentes níveis de inclusão.

Ingredientes	Composição centesimal (100 kg)			
	Padrão	20 % Leucena	40 % Leucena	60 % Leucena
Milho Grão	81,60	66,67	51,73	36,40
Farelo de Soja	11,73	8,80	5,60	0,00
Farelo de Algodão	6,67	4,53	2,67	3,60
Feno de Leucena	0,00	20,00	40,00	60,00
Composição Química (% MS)				
Proteína Bruta	18,02	18,04	18,04	18,02
NDT*	87,58	83,22	78,83	74,11
FDN	18,74	21,65	24,45	28,36
FDA	3,13	6,02	8,93	12,03
Extrato etéreo	6,04	5,62	5,16	4,79

*NDT = Nutrientes digestíveis totais; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido

Tabela 3. Composição química e centesimal de dietas concentradas formuladas com feno de gliricídia como fonte de proteína em diferentes níveis de inclusão.

Ingredientes	Composição centesimal (100 kg)			
	Padrão	20 % Gliricídia	40 % Gliricídia	60 % Gliricídia
Milho Grão	81,60	64,00	45,87	27,73
Farelo de Soja	11,73	10,13	4,53	0,00
Farelo de Algodão	6,67	5,87	9,60	12,27
Feno de Gliricídia	0,00	20,00	40,00	60,00
Composição Química (% MS)				
Proteína Bruta	18,02	18,03	18,01	18,02
NDT*	87,58	82,27	76,44	70,71
FDN	18,74	22,29	23,64	30,29
FDA	3,13	7,23	11,67	16,04

Extrato etéreo	6,04	5,38	4,71	4,07
----------------	------	------	------	------

*NDT = Nutrientes digestíveis totais; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido

Tabela 4. Composição química e centesimal de dietas concentradas formuladas com feno de moringa como fonte de proteína em diferentes níveis de inclusão.

Composição centesimal (100 kg)				
Ingredientes	Padrão	20 % Moringa	40 % Moringa	60 % Moringa
Milho Grão	81,60	65,60	49,60	33,41
Farelo de Soja	11,73	8,27	4,80	0,00
Farelo de Algodão	6,67	6,13	5,60	6,59
Feno de Moringa	0,00	20,00	40,00	60,00
Composição Química (% MS)				
Proteína Bruta	18,02	18,03	18,04	18,03
NDT*	87,58	82,16	76,72	71,12
FDN	18,74	24,15	29,58	35,28
FDA	3,13	8,63	14,14	19,32
Extrato etéreo	6,04	5,91	5,79	5,66

*NDT = Nutrientes digestíveis totais; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido

Foi adotado delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4 x 4, sendo três leguminosas forrageiras (leucena, gliricídia e moringa) e quatro níveis de substituição do ingrediente concentrado (0, 20, 40 e 60 %) com 4 repetições por tratamento. Os dados foram submetidos a teste de normalidade e avaliados através de análise de regressão a 5% de significância, no programa estatístico SAS (2000), visando verificar os efeitos da inclusão de leguminosas nos suplementos sobre a porcentagem das frações nitrogenadas das dietas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das frações proteicas (A, B1 + B2, B3 e C) das rações experimentais, encontram-se demonstrados nas Tabelas 5, 6 e 7. Observou-se redução nas frações B1 + B2 ($P < 0,05$), fração rapidamente degradada no rúmen, em todos os tratamentos à medida que se aumentou a inclusão de leguminosas como fonte de proteína, bem como aumento ($P < 0,05$) das frações B3 e C, correspondente às frações nitrogenadas de menor disponibilidade para o animal.

Tabela 5. Frações nitrogenadas de dietas concentradas formuladas com feno de Leucena como fonte de proteína em diferentes níveis de inclusão.

Ingredientes	Dietas experimentais				R ²	Equação
	0,00	20,00	40,00	60,00		
Fração A*	12,12	14,61	17,11	20,00	0,99	$\hat{Y} = 12,04 + 0,13X$
Fração B1 + B2	72,67	65,38	58,08	50,67	0,98	$\hat{Y} = 72,69 - 0,37X$
Fração B3	12,99	15,35	17,71	20,11	0,99	$\hat{Y} = 12,98 + 0,12X$
Fração C	2,22	4,66	7,10	9,22	0,90	$\hat{Y} = 2,28 + 0,12X$

*Fração A = Fração solúvel precipitada em TCA; Fração B1 + B2 = Fração da proteína potencialmente degradável no rúmen, sendo: 100 - (Fração A + B3 + C); Fração B3 = Nitrogênio associado a fração FDN e de lenta degradação (NIDN); Fração C = Nitrogênio associado à fração lignocelulósica e indegradável (NIDA).

Tabela 6. Frações nitrogenadas de dietas concentradas formuladas com feno de Gliricídia como fonte de proteína em diferentes níveis de inclusão.

Ingredientes	Dietas Experimentais				R ²	Equação
	Padrão	20 %	40 %	60 %		
Fração A*	12,12	13,71	15,35	16,98	0,97	$\hat{Y} = 12,10 + 0,09X$
Fração B1 + B2	72,67	67,93	63,03	58,17	0,98	$\hat{Y} = 72,70 - 0,24X$
Fração B3	12,99	14,09	15,25	16,39	0,98	$\hat{Y} = 12,97 + 0,06X$
Fração C	2,22	4,27	6,37	8,46	0,99	$\hat{Y} = 2,28 + 0,11X$

*Fração A = Fração solúvel precipitada em TCA; Fração B1 + B2 = Fração da proteína potencialmente degradável no rúmen, sendo: 100 - (Fração A + B3 + C); Fração B3 = Nitrogênio associado a fração FDN e de lenta degradação (NIDN); Fração C = Nitrogênio associado à fração lignocelulósica e indegradável (NIDA).

Tabela 7. Frações nitrogenadas de dietas concentradas formuladas com feno de Moringa como fonte de proteína em diferentes níveis de inclusão.

Ingredientes	Dietas Experimentais				R ²	Equação
	Padrão	20 %	40 %	60 %		
Fração A*	12,12	13,66	15,20	16,75	0,98	$\hat{Y} = 12,11 + 0,08X$
Fração B1 + B2	72,67	66,86	61,06	55,20	0,99	$\hat{Y} = 72,68 - 0,29X$
Fração B3	12,99	14,61	16,23	17,88	0,97	$\hat{Y} = 12,98 + 0,08X$
Fração C	2,22	4,87	7,51	10,97	0,98	$\hat{Y} = 2,22 + 0,13X$

*Fração A = Fração solúvel precipitada em TCA; Fração B1 + B2 = Fração da proteína potencialmente degradável no rúmen, sendo: 100 - (Fração A + B3 + C); Fração B3 = Nitrogênio associado a fração FDN e de lenta degradação (NIDN); Fração C = Nitrogênio associado à fração lignocelulósica e indegradável (NIDA).

Em relação a fração A (nitrogênio não protéico), houve aumento ($P < 0,05$) com a inclusão dos fenos na dieta, com maior proporção para o feno de Leucena (20%). A fração A é 100% solúvel e totalmente degradada pelos microrganismos ruminais, podendo ser utilizada por microrganismos como fonte de nitrogênio prontamente disponível, tornando-se assim, indispensável para síntese de proteína microbiana. Assim, quando associadas a uma fonte de carboidratos solúveis ou ingredientes com maior teor de NDT, essas frações podem ser melhor aproveitadas no rúmen.

A fração nitrogenada potencialmente degradável no rúmen (B1 + B2) sofreu redução linear ($P < 0,05$) de 30,27, 19,95 e 24,04% quando da inclusão de 60% dos fenos de Leucena, Gliricídia e Moringa, respectivamente. Esse efeito, está associado a maior quantidade de nitrogênio ligado a fração fibrosa nas leguminosas (Tabela 01), com valores de NIDN acima de 30 % em todos os volumosos, em comparação aos 13,07% do farelo de algodão e 6,37 % do farelo de soja, ingredientes com menor participação nesse tratamento.

A redução na porcentagem de proteína rapidamente degradada no rúmen, pode diminuir a disponibilidade de compostos nitrogenados para o metabolismo microbiano e a síntese de Pmic, que ocorre através da incorporação do nitrogênio amoniacal, oriundo da proteólise bacteriana, aos

esqueletos de carbonos provenientes da degradação de carboidratos. Esse efeito retarda o crescimento da população fibrolítica e conseqüentemente a impacta negativamente a degradação da dieta mais volumosa (Torres; Assis; Dreher, 2016). Para esses microrganismos, a principal fonte de N para seu metabolismo é a amônia ($N-NH_3$) originária da deaminação de aminoácidos da dieta, nesse sentido, substituir fontes proteicas concentradas por volumosas, mesmo que estas possuam elevados teores de PB, podem limitar a taxa de fermentação ruminal e impactar na digestibilidade total da dieta, elevando o teor de FDN que segue para os demais segmentos do trato gastrointestinal.

Outro fator que pode estar relacionado à redução das frações protéicas rapidamente degradadas é a elevação nos teores de FDN e FDA das dietas, à medida que se incluiu feno de leguminosas, o que proporcionalmente, aumentou as frações nitrogenadas ligadas a fibra (B3 e C). Para o FDN, observou-se aumento médio de 10% em até 40% de inclusão do feno de leguminosas, com maiores valores obtidos para o nível de 60% (28,36, 30,29 e 35,28% para leucena, gliricídia e moringa, respectivamente). Para o FDA, obteve-se valores de 12,03, 16,04 e 19,32% nas dietas com 60 % de inclusão dos fenos de leucena, gliricídia e moringa, respectivamente.

A fração FDN está relacionada ao consumo de MS pelos animais, devido a sua ação como regulador

físico ruminal, assim, um aumento nos teores desse constituinte pode levar a redução da ingestão diária de ração, além de uma menor digestibilidade, quando ocorre, também, aumento na proporção de fibra lignificada (FDA) (Braga et al., 2018). No entanto, segundo, Rodrigues (2017), o impacto sobre o metabolismo ruminal de animais consumindo dietas com inclusão de leguminosas ocorre apenas, quando o teor de FDN e FDA ultrapassam 60 e 40% da MS, o que não foi observado nesta pesquisa, com valores abaixo de 40% para o FDN e entre 10 e 20% para o FDA, em todos os tratamentos (Tabelas 03, 04 e 05).

Um dos fatores mais importantes para a utilização das frações nitrogenadas no rúmen é a disponibilidade de energia, que permite a fixação de N-NH₃ em esqueletos de carbono e a síntese de aminoácidos para incorporação na Pmic (Lu et al, 2019). Nesse sentido a utilização de suplementos concentrados ricos em carboidratos de alta degradabilidade associados a fontes proteicas de baixa qualidade pode proporcionar excesso de energia e deficiência de nitrogênio para a fermentação, bem como a deficiência de energia, que direciona o metabolismo ruminal para fermentação de aminoácidos e a produção e eliminação excessiva de amônia (Koster et al, 1996).

Em dietas para ruminantes, as principais fontes de energia são carboidratos fibrosos e não fibrosos, contabilizados no NDT, que corresponde a estimativa do total de energia do alimento disponível para fermentação e metabolismo. Assim, com a inclusão de 60% de leguminosas, houve uma redução média de 17,81% no NDT em comparação ao tratamento controle (87,58%), o que pode interferir ainda mais na utilização do N disponível nas dietas. Um dos fatores responsáveis por esse efeito foi a redução na proporção de milho, visto que, esse concentrado possui 80,41% de NDT (Tabela 01), impactando negativamente na energia total das dietas.

Houve aumento ($P<0,05$) na fração B3 a medida que se incluiu as leguminosas na dieta (Tabelas 06, 07 e 08), com valores entre 16 e 20% quando da inclusão de 60% dos fenos de leguminosas. Esse aumento foi menos proeminente (20,74%) para inclusão do feno de moringa em comparação ao de leucena (35,40%), mesmo com teores de fibra semelhante, no entanto, com essa última apresentando valores de NIDN 18% maiores. A fração B3 correspondente aos compostos nitrogenados ligados a fração fibrosa das forrageiras, e que possuem lenta degradação ruminal, elevando assim a proporção da proteína não degradada no rúmen (PNDR) que passa ao intestino delgado, e afetando a fermentação microbiana, por reduzir a disponibilidade de N- NH₃ para os mesmos (Putri et al., 2021).

em sistemas de produção do semiárido, e pode

A PNDR é a fração que não sofre ação dos microrganismos ruminantes e a utilização dessa fração proteica na dieta de ruminantes é interessante quando feita de forma estratégica, sendo uma fonte de proteína importante para conseguir atender as exigências de categorias que demandam maior aporte de proteína, para suprir uma possível limitação imposta pela falta de proteína microbiana (Schwab e Broderick, 2017). Assim, pode-se buscar equilíbrio entre fontes protéicas prontamente degradáveis no rúmen e a PNDR ao se incluir leguminosas como ingredientes em suplementos, devendo-se observar a relação entre essa fibra disponível e a parede celular lignificada.

Com a inclusão dos fenos de leguminosa, houve também o aumento linear ($P<0,05$) da fração C (nitrogênio indisponível) com valores de 9,22, 8,46 e 10,17% para dietas com até 60% de inclusão de Leucena, Glicírdia e Moringa, respectivamente. O incremento nessa fração, está associado a maior proporção de proteína indisponível (PIDA) nos fenos (14,43, 12,36 e 15,32% para leucena, glicírdia e moringa, respectivamente) e lignina associada a fibra da parede celular (FDA). O feno de moringa, apresentou maiores teores de FDA (30,49%) em relação as demais leguminosas, e mesmo que a composição das dietas tenha sido equilibrada em relação a essa fração, a substituição de mais de 40% da fonte protéica não é recomendada.

O proporção entre os componentes da parede celular e sua lignificação são fatores que afetam a composição química e a digestibilidade de leguminosas forrageiras, nesse sentido, uma das características dessas espécies é apresentar maiores teores de lignina na porção consumida pelos animais ou utilizada para inclusão em dietas (maior relação caule/folha), o que ocasiona redução nos nutrientes potencialmente digestíveis e leva a associação de parte do nitrogênio à parede celular lignificada. De acordo com Van Soest (1994) a digestibilidade da MS de leguminosas tropicais pode ser até 15% menor que demais espécies forrageiras, o que limita a inclusão de maiores quantidades das mesmas como fontes protéicas em dietas.

CONCLUSÃO

As leguminosas leucena, glicírdia e moringa apresentam potencial para substituição de até 40% do ingrediente concentrados protéicos em dietas formuladas para ovinos. Níveis de inclusão iguais ou superiores a 60% elevam as frações nitrogenadas de baixa disponibilidade (B3 e C), o que pode limitar a a síntese de proteína microbiana no rúmen. O uso de leguminosas forrageiras como fonte de proteína de baixo custo em suplementos é uma estratégia viável melhorar o aporte desse nutriente para ruminantes,

devendo-se, no entanto, observar a relação entre composição química e disponibilidade de nutrientes quando da formulação de dietas para esses animais.

REFERÊNCIAS

- BRAGA, E.P.; ASSIS, S.C.S.L.C.; LUCENA, J.A.; LIMA, J.S.S.; BARRETO, T.F.B.; AMANCIO, A.V.A.F.; ALVES, F.G.C.; PEREIRA, G.F. Fractionation of nitrogen compounds and carbohydrates in forages of different ages. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.2, p.819-832, 2018.
- CASTRO-MONTOYA, J.M.; DICKHOEFER, U. The nutritional value of tropical legume forages fed to ruminants as affected by their growth habit and fed form: A systematic review. **Animal Feed Science and Technology**, v.269, n.156, 2020.
- DETMANN, E.; COSTA E SILVA, L.F.; ROCHA, G.C.; PALMA, M.N.N.; RODRIGUES, J.P.P. **Métodos para Análise de Alimentos**. 2ª ed. Editora UFV: 2022. 350p.
- DIAS, E.K.S.; SCHNEIDER, J.I.; GUIMARÃES, C.R.R.; OLIVEIRA, R.A.P. Utilização da leucena (*Leucaena leucocephala*) na alimentação animal. **Revista Novos Desafios**, v.2, n.2, p.46-59, 2022.
- DONG, R.; SUN, G., YU, G. Estimating in vitro ruminal ammonia-N using multiple linear models and artificial neural networks based on the CNCPS nitrogenous fractions of cattle rations with low concentrate/roughage ratios. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.106, p.841-853, 2022.
- KOSTER H. H.; KONCHAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C.; VAZANT, E.S.; ABDELGAIR, R. ST-JEAN, G. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrassprairie forage by beef cows. **Journal of Animal Science**. v.74, n.15, p. 2473-2481, 1996.
- 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,
- LU, Z.; XU, Z.; SHEN, Z. TIAN, Y.; SHEN, H. Dietary Energy Level Promotes Rumen Microbial Protein Synthesis by Improving the Energy Productivity of the Ruminant Microbiome. **Frontiers in Microbiology**. v.10, n.847, p.1-14, 2019.
- MUELLER-HARVEY, I.; DOHME-MEIER, G.B.F.; KARONEN, H.H.M., KÖLLIKER, R.; LÜSCHE, A.; NIDERKORN, V.; PELLIKAAN, W.F.; SALMINEN, F.P. SKØT, L. Benefits of Condensed Tannins in ForageLegumes Fed to Ruminants: Importance of Structure, Concentration, and Diet Composition. **Crop Science**, v.59, n.15, 2019.7
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. 1.ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 362p. 2007.
- OLIVEIRA, P. V. C.; OLIVEIRA, P.V.C.; RODRIGUES, S.C.; MELO, A.M.P.; LIMA, R.N; AZEVEDO NETO, C.O.; NOGUEIRA, H.C. Utilização de moringa oleífera na alimentação animal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53881-53893, 2020.
- OLIVEIRA, V.S.; MORAES, J.A.S.; FAGUNDES, J.L.; SANTANA, J.C.S.; MUNIZ, E.N.; VALENÇA, L.R. Fracionamento de proteína e carboidratos segundo CNCPS de cinco forrageiras irrigadas ou não durante a seca. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e.77973582, 2020. p. 347-358, 1996.
- PUTRI, E.M.; ZAIN, M. WARLY, L.; HERMON, H. Effects of rumen-degradable-to-undegradable protein ratio in ruminant diet on in vitro digestibility, rumen fermentation, and microbial protein synthesis. **Veterinary World**, v.14, n.13, 2021.
- RIBEIRO, P. R.; MACEDO JUNIOR, G. de L.; SILVA, S. P. Aspectos nutricionais da utilização da proteína na pelos ruminantes. **Veterinária notícias**, v. 20, n. 2, p. 1-14, 2014.
- RODRIGUES, M.J.S.T. **Cinética da fermentação ruminal de dietas contendo leguminosas taniníferas**. 2017. 42 f. Dissertação (Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2017.
- SAS, Statistical Analysis System. **Software, version 9.0**. Cary: SAS Institute, 2000.
- SCHWAB, C. G.; BRODERICK, G. A.. A 100-Year Review: protein and amino acid nutrition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 100, n. 12, p. 10094-10112, 2017.
- SILVA, H.W.; SANTOS, A.T.; PEREGO, P.E.; GONDINHO, A.M.M. Produção de farelo de gliricídia para alimentação de ruminantes. **INTERAÇÃO**, v.21, n.1, 2021.
- STIVARI, T. S. S.; MONTEIRO, A.L.C.; PAULA, E.F.E.; FERNANDES, S.R.; SOUSA, D.F. GILVAVERTE, S. Leguminosas na alimentação de ovinos: possibilidades de uso e resposta animal. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 32, 2011.
- SUI, M.X. Correlation research between gas production characteristics and CNCPS componentsfor roughages. **Earth and Environmental Science**, v.56, n.185, 2018.
- TORRES, R.N.S.; ASSIS, J.F.; DREHER, A. Efeito da taxa de degradação ruminal da proteína e energia sobre a eficiência da síntese de proteína microbiana. **Nutritime**. v.13, n. 05, 2016.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed., Ithaca: Cornell University Press. 1994. 476 p.