



MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA



SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA, METABOLISMO DE NITROGÊNIO E PERDAS ENDÓGENAS EM CAPRINOS SUPLEMENTADOS NO SEMIÁRIDO

IZABELLE CRYSTINE ALMEIDA COSTA

Mestrado

2021

PPIZ - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA



**MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**



IZABELLE CRYSTINE ALMEIDA COSTA

**SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA, METABOLISMO DE NITROGÊNIO E
PERDAS ENDÓGENAS EM CAPRINOS SUPLEMENTADOS NO SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de
Sergipe como parte das
exigências para obtenção
do título de Mestre em
Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Gladston Rafael de Arruda Santos

Coorientador: Prof. Dr. Kedes Paulo Pereira

**SÃO CRISTOVÃO-SE
2021**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Costa, Izabelle Crystine Almeida.
C837 Síntese de proteína microbiana, metabolismo de nitrogênio e
s perdas endógenas em caprinos suplementados no semiárido /
Izabelle Crystine Almeida Costa ; orientador Gladston Rafael de
Arruda Santos. – São Cristóvão, SE, 2021.
47 f.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal
de Sergipe, 2021.

1. Caprino. 2. Proteínas. 3. Nitrogênio. 4. Metabolismo. 5. Plantas
forrageiras. I. Santos, Gladston Rafael de Arruda, orient. II. Título.

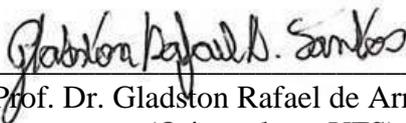
CDU 636.3:6:633.3

IZABELLE CRYSTINE ALMEIDA COSTA

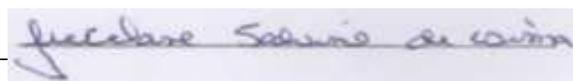
SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA, METABOLISMO DE NITROGÊNIO E PERDAS ENDÓGENAS EM CAPRINOS SUPLEMENTADOS NO SEMIÁRIDO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 29 de março de 2021.



Prof. Dr. Gladston Rafael de Arruda Santos
(Orientador – UFS)



Dr.^a Jucelane Salvino de Lima
(Doutora em Zootecnia - UFRPE)



Dulciene Karla de Andrade Silva
D. Sc. Zootecnia - Prof. UAG/ UFRPE
Métrico SIAPE Nº. 2481583

Prof.^a Dr.^a Dulciene Karla de Andrade Silva
(UFRPE-UAG)

SÃO CRISTOVÃO-SE
2021

Pelo carinho, afeto, dedicação e cuidado que meus pais me deram durante toda a minha existência.

Com muita gratidão!

DEDICO

Sem a direção dada por Deus, a conclusão deste trabalho não seria possível. Com muita gratidão no coração, a ti

Pai Amado

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer ao meu bom e poderoso Deus, que sempre esteve comigo nos momentos de alegria e, principalmente, nos de angústias e solidão. Obrigada Pai amado, por nunca me desamparar e sempre me dar forças para prosseguir. Gratidão por me guiar, proteger e iluminar meus caminhos. OBRIGADA POR TUDO, DEUS MEU!

Agradeço aos meus pais que tanto amo, Zélia Almeida da Silva e Henrique José Vieira Costa, por todo apoio que me deram nessa nova jornada fora de casa. Que sempre me ajudaram de todas as formas com muito amor e carinho. Que mesmo de longe, conseguiram me deixar segura! Obrigada por tudo, meus pais amados. Sem vocês eu nada seria!

À minha amada irmã, Yasmim Lisandra Almeida Costa, que sempre esteve ao meu lado. Com certeza foi umas das pessoas que mais sentiu minha falta nos dias em que eu estava longe. Te amo maninha, sempre estarei contigo!

Ao meu namorado, Antunes da Silva Barbosa, quero deixar minha gratidão por todo apoio, carinho, paciência e amor. Por sempre estar ao meu lado, incentivando, orientando e segurando em minha mão em todos os momentos, principalmente, naqueles mais aflitos. Me fazendo sorrir e enxergar a vida com mais leveza. Amo você Mozi, obrigada por tudo!

À minha amiga de casa e de mestrado, Alany Cristyane Felix da Silva, que sem dúvidas foi uma pessoa que deixou os meus dias em Aracaju mais leves. Juntas passamos por muitas coisas que só nós sabemos como foram, tanto boas quanto ruins. És uma menina incrível e de coração enorme que quero levar pra vida. Obrigada por tudo amiga, juntas conseguimos vencer cada barreira e atingir nossos objetivos. Te desejo muito sucesso, amo você!

Aos meus avós, Helena Lenita, Dalmário Costa e Eliete Almeida (*in memoriam*), e a toda minha família, que sempre estiveram ao meu lado.

Ao meu orientador, professor Gladston Rafael de Arruda Santos, que sempre esteve à disposição quando precisei, que foi compreensivo e amigo em meus momentos de angústias. Gratidão por todo conhecimento compartilhado e fé em mim depositada. Obrigada por tudo!

Ao meu coorientador, professor Kedes Paulo Pereira, que está comigo desde a graduação, me apoiando, incentivando e compartilhando seu conhecimento. Muito obrigada!

Ao meu amigo, Marcos Rodrigues, que um açaí no Rosa Elze me deu rrsrs... obrigada por todos os momentos de diversão e comilança que passamos juntos. Sem dúvidas meus dias foram muito mais alegres com você ao meu lado, “migooo”. Você é uma pessoa maravilhosa que quero levar pra vida!

Aos meus amigos que conheci no mestrado, Evilazio, Rayanna, Ângela, Tamiris, Ladjane, Stefane e Mari, amei conhecê-los e conviver com cada um. Vocês têm um lugarzinho em meu coração!

Aos professores, Ana Paula, Gladston, Evandro, Paula e Alfredo, que contribuíram muito para o meu aprendizado e conhecimento, tanto profissionalmente como pessoalmente. Muito obrigada!

Ao professor Cyro Cabral, que auxiliou nas análises estatísticas do meu trabalho. Obrigada por todo ensinamento e paciência.

Ao Luiz, secretário do PPIZ, que sempre esteve disposto a nos ajudar, auxiliar e também a puxar nossas orelhas quando necessário rrsrs... Muito obrigada!

Ao PPIZ e à UFS, por terem me aceitado como aluna, locais que me proporcionaram muito conhecimento, que aprendi a amar e guardarei em meu coração. Gratidão!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida para a realização do mestrado. Sem dúvidas, esse auxílio foi primordial!

Enfim, agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para a realização de mais uma etapa profissional em minha vida e fizeram essa caminhada mais leve! MEU MUITO OBRIGADA!

“Em tudo dai graças!”

1 Ts, 5:18^a

BIOGRAFIA DO AUTOR

Izabelle Crystine Almeida Costa, filha primogênita de Henrique José Vieira Costa e Zélia Almeida da Silva, nascida em 06 de novembro de 1995, na cidade de Capela, Alagoas.

No ano de 2012, concluiu o ensino médio na Escola Estadual Prof.^a Edite Machado, na cidade de Capela, Alagoas.

Em 2013 ingressou no curso técnico em Agropecuária no Instituto Federal de Alagoas – Campus Satuba, Alagoas, finalizando-o em 2014.

Em agosto de 2014, iniciou o curso de graduação em Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) em Rio Largo, Alagoas, onde foi bolsista de iniciação científica por 3 anos nessa mesma instituição e estagiária do laboratório de Nutrição Animal por 2 anos. Obtendo o título de zootecnista em fevereiro de 2019.

Em março de 2019, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia no Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Sergipe (UFS) em São Cristóvão, Sergipe, concentrando seus estudos na área de nutrição e alimentação animal.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ii
RESUMO GERAL	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	6
ARTIGO 1. Síntese de proteína microbiana e metabolismo de nitrogênio em caprinos no Semiárido.....	7
RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	200
ARTIGO 2. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em caprinos no Semiárido	23
RESUMO	23
ABSTRACT	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

Artigo 1 - Síntese de proteína microbiana e metabolismo de nitrogênio em caprinos no Semiárido

Tabela 1. Composição química do pasto e dos suplementos	12
Tabela 2. Valores médios e desvios-padrões e medianas e intervalos interquartis para as variáveis de síntese de proteína microbiana em caprinos suplementados no Semiárido.....	15
Tabela 3. Valores médios e desvios-padrões para as variáveis do metabolismo sanguíneo e urinário da ureia em caprinos suplementados no Semiárido	19

Artigo 2 - Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em caprinos no Semiárido

Tabela 1. Composição química do pasto e dos suplementos	27
Tabela 2. Valores médios e desvios-padrões para as variáveis de balanço de nitrogênio em caprinos suplementados no Semiárido	30
Tabela 3. Valores médios e desvios-padrões e medianas e intervalos interquartis para as variáveis de perdas endógenas estimadas pelo NRC (2007) e AFRC (1993) em caprinos suplementados no Semiárido	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFRC	Agricultural Food and Research Council
BN	Balanço de nitrogênio
CMS	Consumo de matéria seca
CMSS	Consumo de matéria seca do suplemento
DIVMS	Digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da matéria seca
ETDP	Excreção total de Derivados de purina
EF	Excreção fecal
EFS	Massa fecal do suplemento
FDN	Fibra em Detergente Neutro
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
LEU	Feno de leucena
LEU+P	Feno de leucena + palma
MS	Matéria seca
MO	Matéria Orgânica
N	Nitrogênio
NAB	Nitrogênio absorvido
NEB	Nitrogênio endógeno basal
NMF	Nitrogênio metabólico fecal
NRC	National Research Council
NUE	Nitrogênio urinário endógeno
PA	Pastejo à vontade sem suplementação
PAB	Purinas Absorvidas
PB	Proteína bruta
PBmic	Proteína microbiana
PC	Peso corporal
PD	Perdas por descamação
PE	Perdas endógenas
PLm	Proteína líquida para manutenção
PMSF	Produção de matéria seca fecal
PNDR	Proteína não degradada no rúmen
SAB	Feno de sabiá
SAB+P	Feno de sabiá + palma
SE	Secreções endógenas
SNmic	Síntese de Nitrogênio microbiano
SPRD	Sem padrão de raça definido
VU	Volume urinário

RESUMO GERAL

Objetivou-se estimar a síntese de proteína microbiana por meio do método de derivados de purina, avaliar o metabolismo sanguíneo e urinário do nitrogênio, o balanço de nitrogênio e as perdas endógenas de proteínas pelo NRC (2007) e AFRC (1993) em caprinos suplementados com fenos de leguminosas associados ou não à palma forrageira miúda no Semiárido. O experimento foi realizado na Estação de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologia Rurais do Sertão Alagoano localizado na cidade de Piranhas-AL. Foram utilizados 30 caprinos machos, castrados, sem padrão de raça definida (SPRD), com peso médio inicial de ± 15 kg. O período experimental teve duração de 105 dias, divididos em cinco subperíodos de 21 dias cada, visando o ajuste da suplementação. A suplementação foi feita com base em 1% do peso corporal na matéria seca. Os tratamentos foram: PA= pastejo à vontade sem suplementação; LEU= feno de leucena (*Leucaena leucocephala (Lam) de Wit.*); LEU+P= feno de leucena + palma forrageira (*Nopalea cochenillifera - Salm Dyck*); SAB= feno de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia Benth*); e SAB+P= feno de sabiá + palma forrageira miúda. Foram feitas coletas de fezes direto da ampola retal utilizando o indicador LIPE, para se estimar o consumo de matéria seca e para análises de nitrogênio fecal. Foram feitas as coletas de urina “spot” e coletas de sangue após quatro horas do fornecimento da suplementação para análises de nitrogênio total, creatinina e derivados de purina na urina (hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína), ureia e nitrogênio urinário, ureia e nitrogênio plasmático. As perdas endógenas foram obtidas através das equações do NRC (2007) e AFRC (1993). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições. O programa estatístico utilizado para as análises estatísticas foi o R (2019). Os derivados de purina e, conseqüentemente, as purinas absorvidas, o nitrogênio e proteína microbiana apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, sendo as maiores médias apresentadas nas suplementações com feno de leucena associado ou não à palma miúda. No entanto, os tratamentos com fenos de sabiá apresentaram menores médias para as respectivas variáveis. A ureia e nitrogênio plasmático apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, com maiores valores para o tratamento com feno de leucena e feno de sabiá. Já a ureia e nitrogênio ureico não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$). O balanço de nitrogênio apresentou-se positivo para todos tratamentos, com maiores médias quando foi utilizado o feno de leucena e feno de leucena + palma. As perdas endógenas estimadas pelo NRC (2007) apresentaram-se maiores que as estimadas pelo AFRC (1993) com maiores valores absolutos para os tratamentos feno de leucena, feno de leucena + palma e feno de sabiá + palma. Com tudo, é viável a suplementação de leguminosas associadas ou não à palma forrageira na alimentação de caprinos no Semiárido.

Palavras-chaves: Caatinga, derivados de purinas, leguminosas, suplementação, ruminantes.

ABSTRACT

The objective was to estimate microbial protein synthesis using the purine derivative method, to evaluate blood and urinary nitrogen metabolism, nitrogen balance and endogenous protein losses by NRC (2007) and AFRC (1993) in supplemented goats with leguminous hays associated or not with small forage palm in the Semiarid region. The experiment was carried out at the Rural Technology Development and Dissemination Station of the backcountry of Alagoas located in the city of Piranhas-AL. Thirty male goats, castrated, without defined breed standard (SPRD), with initial average weight of ± 15 kg were used. The experimental period lasted 105 days, divided into five sub-periods of 21 days each, aiming at adjusting the supplementation. Supplementation was based on 1% of body weight in dry matter. The treatments were: PA = grazing at will without supplementation; LEU = leucena hay (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.); LEU + P = leucena hay + forage palm (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck); SAB = sabia hay (*Mimosa caesalpinifolia* Benth); and SAB + P = sabia hay + small forage palm. Stool collections were made directly from the rectal ampoule using the LIPE indicator, to estimate dry matter consumption and for fecal nitrogen analysis. Spot urine and blood samples were collected after four hours of supplementation, for analysis of total nitrogen, creatinine and purine derivatives in the urine (hypoxanthine, xanthine, uric acid and allantoin), urea and urinary nitrogen, urea and plasma nitrogen. Endogenous losses were obtained using the equations of the NRC (2007) and AFRC (1993). The design used was completely randomized, with five treatments and six repetitions. And the statistical program used for statistical analysis was R (2019). Purine derivatives and, consequently, absorbed purines, nitrogen and microbial protein showed a significant difference ($P < 0.05$) between treatments, with the highest averages being found in supplements with leucena hay associated or not with small palm. However, treatments with sabia hay presented lower averages for the respective variables. The urea and plasma nitrogen showed a significant difference ($P < 0.05$) between the treatments, with higher values for the treatment with leucena hay and saiba hay. Urea and urea nitrogen did not show any significant difference ($P > 0.05$). The nitrogen balance was positive for all treatments, with higher averages when leucena hay and leucena hay + palm were used. The endogenous losses estimated by the NRC (2007) were higher than those estimated by the AFRC (1993) with higher absolute values for the treatments leucena hay, leucena hay + palm and sabia hay + palm . However, it is feasible to supplement leguminous plants associated or not with forage palm in the feeding of goats in the Semiarid region.

Keywords: Caatinga, purine derivatives, legumes, supplementation, ruminants.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil dispõe de aproximadamente 8,3 milhões de caprinos, com 92,82% do efetivo concentrado na região Nordeste, principalmente no Semiárido em condições de pastejo (IBGE, 2017). A caprinocultura é uma das principais atividades no setor agropecuário nordestino, tendo a Caatinga como a principal vegetação de suporte forrageiro para esses ruminantes no Nordeste. Porém, em tempos de escassez de água, essa oferta alimentar é limitada, logo, a suplementação alimentar torna-se uma alternativa necessária para que esses animais possam manter as exigências de manutenção e produção nesses períodos de seca.

A Caatinga possui várias espécies nativas e adaptadas com potencial forrageiro, que podem ser utilizadas e armazenadas na forma de feno, com o intuito de ofertá-las em tempos de escassez de forragem. Entre elas, temos a leucena (*Leucaena leucocephala (Lam) de Wit.*), que é uma leguminosa adaptada a regiões mais quentes e secas como o Semiárido e bastante utilizada na alimentação animal (DRUMOND; RIBASKI, 2010); e o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia Benth*), leguminosa nativa do Nordeste brasileiro, com alta capacidade de regeneração e resistência à seca. Além da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera - Salm Dyck*), uma cactácea bastante utilizada como alimento para os ruminantes no Semiárido, que possui elevado percentual de água e energia, com capacidade de suportar longos períodos de estiagem e de manter o valor nutritivo ao longo do ano (ALVES, 2018).

As leguminosas e cactáceas estão entre os principais alimentos oferecidos no Semiárido, pois, além de serem resistentes ao clima da região, possuem alto teor de nitrogênio (leguminosas) e energia (cactáceas). Sendo assim, a utilização da leucena e sabiá na forma fenada associados ou não à palma miúda como suplementação, podem compor a dieta de ruminantes criados na Caatinga, podendo contribuir com as necessidades energéticas e proteicas desses animais. No entanto, para que os animais consigam suprir essas exigências nutricionais, a proteína e energia ingeridas devem dispor de uma boa sincronização de degradação ruminal e utilização pelos microrganismos ruminais, possibilitando uma maximização do crescimento microbiano.

Os microrganismos do rúmen têm a capacidade de transformar alimentos de baixa qualidade em alta, por exemplo, a proteína dietética em proteína microbiana, que possui alto valor biológico. Essa proteína microbiana é a principal fonte de aminoácidos que são absorvidos

pelo animal, constituindo cerca de 60 a 85% dos aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado (TIMMERMANS JR. et al., 2000; MEDEIROS; GOMES; BUNGENSTAB, 2015). Entretanto, a maioria dos microrganismos ruminais utiliza carboidratos como fonte de energia para o seu crescimento e multiplicação, onde poucas espécies têm a capacidade de utilizar proteína como fonte de energia (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011). Dessa forma, dietas ricas em proteínas, mas pobres em carboidratos resultarão em uma baixa síntese de proteína microbiana, ao passo de que o mesmo acontecerá em dietas ricas em carboidratos, mas pobres em proteínas.

Logo, dietas com desequilíbrio nutricional podem proporcionar diversos problemas ao animal, que vai do baixo desempenho produtivo até possíveis distúrbios metabólicos. Dietas com excesso de proteína ou baixo teor de carboidratos degradados no rúmen, promovem uma elevação do teor de amônia ruminal. Segundo Kozloski (2016) sempre que a concentração de amônia no rúmen ultrapassa o nível de utilização pela microbiota ruminal, ela é absorvida pela parede ruminal e levada para o fígado. No fígado, essa amônia é transformada em ureia, juntamente com a amônia que é gerada na desaminação de aminoácidos oriundos da absorção pós-ruminal ou do metabolismo sistêmico de proteína, ácidos nucleicos e outros compostos nitrogenados. Parte dela pode ser reutilizada via saliva ou parede ruminal, mas em sua maioria é excretada pelo corpo via urina.

Dessa forma, além de ter um prejuízo em relação ao nitrogênio desperdiçado, que é a parcela mais onerosa da dieta, o animal despenderá de um gasto de energia para essa transformação de amônia em ureia, que poderia estar sendo utilizada para o seu desempenho produtivo. Diante disto, é de grande importância o fornecimento de alimentos que proporcionem uma condição de equilíbrio na concentração da amônia e energia ruminal com a maximização da síntese proteica microbiana (PEREIRA et al., 2018).

No entanto, apesar das leguminosas terem um teor satisfatório de proteína em sua composição, nem toda ela apresenta-se disponível para degradação no rúmen, pois, por serem espécies arbórea-arbustivas, geralmente possuem um maior teor de tanino em sua composição, fator considerado antinutricional quando se encontra acima de 6% da MS, podendo interferir no metabolismo microbiano e diminuir a síntese de proteína ruminal (FRUTOS et al., 2002; SILVA et al., 2016). Contudo, considerando que um objetivo básico nos estudos de alimentação de ruminantes é maximizar a síntese de proteína microbiana utilizando alimentos da região e de baixo custo, torna-se fundamental pesquisas que nos possibilitem mensurar esse crescimento

microbiano em animais alimentados com esse tipo de forrageira, sendo de forma rápida e não invasiva.

Um método que vem sendo utilizado e que nos proporciona essa mensuração de forma menos invasiva é pelos derivados de purinas na urina. Os derivados de purinas, denominados de hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína, são produtos da catalisação das purinas, que são bases nitrogenadas presentes em diversos alimentos e nos microrganismos ruminais. Nesse método assume-se que a quantidade de ácidos nucleicos presentes no duodeno é essencialmente de origem microbiana.

A excreção desses derivados está diretamente relacionada à absorção de purinas e, sabendo-se da relação N purina: N total na massa microbiana, a absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purina absorvida no intestino delgado, que é estimada por intermédio da excreção desses derivados de purinas na urina (CHEN; GOMES, 1992).

Porém, para que as exigências de proteína para manutenção e produção dos animais sejam supridas, também se faz necessário o conhecimento do balanço de nitrogênio e das perdas endógenas nitrogenadas nesses animais, ou seja, o quanto de nitrogênio ficou retido e o quanto foi perdido na urina e nas fezes (ROTTA et al., 2016).

Além do nitrogênio perdido da própria dieta, há uma quantidade considerável oriunda da descamação dos tecidos e turnover celular. Essas perdas são inevitáveis, pois estão relacionadas à utilização mínima de nitrogênio para manter as funções vitais básicas da manutenção dos tecidos e órgãos, realizada através do metabolismo que consiste nos processos de anabolismo e catabolismo do nitrogênio (CSIRO, 2007). Logo, a quantificação das perdas endógenas e o balanço de nitrogênio fazem-se necessários para auxiliar na avaliação das respostas produtivas dos animais.

Contudo, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de feno de leguminosas associadas ou não à palma forrageira miúda em caprinos a pasto no Semiárido, sobre a síntese de proteína microbiana produzida, o metabolismo de nitrogênio sanguíneo e urinário, o balanço de nitrogênio e as perdas endógenas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. C. **Degradabilidade ruminal de dietas contendo palma forrageira associada ao feno de leucena para ruminantes**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA, 2018.
- BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2ª ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.
- CHEN, X.B., GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Buchsburnd. **Aberdeen: Rowett Research Institute.**, 1992. p. 21.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood, Australia. 2007. 270p.
- DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. **Identificação da espécie Origem e distribuição geográfica Leucena (Leucaena leucocephala): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro**. Embrapa semiárido, Petrolina-PE, 2010. 8p.
- FRUTOS, P. et al. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology**, v.92, p.215-226, 2002.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, 2017. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>> Acesso em: 10 de fev de 2020.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes.**, 3ª ed., Santa Maria: Editora UFSM, p. 167-169, 2016.
- MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações. **Embrapa**, Brasília-DF, p. 38, 2015.
- PEREIRA, K. P. et al. Metabolismo De Nitrogênio E Perdas Endógenas Em Caprinos Criados a Pasto Em Região De Caatinga. **Revista Ciência Agrícola**, v. 16, n. 2, p. 22, 2018.
- ROTTA, P. P. et al. Exigências de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S. C. et al. (Ed). **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR – Corte**, UFV, DZO, Viçosa – MG, 3ª ed., p. 191-215, 2016.
- SILVA, J. L. et al. Forragens taniníferas na produção de caprinos e ovinos. **Archivos de zootecnia**, v. 65, n. 252, p. 605–614, 2016.
- TIMMERMANS JR., S.J. et al. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using milk uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.6, p.1286-1299, 2000.

Artigo 1: Elaborado de acordo as normas da Revista Brazilian Journal of Development

Síntese de proteína microbiana e metabolismo de nitrogênio em caprinos no Semiárido

RESUMO

Objetivou-se estimar a síntese de proteína microbiana por meio do método de derivados de purina e avaliar o metabolismo sanguíneo e urinário do nitrogênio em caprinos suplementados com fenos de leguminosas associados ou não à palma forrageira miúda no Semiárido. O experimento foi realizado na Estação de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologia Rurais do Sertão Alagoano localizado na cidade de Piranhas-AL. Foram utilizados 30 caprinos machos, castrados, sem padrão de raça definida (SPRD), com peso médio inicial de ± 15 kg. O período experimental teve duração de 105 dias, divididos em cinco subperíodos de 21 dias cada, visando o ajuste da suplementação. A suplementação foi feita com base em 1% do peso corporal na matéria seca. Os tratamentos foram: PA= pastejo à vontade sem suplementação; LEU= feno de leucena (*Leucaena leucocephala (Lam) de Wit.*); LEU+P= feno de leucena + palma forrageira (*Nopalea cochenillifera - Salm Dyck*); SAB= feno de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia Benth*); e SAB+P= feno de sabiá + palma forrageira miúda. Foram feitas coletas de urina “spot” e sangue, para análises dos derivados de purina na urina (hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína), ureia e nitrogênio urinário, ureia e nitrogênio plasmático. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Os derivados de purina e, conseqüentemente, as purinas absorvidas, o nitrogênio e proteína microbiana apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos, sendo as suplementações com feno de leucena sem e com palma miúda com maiores médias. No entanto, os tratamentos com fenos de sabiá apresentaram menores médias para as respectivas variáveis. A ureia e nitrogênio plasmático apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos, com maiores valores para o tratamento com feno de leucena e feno de sabiá. Já a ureia e nitrogênio ureico não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Contudo, suplementação com feno de leucena para caprinos a pasto na Caatinga promove maior síntese de proteína microbiana entre os tratamentos. O metabolismo sanguíneo e urinário de nitrogênio apresenta concentrações dentro da normalidade em todos os tratamentos.

Palavras-chave: Derivados de purina, Caatinga, ruminantes, leguminosas, ureia.

Microbial protein synthesis and nitrogen metabolism in goats in the Semiarid region

ABSTRACT

The objective was to estimate microbial protein synthesis using the purine derivative method and to evaluate blood and urinary nitrogen metabolism in goats supplemented with legumes hay in the Semiarid region. The experiment was carried out at the Rural Technology Development and Dissemination Station of the backcountry of Alagoas located in the city of Piranhas-AL. Thirty male goats, castrated, without defined breed standard (SPRD), with initial average weight of ± 15 kg were used. The experimental period lasted 105 days, divided into five sub-periods of 21 days each, aiming at adjusting the supplementation. Supplementation was based on 1% of body weight in dry matter. The treatments were: PA = grazing at will without supplementation; LEU = leucena hay (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.); LEU + P = leucena hay + forage palm (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck); SAB = sabia hay (*Mimosa caesalpinifolia* Benth); and SAB + P = sabia hay + small forage palm. Spot urine and blood samples were collected for analysis of urine purine derivatives (hypoxanthine, xanthine, uric acid and allantoin), urea and urinary nitrogen, urea and plasma nitrogen. The design used was completely randomized. Purine derivatives and, consequently, absorbed purines, nitrogen and microbial protein showed a significant difference ($P < 0.05$) between treatments, with supplementation with leucena hay without and with small palm with higher averages. However, treatments with sabia hay presented lower averages for the respective variables. The urea and plasma nitrogen showed a significant difference ($P < 0.05$) between the treatments, with higher values for the treatment with leucena hay and sabia hay. Urea and urea nitrogen did not show any significant difference ($P > 0.05$) between treatments. However, supplementation with leucena hay for goats grazing in the Caatinga promotes greater synthesis of microbial protein between treatments. Blood and urinary nitrogen metabolism has normal concentrations in all treatments.

Keywords: Derived from purine, Caatinga, ruminants, legumes, urea.

INTRODUÇÃO

A criação de caprinos no Nordeste em sua maioria, é feita de forma extensiva, principalmente na região Semiárida, tendo como base alimentar a vegetação de Caatinga. Essa vegetação possui diversas espécies forrageiras com bom potencial para alimentação animal, porém a disponibilidade de forragem no Semiárido é sazonal, e em tempos de seca a oferta de alimento torna-se limitada. Nesse sentido, conservar essas forragens para ofertá-las em tempos de escassez é uma estratégia alimentar importante. Logo, para que os animais mantenham seu potencial produtivo, fazem-se necessárias estratégias de reforço alimentar, como a suplementação.

Uma das alternativas é a conservação e fornecimento de feno da própria vegetação local como suplemento. Existem diversas formas de conservação de forragem na Caatinga, mas o processo de fenação tem permitido o melhor aproveitamento de forrageiras com técnicas e manejos sustentáveis (SILVA et al., 2011). Entre as espécies nativas e adaptadas utilizadas para a produção de feno, o sabiá (*Mimosa caesalpinifolia Benth*) e a leucena (*Leucaena leucocephala (Lam) de Wit.*) proporcionam fenos de bom valor nutritivo. Por serem leguminosas, apresentam elevados teores de proteína e podem ser utilizados juntamente com a palma forrageira (*Nopalea cochenillifera - Salm Dyck*), que é uma ótima fonte de energia prontamente disponível para os ruminantes. Essas plantas, além de já serem bastante utilizadas na alimentação animal no Semiárido, apresentam geralmente uma boa aceitação pelos animais.

No entanto, para que os animais desempenhem de modo satisfatório suas funções produtivas, é indispensável o atendimento das suas exigências, tanto para manutenção quanto para produção (PEREIRA et al., 2007). Para melhor atender tais exigências, faz-se necessária a utilização de alimentos que maximizem o crescimento microbiano, pois a atividade microbiana no rúmen possibilita a transformação de compostos fibrosos e proteínas de baixo valor, assim como compostos nitrogenados não proteicos (NNP), em nutrientes de alto valor nutricional, como a proteína microbiana (SALVADOR, 2007).

A proteína bruta (PB) que chega ao compartimento do rúmen é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e por uma fração não degradável no rúmen (PNDR), onde a fração de PDR é composta por NNP e proteína verdadeira (BRODERICK; WALLACE; ORSKOV, 1991). A degradação da proteína no rúmen ocorre devido à ação de enzimas secretadas pelos microrganismos presentes no rúmen. Esses microrganismos utilizam os peptídeos, aminoácidos

e amônia liberados a partir da degradação da fração PDR da PB para seu crescimento e multiplicação.

Há diversos métodos diretos e indiretos para estimar a produção dessa proteína microbiana, porém alguns deles se tornam invasivos, pois, geralmente, necessitam de animais fistulados no rúmen e duodeno. No entanto, existe um método mais rápido e menos invasivo, que é por meio da contabilização da excreção de derivados de purinas na urina. De acordo com Chen e Gomes (1992), a excreção desses derivados está diretamente relacionada à absorção de purinas e, sabendo-se da relação N purina: N total na massa microbiana, a absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purina absorvida no intestino delgado, que é estimada por intermédio da excreção desses derivados de purinas na urina. Visto que, esses derivados de purinas (hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína) são produtos da catalisação das purinas nos tecidos e no sangue.

Para termos uma maior acurácia de como está o estado nutricional proteico desses animais, também é interessante a mensuração de ureia no sangue e na urina, pois possibilitará o entendimento do que foi aproveitado do nitrogênio fornecido pela dieta. Sabe-se que, para que haja crescimento microbiano, a proteína da dieta e energia devem estar em sinergia quanto a sua degradação ruminal. A falta de energia da dieta é um fator limitante para esse crescimento. Dietas ricas em proteínas e pobres em energia, além de não proporcionarem uma adequada síntese de proteína microbiana, promovem uma elevação do teor de amônia ruminal. E sempre que a concentração de amônia no rúmen ultrapassa o nível de utilização pela microbiota, ela é absorvida pela parede ruminal e levada para o fígado, onde é transformada em ureia, que quando não é reciclada, é excretada via urina. No entanto, para que esse processo de transformação da ureia ocorra, há uma necessidade de gasto de energia, que poderia está sendo utilizada para eficiência produtiva do animal (GONZÁLEZ et al., 2000; KOZLOSKI, 2016).

Desta forma, o objetivo desse trabalho é estimar a síntese de proteína microbiana através dos derivados de purina e o metabolismo sanguíneo e urinário de nitrogênio em caprinos suplementados com feno de leguminosas associado ou não à palma forrageira miúda no Semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologia Rurais do Sertão Alagoano localizado na cidade de Piranhas-AL. Foram utilizados 30 caprinos machos, castrados, sem padrão de raça definida (SPRD), com peso médio de $15 \pm$ kg. Todos os animais foram tratados contra endo e ectoparasitas submetidos a um período de adaptação ao ambiente e ao manejo durante 15 dias. O período experimental teve duração de 105 dias, divididos em cinco subperíodos de 21 dias cada, visando o ajuste da suplementação. Os animais foram mantidos em sistema de pastejo em área correspondente a 37 ha de vegetação de Caatinga, sob lotação contínua, todos com acesso irrestrito ao pasto e à mistura mineral comercial. A suplementação foi feita com base em 1% do peso corporal na matéria seca. Nos tratamentos onde o feno estava associado à palma miúda (*Nopalea cochenillifera* - *Salm Dyck*), o total de matéria seca fornecido foi 50% para o feno e 50% para a palma.

Após o período de adaptação, os animais foram pesados, identificados e distribuídos em cinco tratamentos: PA= pastejo à vontade sem suplementação; LEU= feno de leucena (*Leucaena leucocephala* (*Lam*) *de Wit.*); LEU+P= feno de leucena + palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* - *Salm Dyck*); SAB= feno de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* *Benth.*); e SAB+P= feno de sabiá + palma forrageira. Os animais foram suplementados às 15h, em baias individuais medindo 2,0 m x 0,60 m, confeccionadas em madeira e tela campestre e com piso ripado, providas de comedouros e bebedouros. No dia seguinte, após os animais saírem das baias de suplementação, quando ocorria sobras, estas eram coletadas, pesadas, registradas e amostradas, procedendo-se o armazenamento sob congelamento (a - 15°C), formando uma amostra composta por animal ao final de cada subperíodo, para posteriores análises químicas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG-UFRPE).

Foram realizadas no LANA as análises de determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), como descrito em AOAC (1990) com modificações propostas por Detmann et al. (2012), fibra em detergente neutro (FDN) segundo a metodologia de Van Soest et al. (1991). Na Tabela 1 está apresentada a composição química dos suplementos e do pasto.

Tabela 1. Composição química do pasto e dos suplementos

Itens	Alimentos			
	Pasto	Feno de Leucena	Feno de Sabiá	Palma Miúda
Matéria seca (g/kg)	141,0	842,0	878,4	137,6
Matéria orgânica (g/kg)	894,0	896,1	944,9	882,5
Proteína bruta (g/kg)	171,0	276,0	216,5	32,6
Extrato etéreo (g/kg)	-	30,0	42,5	16,9
Fibra em detergente neutro (g/kg)	624,0	481,1	465,4	213,0
Fibra em detergente ácido (g/kg)	419,0	-	-	-
Lignina (g/kg)	64,5	-	-	-
PIDN (g/kg)	148,0	-	-	-
PIDA (g/kg)	106,0	-	-	-
Carboidratos totais (g/kg)	689,0	-	-	-

PIDN= proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido.

A coleta de urina “spot” foi efetuada no último dia de cada subperíodo de coleta, quatro horas após o início do pastejo, durante micção espontânea. Foram coletadas utilizando-se sacos para colostomia de 65 mm, acopladas no abdômen do animal. A urina foi acondicionada em recipiente com capacidade de 100mL. Em seguida, coletada uma alíquota de 10mL de urina e diluída imediatamente em 40mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a (0,036N) sendo o pH ajustado abaixo de 3 com gotas de H₂SO₄ concentrado, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e precipitação de ácido úrico. Foram congeladas a -20°C para posteriores análises de creatinina, visando à estimativa do volume urinário e determinação dos níveis de ureia na urina e derivados de purinas: xantina, hipoxantina, ácido úrico e alantóina, como também creatinina, objetivando a estimativa do volume urinário.

O volume urinário (VU) foi estimado para cada animal, multiplicando-se o peso corporal (PC) pela excreção diária de creatinina (mg/kg PC) e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina. Para obtenção da excreção diária de creatinina, foi adotada a média de 28,19 mg/kg PC, obtida por Souza (2008).

Na mesma ocasião foram coletadas amostras de sangue logo após a coleta de urina em cada animal por punção na veia jugular, utilizando-se tubos “Vacutainer” sem anticoagulante e com heparina. Em seguida, as amostras foram imediatamente centrifugadas a 2.000 rpm por 15 minutos. O plasma resultante foi acondicionado em tubos “ependorf”, identificados e congelados em freezer a -20 °C, para posteriores análises de ureia plasmática.

As purinas absorvidas (PAB) (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção dos derivados de purinas (Y, mmol/dia) por intermédio da equação descrita por Chen e

Gomes (1992), onde: $Y = 0,84X + (0,150 PC^{0,75} e^{-0,25x})$, em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina. A síntese de nitrogênio microbiano (SNmic), (Y, gN/dia) foi calculada em função das PAB (X, mmol/dia), mediante a fórmula $Y = 70X / 0,83 \times 0,116 \times 1000$, onde 70 é o nitrogênio de purinas em mg N/mmol; 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação de N purina:N total dos microrganismos, descrita por Chen e Gomes (1992). A estimativa da proteína bruta microbiana (PBmic) foi calculada multiplicando-se a SNmic x 6,25.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado sendo cinco tratamentos com seis repetições. As análises estatísticas foram feitas através do programa estatístico R (2019). Foram feitos teste de normalidade e homocedasticidade, e para as variáveis que não apresentaram normalidade, foram feitas transformações de dados pelo método de Boxcox (BOX; COX, 1964). Para as variáveis normais e as transformadas foi realizada análise de variância e comparação das médias utilizando o teste Tukey a 5% de probabilidade. Para as variáveis que mesmo com a transformação de dados não apresentaram normalidade, foi aplicado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e de comparações múltiplas utilizando o teste de Nemenyi.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão apresentados os valores referentes aos derivados de purina, bem como da síntese de proteína microbiana de cada tratamento. O volume urinário apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos pastejo à vontade sem suplementação e feno de sabiá, porém ambos não apresentaram diferença em relação aos outros tratamentos. O volume de urina está relacionado à excreção de creatinina, que está, por sua vez, associada ao peso corporal do animal. Logo, possivelmente, o peso dos animais influenciou nos resultados obtidos dessa variável.

Ao analisar a xantina + hipoxantina foi encontrada diferença significativa ($P < 0,05$) em todas as unidades de medida avaliadas. Quando observado em mg/dL o tratamento que apresentou maior mediana foi o da suplementação de feno de sabiá + palma, não apresentando diferença estatística com os tratamentos feno de leucena + palma e feno de sabiá. Para as demais unidades de medida (mg/kgPC, mg/kgPC^{0,75} e mmol/dia), o tratamento feno de leucena + palma se destaca com maiores médias em valores absolutos, mesmo que não diferencie estatisticamente dos tratamentos feno de leucena e feno de sabiá.

Em caprinos se faz necessária a mensuração de xantina + hipoxantina, pois a ação da enzima xantina oxidase que converte a xantina e hipoxantina em ácido úrico é muito baixa, diferente dos bovinos, que só é preciso contabilizar o ácido úrico e a alantoína (KOZLOSKI, 2016). Mesmo assim, o percentual encontrado desses derivados na urina é baixo, pois como a ação da xantina oxidase é mínima, algumas purinas absorvidas ainda podem entrar no fígado inalteradas e assim serem utilizadas para a síntese de novos nucleotídeos. Esse processo é o que chamamos de via de salvação das purinas, onde aquelas purinas que não forem aproveitadas por essa via, são totalmente convertidas em seus produtos finais metabólicos: hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína (CHEN E GOMES, 1992).

De acordo com Chen e Gomes (1992), a proporção de xantina e hipoxantina encontrada na urina de ovinos deve ser entre 5 a 10% dos derivados de purinas totais. No presente trabalho, as médias em mmol/dia se encontram abaixo desses valores, com 3,31; 3,04; 3,68; 3,79 e 2,61 % para pastejo à vontade sem suplementação, feno de leucena, feno de leucena + palma, feno de sabiá e feno de sabiá + palma, respectivamente. Provavelmente, houve uma maior demanda de utilização das purinas absorvidas pela via de salvação, diminuindo assim o percentual de hipoxantina e xantina encontrados na urina ou uma diminuição da concentração das bases púricas derivadas dos microrganismos ruminais.

Para ácido úrico todos os tratamentos apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) em todas as unidades de medida analisadas, com o tratamento feno de sabiá + palma com maiores médias pra mg/dL e mmol/dia. Quando observado em mg/PC e mg/PC^{0,75}, o tratamento feno de leucena + palma foi o que apresentou maiores valores, esses resultados estão condicionados ao peso dos animais, visto que os animais desse tratamento apresentaram maior peso ao final do experimento.

O percentual desse composto nos derivados de purinas totais dos tratamentos esteve entre 36,71 a 55,09%, proporções maiores do que as preconizadas por Chen e Gomes (1992), que relataram que o percentual de ácido úrico, geralmente, varia de 10 a 30%. Pereira et al. (2020) também encontraram resultados semelhantes ao presente trabalho, onde avaliaram a excreção de derivados de purinas em caprinos na Caatinga. No entanto, os percentuais apresentados por Chen e Gomes (1992) são advindos de experimentos com ovinos, que na maioria das vezes, estiveram em condições controladas. No entanto, de acordo com os mesmos autores, essas proporções podem variar de acordo com as espécies avaliadas.

Tabela 2. Valores médios e desvios-padrões e medianas e intervalos interquartis para as variáveis de síntese de proteína microbiana em caprinos suplementados no Semiárido.

	Tratamentos					P-valor
	PA	LEU	LEU+P	SAB	SAB+P	
Volume urinário (L)	1,40 ^a ±0,78	1,00 ^{ab} ±0,57	1,17 ^{ab} ±0,76	0,58 ^b ±0,22	0,95 ^{ab} ±0,37	<0,001 ^T ₁
Xantina + Hipoxantina ₂ (mg/dL)	1,71 ^b (0,16)	1,83 ^b (0,13)	1,93 ^a (0,12)	1,98 ^a (0,05)	2,03 ^a (0,30)	<0,001 ^K
Xantina + Hipoxantina (mg/kgPC)	4,14 ^{ab} ±1,30	4,47 ^a ±1,41	5,57 ^a ±2,01	4,23 ^{ab} ±0,90	3,36 ^b ±0,63	<0,001 ^T ₁
Xantina + Hipoxantina (mg/kgPC ^{0,75})	8,59 ^{ab} ±2,72	9,62 ^a ±3,08	11,33 ^a ±3,96	8,84 ^{ab} ±1,81	6,97 ^b ±1,33	<0,001 ^T ₁
Xantina + Hipoxantina (mmol/dia)	0,46 ^b ±0,15	0,57 ^a ±0,19	0,57 ^a ±0,19	0,48 ^{ab} ±0,09	0,37 ^b ±0,08	<0,001 ^T ₁
Ácido úrico (mg/dL)	98,20 ^{bc} ±16,23	115,53 ^b ±29,75	111,90 ^b ±16,75	85,70 ^c ±21,03	131,11 ^a ±22,39	<0,001 ^T ₁
Ácido Úrico (mg/kgPC)	237,91 ^{ab} ±97,77	291,72 ^a ±136,48	320,44 ^a ±129,38	185,44 ^b ±69,64	217,20 ^{ab} ±56,50	<0,001 ^T ₁
Ácido Úrico (mg/kgPC ^{0,75})	492,41 ^{ab} ±199,28	628,08 ^a ±293,63	654,48 ^a ±264,95	386,57 ^b ±142,56	450,67 ^{ab} ±117,08	<0,001 ^T ₁
Ácido úrico (mmol/dia)	5,85 ^{bc} ±0,97	6,88 ^b ±1,77	6,60 ^b ±1,00	5,10 ^c ±1,25	7,80 ^a ±1,33	<0,001 ^T ₁
Alantoína (mg/dL)	34,67 ±18,37	31,81 ±12,68	32,19 ±17,75	30,39 ±13,60	25,95 ±15,24	0,226 ^T
Alantoína (mg/kgPC)	77,016 ^a ±49,60	77,49 ^a ±43,35	86,70 ^a ±49,71	66,33 ^{ab} ±34,84	41,85 ^b ±23,06	0,001 ^T ₁
Alantoína (mg/kgPC ^{0,75})	160,42 ^a ±105,87	166,56 ^a ±93,33	176,82 ^a ±100,14	138,23 ^{ab} ±72,05	86,86 ^b ±47,58	0,001 ^T ₁
Alantoína ₂ (mmol/dia)	7,59 ^b ±3,47	11,29 ^a ±5,39	8,26 ^{ab} ±3,42	7,09 ^b ±6,22	5,98 ^b ±2,25	<0,000 ^T ₁
ETDP (mmol/dia)	13,89 ^b ±3,63	18,74 ^a ±5,19	15,49 ^{ab} ±3,65	12,67 ^b ±5,83	14,16 ^b ±2,30	<0,001 ^T ₁
Purina absolvida (mmol/dia)	13,69 ^b ±3,65	18,54 ^a ±5,22	15,29 ^{ab} ±3,66	12,45 ^b ±5,85	13,96 ^b ±2,31	<0,001 ^T ₁
Nitrogênio microbiano (g/dia)	8,62 ^b ±2,30	11,67 ^a ±3,29	9,63 ^{ab} ±2,30	7,84 ^b ±3,68	8,79 ^b ±1,45	<0,001 ^T ₁
Proteína microbiana (g/dia)	53,85 ^b ±14,36	72,92 ^a ±20,53	60,16 ^{ab} ±14,39	48,98 ^b ±23,02	54,93 ^b ±9,08	<0,001 ^T ₁

SAB= PASTEJO À VONTADE + FENO DE SABIÁ; LEU= PASTEJO À VONTADE + FENO DE LEUCENA; SAB+P= PASTEJO À VONTADE + FENO DE SABIÁ + PALMA FORRAGEIRA; LEU+P= PASTEJO À VONTADE + FENO DE LEUCENA + PALMA FORRAGEIRA; PA= PASTEJO À VONTADE; ETDP= Excreção total de derivados de purina; PC^{0,75}= Peso corporal metabólico;

^T p-valor obtido a partir da ANOVA;

^K p-valor obtido pelo teste de Kruskal Wallis;

₁ p-valor obtido a partir de dados transformados pela função Box-Cox;

₂ Valores referentes às medianas e intervalos interquartis;

Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa (p<0,05) entre as médias ou medianas dos tratamentos.

Possivelmente, pode ter acontecido uma maior ação da xantina oxidase na conversão da hipoxantina e xantina à ácido úrico ou menor proporção da enzima uricase na transformação desse composto em alantoína, visto que o percentual dessa enzima no sangue dos ovinos é baixo. Da mesma forma, nos tecidos, a atividade dessa enzima é maior em bovinos do que em ovinos (CHEN; ØRSKOV; HOVELL, 1990). Segundo Johnson et al. (1998), essa abrangência de excreção de ácido úrico na urina em relação aos derivados de purinas fica condicionado ao estágio fisiológico do animal e aos tratamentos dietéticos.

A alantoína em ml/dL não apresentou significância ($P>0,05$) entre os tratamentos, mas quando observada em mg/PC, $\text{mg/PC}^{0,75}$ e mmol/dia foi constatado diferença ($P<0,05$), com maiores valores para o tratamento com suplementação de feno de leucena + palma (mg/PC e $\text{mg/PC}^{0,75}$) e feno de leucena (mmol/dia). Os valores em percentuais da alantoína em mmol/dia em relação à EDPT variaram de 42,23 a 60,25% para feno de sabiá + palma e feno de leucena, respectivamente. Esses valores, foram mais baixos do que os citados por Chen e Gomes (1992), que relataram que o percentual de alantoína geralmente varia de 60 a 80%. Esse resultado está relacionado ao elevado percentual de ácido úrico encontrado neste trabalho.

A excreção total de derivados de purina corresponde ao somatório dos dados apresentados acima, ou seja, esse resultado está estreitamente ligado com a excreção de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina. Podemos observar que houve diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos. Entre eles, o tratamento que possuía apenas feno de leucena como suplementação foi o que obteve maior média, apesar de não diferir estatisticamente do tratamento que possuía feno de leucena + palma. Já o tratamento que possuía apenas feno de sabiá na suplementação obteve menor média, não diferindo estatisticamente da suplementação com feno de sabiá + palma e pastejo à vontade sem suplementação.

De acordo com Chen e Gomes (1992), os valores dos derivados de purinas estão diretamente relacionados aos valores de purinas absorvidas e, conseqüentemente, à síntese de proteína microbiana. Portanto, como esperado, as variáveis purinas absorvidas, nitrogênio microbiano e proteína microbiana apresentaram comportamentos iguais aos derivados de purinas totais, com maiores médias para o tratamento com suplementação de feno de leucena, 18,54; 11,67 e 72,92 g/dia, respectivamente. E, da mesma forma que a EDTP, não diferiram estatisticamente do tratamento que possuía palma junto à leucena em sua composição.

Diversos fatores podem influenciar o crescimento microbiano no rúmen, principalmente o consumo dos nutrientes presentes nos alimentos, a sincronização de degradabilidade do nitrogênio e energia fornecidos pela dieta, o pH ruminal e a taxa de passagem do alimento (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011). Os tratamentos feno de leucena + palma, feno de leucena, feno de sabiá + palma, feno de sabiá e pastejo à vontade sem suplementação apresentaram CMS total de 0,50, 0,48, 0,49, 0,41 e 0,39 kg/dia, respectivamente. No presente trabalho foi observado que os animais apresentaram um baixo consumo dos suplementos, principalmente dos tratamentos com feno de sabiá. Foi observado que no tratamento que possuía palma + sabiá, os animais selecionavam e consumiam, praticamente, só a palma forrageira. Apesar disso, conseguimos perceber que os tratamentos de feno de leucena + palma, feno de leucena e feno de sabiá + palma demonstraram um CMS um pouco maior que os outros tratamentos, apresentando percentuais de CMS total de 22,00, 18,75 e 17,02% a mais, respectivamente, em relação ao tratamento de pastejo à vontade sem suplementação. Já o tratamento só com feno de sabiá, apresentou diferença de CMS total apenas de 4,88%, demonstrando o baixo consumo dessa suplementação em relação às outras.

Os maiores consumos para os tratamentos que contêm palma na composição devem-se ao fato da palma ser um alimento bastante palatável e que apresenta boa aceitação pelos animais, aumentando assim o consumo dessas suplementações em relação às outras. Apesar do tratamento feno de leucena + palma ter apresentado maior valor de CMS total, a síntese de proteína microbiana desse tratamento foi menor que o de feno de leucena, mesmo não apresentando diferenças estatísticas entre si. Possivelmente isso está relacionado à diminuição de nitrogênio ingerido nesse tratamento, visto que a palma forrageira foi mais consumida que a leucena, onde a mesma possui baixo teor de proteína, além da própria diminuição de concentração desse nutriente quando se ofertou 50% de cada alimento nesse tratamento em relação ao tratamento onde foi ofertado 100% de feno de leucena.

Além de uma possível menor sinergia de degradação do nitrogênio e energia dessa suplementação, a palma é rica em CNF, fator que influencia na elevada taxa de degradação da MS, tendo cerca de 95,34% de degradação potencial, sendo assim, prontamente degradada no rúmen. Isso difere da degradação da MS da leucena, que possui uma taxa de degradação potencial um pouco menor, cerca de 71,56% (ALVES, 2018). Logo, além da diminuição do teor de proteína nesse tratamento, esse fator da possível menor sinergia de degradação ruminal pode ter contribuído para a menor síntese desse tratamento em relação à suplementação apenas com feno de leucena.

Diversos metabólitos secundários são encontrados em plantas na Caatinga, entre eles os taninos, que são compostos fenólicos produzidos por elas, encarregados de protegê-las contra doenças patogênicas e do consumo por animais herbívoros (PAIVA, 2019). O sabiá geralmente apresenta um elevado percentual de tanino em sua composição, acima de 10% na MS em todos os estágios fenológicos (GUIMARÃES-BEELLEN, 2002), esse fator provavelmente afetou o consumo e a degradabilidade dos seus nutrientes, diminuindo assim, o CMS e a síntese de proteína microbiana. O elevado teor de taninos do sabiá pode diminuir a sua palatabilidade por causa da adstringência em razão da complexação tanino-proteínas salivares, deixando o alimento com sabor desagradável, diminuindo o seu consumo. O tanino tem o poder de formar complexos ligados aos carboidratos e, principalmente, à proteína, como também aos microrganismos e enzimas excretadas por eles (VALADARES FILHO; PINA, 2011). Dependendo do teor de tanino ingerido e da espécie animal, esta complexação pode ser considerada algumas vezes benéfica e outras vezes maléfica.

A presença de valores elevados de taninos condensados, acima de 6% na MS, inibe o crescimento da microbiota ruminal devido à toxidez desse composto em alguns microrganismos ruminais, como também diminui a digestibilidade de alguns nutrientes por causa da sua complexação com os mesmos (FRUTOS et al., 2002; GUIMARÃES-BEELLEN et al., 2006; ARCURI et al., 2011). Nozella (2001), observou correlação negativa entre a presença do tanino e a síntese microbiana em plantas da Caatinga, constatando que as plantas com maior teor de tanino apresentam menor degradabilidade, influenciando assim no crescimento microbiano.

Na tabela 3 estão descritas as variáveis para análise do metabolismo sanguíneo e urinário da ureia em caprinos suplementados no Semiárido. Para ureia plasmática e nitrogênio ureico plasmático em mg/dL, observou-se diferença significativa entre os tratamentos, com as suplementações de feno de leucena e feno de sabiá apresentando maiores médias, diferindo apenas do tratamento feno de sabiá + palma.

De acordo com González et al. (2000), os valores de referência de ureia no sangue de caprinos é de 2 a 8 mmol/L, que equivale 12,01 a 48,06 mg/dL. Logo, observando os valores encontrados neste trabalho, podemos constatar que estão dentro da variação esperada, pois vão de 27,23 a 37,88 mg/dL entre os tratamentos.

Tabela 3. Valores médios e desvios-padrões para as variáveis do metabolismo sanguíneo e urinário da ureia em caprinos suplementados no Semiárido.

	Tratamentos					P-valor
	PA	LEU	LEU+P	SAB	SAB+P	
Ureia plasmática (mg/dL)	33,88 ^{ab} ±17,98	37,81 ^a ±15,46	28,80 ^{ab} ±12,28	37,88 ^a ±10,41	27,23 ^b ±13,29	0,001 ^T ₁
Nitrogênio ureico plasmático (mg/dL)	15,79 ^{ab} ±8,38	17,62 ^a ±7,20	13,42 ^{ab} ±5,72	17,65 ^a ±4,85	12,69 ^b ±6,19	0,001 ^T ₁
Ureia urinária (mg/dL)	100,23 ±71,57	153,71 ±110,77	125,45 ±79,13	150,49 ±132,36	129,49 ±100,33	0,186 ^T ₁
Nitrogênio ureico urinário (mg/dL)	46,71 ±33,35	71,63 ±51,62	58,46 ±36,88	70,13 ±61,68	60,34 ±46,75	0,186 ^T ₁

SAB= Pastejo à vontade + Feno de sabiá; LEU= Pastejo à vontade + Feno de leucena; SAB+P= Pastejo à vontade + Feno de sabiá + Palma forrageira; LEU+P= Pastejo à vontade + Feno de leucena + Palma forrageira; PA= Pastejo à vontade; PC^{0,75}= Peso corporal metabólico;

^T p-valor obtido a partir da ANOVA;

₁ p-valor obtido a partir de dados transformados pela função Box-Cox;

Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa (p<0,05) entre as médias ou medianas dos tratamentos.

De acordo com Preston et al. (1965), a concentração de ureia plasmática e urinária estão correlacionadas ao consumo e absorção de nitrogênio pelo organismo animal. Podemos observar que o tratamento com suplementação de feno de leucena apresentou maior média entre os tratamentos, isso pode ser explicado pelo maior teor de proteína ingerido nessa suplementação, como também pela possível maior degradação e digestibilidade dessa proteína em relação aos outros tratamentos. De acordo com Possenti et al. (2009), avaliando a inclusão de 50% de feno de leucena em dietas com coast-cross, a degradação potencial da PB do feno de leucena foi de 68,64%. Kamatali et al. (1992) encontraram digestibilidade de 56,3% para a proteína não degradada no rúmen.

Porém, os tratamentos feno de sabiá e pastejo à vontade sem suplementação não apresentaram essa correlação com o consumo de nitrogênio. Os valores mais altos de ureia e nitrogênio plasmático encontrados no tratamento pastejo à vontade sem suplementação provavelmente estão relacionados com a reciclagem de nitrogênio. Esse tratamento apresentou baixo teor de nitrogênio ingerido em relação aos outros tratamentos, principalmente quando comparado com os que possuíam leucena na composição. Provavelmente, como a CMS e a ingestão de N desse tratamento foi menor, o organismo animal buscou reciclar a ureia produzida no fígado, elevando a concentração de ureia plasmática. Já os resultados encontrados para o tratamento feno de sabiá provavelmente estão relacionados ao baixo volume urinário, elevando

a concentração de ureia na urina e conseqüentemente a permanência de níveis mais elevados de ureia no plasma.

Segundo Kozloski (2016), sempre que a concentração de amônia no rúmen ultrapassa o nível de utilização pela microbiota ruminal, ela é absorvida pela parede ruminal e levada para o fígado. No fígado, essa amônia é transformada em ureia, juntamente com a amônia que é gerada na desaminação de aminoácidos oriundos da absorção pós-ruminal ou do metabolismo sistêmico de proteína, ácidos nucleicos e outros compostos nitrogenados, onde parte dela pode ser reutilizada via saliva ou parede ruminal e parte, em sua maioria, é excretada pelo corpo via urina.

Apesar de não diferirem estatisticamente ($P>0,05$), a suplementação que possuía apenas leucena, obteve maiores valores absolutos para a excreção de ureia e nitrogênio ureico na urina em mg/dL. Provavelmente, esse fato ocorreu pelo maior teor de proteína, degradação e digestibilidade desse alimento, como relatado anteriormente para ureia plasmática. Segundo Menezes et al. (2006), a concentração de ureia no plasma é fortemente correlacionada com a excreção de ureia na urina de ruminantes.

CONCLUSÃO

A suplementação com feno de leucena para caprinos a pasto na Caatinga promove maior síntese de proteína microbiana em relação aos não suplementados.

O metabolismo sanguíneo e urinário de nitrogênio apresenta concentrações dentro da normalidade em todos os tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. C. **Degradabilidade ruminal de dietas contendo palma forrageira associada ao feno de leucena para ruminantes**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA, 2018.

AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 2 vols. 15th ed. Washington, DC, 1990.

ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C.C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V. E OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.115-160, 2011.

BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2ª ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An Analysis of Transformations. **Journal of Royal Statistical Society**. B, 39, p. 211-252, 1964.

BRODERICK, G. A.; WALLACE, R. J.; ORSKOV, E. R. Control of rate and extent of protein degradation. In: **Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants: Proceedings of the Seventh International Symposium on Ruminant Physiology**. Academic Press Ltd, 1991.

CHEN, X.B., GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Buchsburnd. **Aberdeen: Rowett Research Institute.**, 1992. p. 21.

CHEN, X. B.; ØRSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. D. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 121–129, 1990.

DETMANN, E. et al. (Ed.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

FRUTOS, P. et al. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology**, v.92, p.215-226, 2002.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.**, Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande de Sul, 2000.

GUIMARÃES-BEELLEN, P. M. **Taninos condensados de leguminosas nativas do semiárido nordestino**. 2002. 71f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2002.

GUIMARÃES-BEELLEN, P. M. et al. Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavefaciens* FD1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 910–917, 2006.

JOHNSON, L. M. et al. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2408-2420, 1998.

KAMATALI, P. et al. In situ degradability of organic matter, crude protein and cell wall of various tree forages. **Animal Production**, v. 55, p. 29-34, 1992.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes.**, ed. 3, Santa Maria: Editora UFSM, p. 167-169, 2016.

MENEZES, D. R. et al. Balanço de nitrogênio e medida do teor de uréia no soro e na urina como monitores metabólicos de dietas contendo resíduo de uva de vitivinícolas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.7, n. 2, p. 169-175, 2006.

NOZELLA, E.F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2001.

- PAIVA, L. L. **O raleio altera a produtividade do plantio e a concentração de taninos na casca da *Mimosa caesalpinifolia Benth.*?** 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2019.
- PEREIRA, K. P. et al. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Revista Animal Sciences**, Maringá, v.29, n.4, 2007.
- PEREIRA, K. P. et al. Síntese De Proteína Microbiana Em Caprinos Criados a Pasto No Semiárido / Synthesis of Microbial Protein in Goats Raised on Pasture in the Semiarid Region. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 77443–77458, 2020.
- POSSENTI, R. A. et al. Efeitos do uso de leucena e levedura em dietas para bovinos sobre a degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro. **Boletim de Indústria Animal**, v. 66, p. 21–31, 2009.
- PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, p. 281–286, 1965.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. URL <https://www.R-project.org/>.
- SALVADOR, F. M. **Proteína degradável no rúmen e proteína metabolizável em ovinos em crescimento**. 2007. 147 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2007.
- SILVA, J. G. M. et al. Cactáceas nativas associadas a feno de flor de seda e sabiá na alimentação de cabras leiteiras. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 158–164, 2011.
- SOUZA, E.J.O. **Substituição de Casca de Soja por Feno de Tifton (*Cynodon Dactylon*) em Dietas a Base de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) para Caprinos**. 2008. 67f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2008.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V. E OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**, Funep. Jaboticabal, p.161-191, 2011.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and mostarch polysaccarydes in relation to animal nutrition cows. **Journal Dairy Science**, p.3583-3597, 1991.

Artigo 2: Elaborado de acordo as normas da Revista Brazilian Journal of Development

Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em caprinos no Semiárido

RESUMO

Objetivou-se avaliar o balanço de nitrogênio e perdas endógenas de proteínas pelo NRC (2007) e AFRC (1993) em caprinos suplementados com feno de leguminosas associado ou não à palma forrageira miúda no Semiárido. O experimento foi realizado na Estação de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologia Rurais do Sertão Alagoano localizado na cidade de Piranhas-AL. Foram utilizados 30 caprinos machos, castrados, sem padrão de raça definida (SPRD), com peso médio inicial de ± 15 kg. O período experimental teve duração de 105 dias, divididos em cinco subperíodos de 21 dias cada, visando o ajuste da suplementação. A suplementação foi feita com base em 1% do peso corporal na matéria seca. Os tratamentos foram: PA= pastejo à vontade sem suplementação; LEU= feno de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.); LEU+P= feno de leucena + palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck); SAB= feno de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth); e SAB+P= feno de sabiá + palma forrageira miúda. Foram feitas coletas de fezes direto da ampola retal utilizando o indicador LIPE, para se estimar o consumo de matéria seca e para análises de nitrogênio fecal. Foram feitas coletas de urina “spot” após quatro horas do fornecimento da suplementação para análises de nitrogênio e creatinina na urina. As perdas endógenas foram obtidas através das equações do NRC (2007) e AFRC (1993). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições. O programa estatístico utilizado para as análises estatísticas foi o R (2019). O consumo de nitrogênio apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, tendo como maior média o tratamento feno de leucena. O nitrogênio fecal apresentou diferença significativa apenas para o tratamento feno de leucena. Já o nitrogênio urinário não apresentou diferença estatística ($P > 0,05$). O balanço de nitrogênio apresentou maiores médias para feno de leucena e feno de leucena + palma. As perdas endógenas estimadas pelo NRC (2007) apresentaram-se maiores que as estimadas pelo AFRC (1993) com maiores valores absolutos para os tratamentos feno de leucena, feno de leucena + palma e feno de sabiá + palma. Logo, as perdas endógenas obtidas através dos sistemas nutricionais NRC (2007) e AFRC (1993) diferem consideravelmente, apesar de apresentarem comportamento semelhante. O balanço de nitrogênio foi positivo para todos os tratamentos, com maior média para a suplementação feno de leucena.

Palavras-chave: leguminosas, ruminantes, proteína, suplementação, Caatinga.

Nitrogen balance and endogenous losses in goats in the Semiarid region

ABSTRACT

The objective was to evaluate the nitrogen balance and endogenous protein losses by NRC (2007) and AFRC (1993) in goats supplemented with leguminous hay associated or not with small forage palm in the Semiarid region. The experiment was carried out at the Rural Technology Development and Dissemination Station of the backcountry of Alagoas located in the city of Piranhas-AL. Thirty male goats, castrated, without defined breed standard (SPRD), with initial average weight of ± 15 kg were used. The experimental period lasted 105 days, divided into five sub-periods of 21 days each, aiming at adjusting the supplementation. Supplementation was based on 1% of body weight in dry matter. The treatments were: PA = grazing at will without supplementation; LEU = leucena hay (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.); LEU + P = leucena hay + forage palm (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck); SAB = sabia hay (*Mimosa caesalpinifolia* Benth); and SAB + P = sabia hay + small forage palm. Stool collections were made directly from the rectal ampoule using the LIPE indicator, to estimate dry matter consumption and for fecal nitrogen analysis. "Spot" urine collections were made after four hours of supplying the supplement for analysis of nitrogen and creatinine in the urine. Final losses were lost using the NRC (2007) and AFRC (1993) equations. The design used was completely randomized, with five treatments and six repetitions. And the statistical program used for statistical analysis was R (2019). Nitrogen consumption showed a significant difference ($P < 0.05$) between treatments, with leucene hay treatment as the highest average. Fecal nitrogen showed a significant difference only for the treatment of leucene hay. Urinary nitrogen, however, did not show statistical difference ($P > 0.05$). The nitrogen balance showed higher averages for leucena hay and leucena hay + palm. The endogenous losses estimated by the NRC (2007) were higher than those estimated by the AFRC (1993) with higher absolute values for the treatments leucena hay, leucena hay + palm and thrush + palm hay. Therefore, the endogenous losses obtained through the nutritional systems NRC (2007) and AFRC (1993) differ considerably, despite having similar behavior. The nitrogen balance was positive for all treatments, with higher average for leucena hay supplementation.

Keywords: legumes, ruminants, protein, supplementation, Caatinga

INTRODUÇÃO

Sabe-se que uma das principais dificuldades de criação de animais no Semiárido é a escassez de forragem em tempos de seca. Apesar dos caprinos serem animais mais rústicos e adaptados ao clima, necessitam de um aporte nutricional adequado para que consigam manter suas exigências de manutenção e produção. A Caatinga, vegetação predominante no Semiárido, possui diversas espécies com potencial forrageiro, de bom valor nutricional e capazes de serem armazenadas para serem oferecidas em tempos de escassez como suplementação alimentar.

Mas, para que esses animais tenham um desempenho satisfatório, é necessário que haja uma sincronização da degradação dos nutrientes ofertados pela dieta, tendo uma absorção satisfatória e diminuindo as perdas nutricionais. Dessa forma, conhecermos o funcionamento do seu metabolismo em situações variadas é de grande importância para tal desempenho. O metabolismo proteico e energético pode nos dar respostas de como anda o estado nutricional de cada animal, nos possibilitando fazer ajustes e melhorias no manejo alimentar desses animais.

A proteína tem sido considerada um dos nutrientes mais importantes na nutrição animal e o nutriente que mais onera os custos de produção. Logo, a utilização de leguminosas nativas e adaptadas à Caatinga, como o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia Benth*) e a leucena (*Leucaena leucocephala (Lam) de Wit.*), tornam-se uma alternativa de suplementação viável e acessível. Sabe-se que para um melhor aproveitamento da proteína pelos microrganismos ruminais, há uma necessidade de energia, logo, uma fonte que poderá contribuir com esse nutriente na suplementação é a palma forrageira miúda (*Nopalea cochenillifera - Salm Dyck*), visto que é uma excelente fonte carboidratos não estruturais e bastante aceita pelos animais por sua palatabilidade. Porém, nem toda proteína que é consumida através desses alimentos consegue ser absorvida pelo animal, parte da proteína das leguminosas pode ser indigestível por causa de compostos existentes no próprio alimento, como a lignina e o tanino. Essas plantas geralmente possuem um elevado percentual de tanino em sua composição, que tem o poder de formar complexos ligados aos nutrientes da dieta, como à proteína e aos carboidratos, podendo assim interferir na degradação e digestibilidade dos mesmos (VALADARES FILHO; PINA, 2011).

Segundo Van Soest (1994), o balanço de matéria perdida que transita pelo trato digestivo é o que melhor pode determinar o aproveitamento dos alimentos da dieta ofertada aos animais. No entanto, não se encontra apenas o alimento não digerido nas fezes, mas também produtos metabólicos como bactérias e perdas endógenas do metabolismo animal, como descamações da pele e enzimas digestivas do trato gastrointestinal. Logo, além da quantificação

de nitrogênio fecal e urinário, também se faz necessária a quantificação dessas perdas endógenas, para que as exigências de proteína para manutenção e produção desses animais sejam atingidas (ROTTA et al., 2016).

Alguns sistemas nutricionais conseguiram elaborar fórmulas que permitem a mensuração dessas perdas, no entanto, apresentam diferenças significativas entre si. Para o NRC (2007) as perdas de proteína pelo trato digestível se dão por meio do nitrogênio urinário endógeno, do nitrogênio metabólico fecal e das perdas por descamação. Já o sistema AFRC (1993) adquire dois fatores: o nitrogênio basal e as perdas por descamação; sendo que o nitrogênio endógeno basal é formado pela soma do nitrogênio urinário endógeno e por parte do nitrogênio metabólico fecal, que é constituído por células de descamação do epitélio e de enzimas que foram digeridas, mas não foram absorvidas.

Desta forma, o objetivo desse trabalho é avaliar o balanço de nitrogênio e perdas endógenas de proteínas pelo NRC (2007) e AFRC (1993) em caprinos suplementados com feno de leguminosas associado ou não à palma forrageira miúda no Semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação de Desenvolvimento e Difusão de Tecnologia Rurais do Sertão Alagoano localizado na cidade de Piranhas-AL. Foram utilizados 30 caprinos machos, castrados, sem padrão de raça definida (SPRD), com peso médio de 15± kg. Todos os animais foram tratados contra endo e ectoparasitas submetidos a um período de adaptação ao ambiente e ao manejo durante 15 dias. O período experimental teve duração de 105 dias, divididos em cinco subperíodos de 21 dias cada, visando o ajuste da suplementação. Os animais foram mantidos em sistema de pastejo em área correspondente a 37 ha de vegetação de Caatinga, sob lotação contínua, todos com acesso irrestrito ao pasto e à mistura mineral comercial. A suplementação foi feita com base em 1% do peso corporal na matéria seca. Nos tratamentos onde o feno estava associado à palma miúda (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck), o total de matéria seca fornecido foi 50% para o feno e 50% para a palma.

Após o período de adaptação, os animais foram pesados, identificados e distribuídos em cinco tratamentos: PA= pastejo à vontade sem suplementação; LEU= feno de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.); LEU+P= feno de leucena + palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*); SAB= feno de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth); e SAB+P=

feno de sabiá + palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck). Os animais foram suplementados às 15h, em baias individuais medindo 2,0 m x 0,60 m, confeccionadas em madeira e tela campestre e com piso ripado, providas de comedouros e bebedouros. No dia seguinte, após os animais saírem das baias de suplementação, quando ocorria sobras, estas eram coletadas, pesadas, registradas e amostradas, procedendo-se o armazenamento sob congelamento (a - 15°C), formando uma amostra composta por animal ao final de cada subperíodo, para posteriores análises químicas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG-UFRPE).

Foram realizadas no LANA as análises de determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), como descrito em AOAC (1990) com modificações propostas por Detmann et al. (2012), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo a metodologia de Van Soest et al. (1991). Na Tabela 1 está apresentada a composição bromatológica dos suplementos.

Tabela 1. Composição química do pasto e dos suplementos.

Itens	Alimentos			
	Pasto	Feno de Leucena	Feno de Sabiá	Palma Miúda
Matéria seca (g/kg)	141,0	842,0	878,4	137,6
Matéria orgânica (g/kg)	894,0	896,1	944,9	882,5
Proteína bruta (g/kg)	171,0	276,0	216,5	32,6
Extrato etéreo (g/kg)	-	30,0	42,5	16,9
Fibra em detergente neutro (g/kg)	624,0	481,1	465,4	213,0
Fibra em detergente ácido (g/kg)	419,0	-	-	-
Lignina (g/kg)	64,5	-	-	-
PIDN (g/kg)	148,0	-	-	-
PIDA (g/kg)	106,0	-	-	-
Carboidratos totais (g/kg)	689,0	-	-	-

PIDN= proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido.

A produção de matéria seca fecal (PMSF) foi estimada utilizando-se diariamente doses únicas de 0,25 g do indicador externo LIPE®, ministrado a todos os animais experimentais, durante os últimos sete dias de cada subperíodo (a partir do 16º dia), e as fezes foram coletadas nos cinco dias subsequentes ao fornecimento do indicador, diretamente na ampola retal. As amostras fecais obtidas foram devidamente identificadas e armazenadas em freezer a -2°C. Ao final do período experimental, as fezes de cada animal foram descongeladas e homogeneizadas por período, onde então foram secas em estufa de

ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas no LANA – UAG, onde também foram moídas em moinho tipo Willey, em peneira com crivo de 1mm e então encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para a obtenção da PMSF e do CMS, pelo método de dois estágios de Tilley & Terry (1963).

Para a estimativa do consumo de matéria seca (CMS) foi usada a seguinte equação: $CMS (kg/dia) = [(EF - EFS) / (1 - DIVMS \text{ do pasto})] + CMSS$ em que: EF = excreção fecal (kg/dia); EFS = contribuição de massa fecal do suplemento (kg/dia); DIVMS = digestibilidade “in vitro” da matéria seca do pasto; CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); a EF foi estimada com o uso de lignina isolada purificada e enriquecida de *Eucalyptus grandis* (LIPE®). A EFS foi obtida por meio da diferença entre a EF e o produto da contribuição percentual de matéria seca do suplemento e suas respectivas digestibilidades “in vitro”.

A coleta de urina “spot” foi efetuada no último dia de cada subperíodo de coleta, quatro horas após o início do pastejo, durante micção espontânea. Foram coletadas utilizando-se sacos para colostomia de 65 mm, acopladas no abdômen do animal. A urina foi acondicionada em recipiente com capacidade de 100mL. Em seguida, coletada uma alíquota de 10mL de urina e diluída imediatamente em 40mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) a (0,036N) e congeladas a -20°C para posteriores análises de nitrogênio total e creatinina.

O volume urinário (VU) foi estimado para cada animal, multiplicando-se o peso corporal (PC) pela excreção diária de creatinina (mg/kg PC) e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina. Para obtenção da excreção diária de creatinina, foi adotada a média de 28,19 mg/kg PC, obtida por Souza (2008).

O nitrogênio absorvido (NAB), expresso em g/dia, foi obtido pela diferença entre o nitrogênio (N) ingerido e o excretado nas fezes; enquanto o balanço de nitrogênio (BN) foi determinado deduzindo-se do N consumido (g/ dia), o N excretado nas fezes e urina, em g/dia.

As perdas endógenas foram estimadas conforme as equações propostas nos NRC (2007) e AFRC (1993), onde as fórmulas para NUE e NMF foram descritas pelo NRC (2007), mas preconizadas por Sahlu et al. (2004).

Equações descritas pelo NRC (2007):

- Nitrogênio urinário endógeno - NUE (g/d) = 1,031g/PC^{0,75}
- Nitrogênio metabólico fecal - NMF (g/d) = 26,7 g/kg CMS/dia

- Perdas por descamação - PD (g/d) = $0,2 \text{ g/PC}^{0,60}$
- Secreções Endógenas SE (g/d) = $11,8\text{CMS} (0,40)/0,67$
- Exigências de proteína líquida - PLm (g/d) = NUE+NMF+PD+SE
- Perdas endógenas - PE (g/d) = $\text{PLm/ eficiência de utilização da proteína, de } 0,67$ para perdas fecais e urinárias e $0,60$ para perdas na pele.

Equações descritas pelo AFRC (1993):

- Nitrogênio endógeno basal - NEB (g/d) = $6,25*0,35*PC^{0,75}/1,00$ (g/d)
- Perdas por descamação - PD (g/d) = $6,25*0,018*PC^{0,75}/1,00$ (g/d)
- Perdas endógenas - PE (g/d) = $\text{NEB} + \text{PD}$ ou $2,3PC^{0,75}$ (g/d).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado sendo cinco tratamentos com seis repetições. As análises estatísticas foram feitas através do programa estatístico R (2019). Foram feitos teste de normalidade e homocedasticidade, e para as variáveis que não apresentaram normalidade, foram feitas transformações de dados pelo método de Boxcox (BOX; COX, 1964). Para as variáveis normais e as transformadas foi realizada análise de variância e comparação das médias utilizando o teste Tukey a 5% de probabilidade. Para as variáveis que mesmo com a transformação de dados não apresentaram normalidade, foi aplicado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e de comparações múltiplas utilizando o teste de Nemenyi.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço de nitrogênio de caprinos suplementados no Semiárido está apresentado na tabela 2. O volume urinário apresentou diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos pastejo à vontade sem suplementação e feno de sabiá, porém ambos não apresentaram diferença em relação aos outros tratamentos. O volume de urina está relacionado à excreção de creatinina, que está, por sua vez, associada ao peso corporal do animal. Logo, possivelmente, o peso dos animais influenciou nos resultados obtidos dessa variável.

O consumo de nitrogênio variou entre os cinco tratamentos, apresentando diferenças significativas ($P<0,05$) entre eles, com maiores médias para os tratamentos suplementados com feno de leucena, tendo pastejo à vontade sem suplementação como a menor média entre todos os tratamentos. Esse comportamento deve-se à composição química da própria dieta. O pasto

apresentou menor teor de proteína bruta, cerca de 17% na MS, quando comparado aos alimentos suplementados, diminuindo então o consumo desse nutriente pelos animais que receberam nenhuma suplementação. O tratamento feno de leucena obteve maior média de nitrogênio ingerido por ter um maior teor de nitrogênio em sua composição, visto que foi uma suplementação apenas de feno de leucena, que é uma excelente fonte de nitrogênio (CÂMARA et al., 2015).

Tabela 2. Valores médios e desvios-padrões para as variáveis de balanço de nitrogênio em caprinos suplementados no Semiárido.

	Tratamentos					P-valor ^T
	PA	LEU	LEU+P	SAB	SAB+P	
Volume urinário (L)	1,40 ^a ±0,78	1,00 ^{ab} ±0,57	1,17 ^{ab} ±0,76	0,58 ^b ±0,22	0,95 ^{ab} ±0,37	<0,001 ₁
Nitrogênio Consumido (g/dia)	7,93 ^d ±1,02	12,45 ^a ±2,32	10,63 ^b ±1,59	9,85 ^{bc} ±2,01	9,24 ^c ±1,50	<0,001 ₁
Nitrogênio Fecal (g/dia)	2,18 ^b ±0,32	2,55 ^a ±0,21	2,31 ^b ±0,21	2,18 ^b ±0,32	2,30 ^b ±0,40	<0,001
Nitrogênio Urinário (g/dia)	1,90 ±1,37	1,97 ±1,96	1,68 ±1,16	1,22 ±0,58	1,27 ±0,95	0,151 ₁
Nitrogênio absorvido (g/dia)	5,75 ^b ±1,03	9,90 ^a ±2,21	8,32 ^a ±1,62	7,67 ^{ab} ±1,98	6,94 ^b ±1,64	<0,001 ₁
Balanço de Nitrogênio (g/dia)	6,01 ^c ±1,88	10,46 ^a ±3,19	8,93 ^{ab} ±1,93	8,61 ^{ab} ±2,29	7,95 ^b ±1,48	<0,001

SAB= Pastejo à vontade + Feno de sabiá; LEU= Pastejo à vontade + Feno de leucena; SAB+P= Pastejo à vontade + Feno de sabiá + Palma forrageira; LEU+P= Pastejo à vontade + Feno de leucena + Palma forrageira; PA= Pastejo à vontade;

^T p-valor obtido pela ANOVA;

₁ p-valor obtido a partir de dados transformados pela função Box-Cox;

Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa (p<0,05) entre as médias dos tratamentos.

O feno de leucena possibilitou aos animais suplementados somente com ele um maior consumo de nitrogênio que o tratamento onde ele foi associado à palma miúda, apesar do consumo de matéria seca ter sido maior no tratamento feno de leucena + palma. Possivelmente, isto ocorreu porque o teor de nitrogênio ingerido no tratamento feno de leucena + palma foi reduzido em virtude da junção do feno de leucena com a palma, visto que a suplementação foi composta por 50% de cada alimento. Como a palma possui um baixo teor de nitrogênio em sua composição, diminuiu, conseqüentemente, o teor de proteína consumida dessa suplementação, que mesmo assim, obteve maior consumo de nitrogênio que as suplementações que continham o feno de sabiá, devido ao baixo CMS desses outros tratamentos.

A excreção de nitrogênio fecal apresentou efeito significativo apenas para o tratamento feno de leucena ($P < 0,05$). Os outros tratamentos não apresentaram diferença significativa entre eles. Sabe-se que o nitrogênio nas fezes é oriundo do nitrogênio do alimento que não foi digerido e absorvido, das excreções enzimáticas do próprio trato gastrointestinal e dos microrganismos sintetizados no intestino grosso (NRC, 2007). Geralmente, quanto maior o nitrogênio da dieta, maior é sua excreção. Logo, como o tratamento feno de leucena possui maior teor de nitrogênio, conseqüentemente o N fecal foi maior nesse tratamento. Apesar dessa maior excreção nas fezes, o balanço de nitrogênio desse tratamento não foi afetado.

Já para nitrogênio urinário excretado pelos animais, não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$). De acordo com Kozloski (2016), a excreção de compostos nitrogenados na urina é oriunda de excesso de nitrogênio solúvel na dieta, ou seja, do que não foi retido e utilizado pelo animal. Logo, quando observamos o consumo de nitrogênio, percebemos que o tratamento feno de leucena apresentou uma melhor retenção do nitrogênio quando comparado aos outros tratamentos, visto que o consumo foi maior, porém, estatisticamente, a excreção na urina foi igual aos outros.

Foi constatada diferença significativa ($P < 0,05$) para nitrogênio absorvido, tendo maior média para a suplementação feno de leucena e menor para o tratamento pastejo à vontade sem suplementação. O nitrogênio absorvido é proveniente da diferença do N consumido e o N microbiano menos o N excretado nas fezes (PEREIRA et al., 2018).

De acordo com Possenti et al. (2009), o teor de taninos totais encontrados por eles no feno de leucena foi de 4,72 %, abaixo do teor considerado maléfico à digestão, que seria acima de 6% na MS. Rodrigues (2017) relatou que os taninos quando ingeridos em pequenas quantidades podem proporcionar efeitos positivos na digestão, principalmente associados à proteção da proteína à degradação excessiva das bactérias ruminais, tornando essa proteína em proteína não degradada no rúmen (PNDR). Esse fator pode estar relacionado à maior absorção do nitrogênio para os tratamentos com feno de leucena, visto que a leucena possui um bom valor biológico da proteína, e uma digestibilidade de PNDR de 56,3% até 24h (KAMATALI et al., 1992), diminuindo, provavelmente, o teor proporcional de nitrogênio excretado nas fezes em relação aos outros tratamentos e aumentando a absorção desse nutriente.

Todos os tratamentos obtiveram balanço de nitrogênio positivo, indicando que houve retenção de nitrogênio no organismo animal, isso demonstra que a necessidade de proteína para manutenção nos animais experimentais foi adequadamente atendida pelos tratamentos

dietéticos. No presente trabalho, obteve-se maior média para o tratamento feno de leucena ($P < 0,05$), apesar dele não diferir estatisticamente dos tratamentos feno de leucena + palma e feno de sabiá, tendo como menor média o tratamento do pastejo à vontade sem suplementação.

Tabela 3. Valores médios e desvios-padrões e medianas e intervalos interquartis para as variáveis de perdas endógenas estimadas pelo NRC (2007) e AFRC (1993) em caprinos suplementados no Semiárido.

	Tratamentos					P-valor
	PA	LEU	LEU+P	SAB	SAB+P	
NRC (2007)						
Consumo de matéria seca (<i>kg/dia</i>)	0,39 ^b ± 0,03	0,48 ^a ± 0,07	0,50 ^a ± 0,09	0,41 ^b ± 0,06	0,47 ^a ± 0,07	<0,001 ^T ₁
Nitrogênio metabólico fecal (<i>g/dia</i>)	11,58 ^b ± 0,84	14,37 ^a ± 1,98	14,97 ^a ± 2,67	12,29 ^b ± 1,78	14,17 ^a ± 2,05	<0,001 ^T ₁
Nitrogênio urinário endógeno ₂ (<i>g/dia</i>)	6,06 ^{ab} (0,22)	6,28 ^a (0,88)	6,46 ^a (0,59)	5,80 ^b (0,59)	6,35 ^a (0,52)	<0,001 ^K
Perdas por descamação ₂ (<i>g/dia</i>)	0,035 ^a (0,002)	0,034 ^{ab} (0,006)	0,032 ^b (0,004)	0,037 ^a (0,005)	0,033 ^{ab} (0,004)	<0,001 ^K
Secreções endógenas (<i>g/dia</i>)	2,72 ^b ± 0,20	3,38 ^a ± 0,47	3,52 ^a ± 0,63	2,89 ^b ± 0,42	3,33 ^a ± 0,48	<0,001 ^T ₁
Perdas endógenas (<i>g/dia</i>)	31,15 ^b ± 4,32	35,87 ^a ± 3,89	37,29 ^a ± 4,87	31,45 ^b ± 3,56	35,48 ^a ± 4,00	<0,001 ^T ₁
AFRC (1993)						
Peso corporal ₂ (<i>kg</i>)	18,25 ^{ab} (1,50)	19,75 ^a (6,00)	21,00 ^a (4,00)	16,50 ^b (4,00)	20,25 ^a (3,50)	<0,001 ^K
Peso corporal ^{0,75} ₂	8,83 ^{ab} (0,54)	9,36 ^a (2,14)	9,81 ^a (1,40)	8,19 ^b (1,48)	9,55 ^a (1,25)	<0,001 ^K
Nitrogênio endógeno basal ₂ (<i>g/dia</i>)	19,32 ^{ab} (1,18)	20,48 ^a (4,69)	21,46 ^a (3,07)	17,91 ^b (3,23)	20,88 ^a (2,74)	<0,001 ^K
Perdas por descamação ₂ (<i>g/dia</i>)	0,99 ^{ab} (0,06)	1,05 ^a (0,24)	1,01 ^a (0,16)	0,92 ^b (0,17)	1,07 ^a (0,14)	<0,001 ^K
Perdas endógenas ₂ (<i>g/dia</i>)	20,31 ^{ab} (1,24)	21,53 ^a (4,93)	22,56 ^a (3,23)	18,83 ^b (3,40)	21,96 ^a (2,88)	<0,001 ^K

SAB= Pastejo à vontade + Feno de sabiá; LEU= Pastejo à vontade + Feno de leucena; SAB+P= Pastejo à vontade + Feno de sabiá + Palma forrageira; LEU+P= Pastejo à vontade + Feno de leucena + Palma forrageira; PA= Pastejo à vontade;

^T p-valor obtido a partir da ANOVA;

^K p-valor obtido pelo teste de Kruskal Wallis;

₁ p-valor obtido a partir de dados transformados pela função Box-Cox;

₂ Valores referentes às medianas e intervalos interquartis;

Letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias ou medianas dos tratamentos.

As perdas endógenas estimadas pelo NRC (2007) e AFRC (1993) de caprinos suplementados no Semiárido se encontram na tabela 3. As perdas endógenas podem diferir entre os sistemas correntes de exigências nutricionais, pelo fato desses comitês utilizarem métodos e conceitos diferentes para estimá-las.

O consumo de matéria seca variou entre os tratamentos, apresentando diferença significativa ($P < 0,05$) entre eles. Diversos fatores podem influenciar no consumo de matéria seca pelo animal, como a palatabilidade do alimento, a taxa de passagem, a qualidade nutricional das forrageiras, como também o efeito do ambiente sobre o animal (OLIVEIRA et al., 2017). Os tratamentos feno de leucena, feno de leucena + palma e feno de sabiá + palma apresentaram maiores médias. Sabe-se que a leucena e principalmente, a palma forrageira são alimentos de boa palatabilidade, influenciando assim no consumo (CÂMARA et al. 2015). Já os tratamentos feno de sabiá e pastejo à vontade sem suplementação demonstraram as menores médias em relação aos tratamentos.

No presente experimento, foi possível observar claramente um menor consumo dos suplementos, principalmente a rejeição pelo sabiá fenado, conseqüentemente, acarretando em resultados semelhantes aos animais do tratamento pastejo à vontade sem suplementação. Esse menor consumo do feno de sabiá possivelmente está relacionado ao teor de taninos, geralmente elevados nessa espécie (GUIMARÃES-BEELLEN, 2002). Os taninos tem o poder de se ligar aos nutrientes do alimento, como também às proteínas presentes na saliva, ocasionando adstringência, fator que causa um sabor ruim ao alimento, que em altas concentrações pode influenciar no consumo (VALADARES FILHO; PINA, 2011).

O nitrogênio metabólico fecal (NMF) apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) entre os tratamentos. O tratamento feno de leucena + palma obteve maior média, mas não diferiu estatisticamente dos tratamentos feno de leucena e feno de sabiá + palma. De acordo com o NRC (2007), o NMF é a fração indigestível da proteína endógena perdida nas fezes e representa as perdas de proteína através do trato gastrointestinal como resultado da ingestão de alimentos, proveniente das excreções enzimáticas, das células do epitélio, das células microbianas formadas no intestino grosso e da fonte de proteína alimentar que não foi digerida.

Para o nitrogênio urinário endógeno (NUE), apenas o tratamento feno de sabiá apresentou diferença estatística com a maioria dos outros tratamentos, exceto com o pastejo à vontade sem suplementação, tendo a menor mediana entre todos os tratamentos. Possivelmente, esses dois tratamentos apresentaram esses menores valores devido à reduzida ingestão de nitrogênio na dieta, visto que a suplementação de feno de sabiá praticamente não foi consumida, fazendo assim com que houvesse menor excreção de compostos nitrogenados endógenos. O NUE representa as perdas mínimas de compostos nitrogenados transformados no corpo do animal, como a oxidação de aminoácidos e excreções derivadas do processo de reciclagem de

nitrogênio: ureia, creatinina, bilirrubina, alantoína, ácido úrico e aminoácidos, como 3-metil-histidina (CSIRO, 2007).

As maiores medianas em valores absolutos encontradas para perdas por descamação (PD) foram nos tratamentos pastejo à vontade sem suplementação e feno de sabiá, apesar de não diferirem estatisticamente dos tratamentos feno de leucena e feno de sabiá + palma. De acordo com o NRC (2007), as perdas por descamação são derivadas das perdas da superfície da pele como descamação dos tecidos e crescimento de pelos.

As secreções endógenas (SE) estão associadas a mucoproteínas da saliva, frações celulares dos tecidos epiteliais da boca, esôfago, rúmen-retículo, como também células fragmentadas dos tecidos epiteliais da mucosa do omaso, abomaso e de secreções enzimáticas do abomaso (NRC, 2007). No presente trabalho, essa variável apresentou diferença estatística entre os tratamentos ($P < 0,05$), tendo como maiores valores as suplementações feno de leucena + palma, feno de leucena e feno de sabiá + palma.

As perdas endógenas (PE) obtidas pelas equações propostas pelo NRC (2007) equivalem ao somatório de $NMF + NUE + PD + SE$ dividido pela eficiência de utilização da proteína. Com tudo, as PE apresentaram comportamento semelhante às secreções endógenas, demonstrando diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que, em valores absolutos, o tratamento feno de leucena + palma apresentou a maior média, não diferindo estatisticamente de feno de leucena e feno de sabiá + palma.

O nitrogênio endógeno basal de acordo com o AFRC (1993) é composto por o NUE e parte do NMF. Essa variável apresentou comportamento estatístico semelhante aos NMF e principalmente ao NUE obtidos pelo NRC, sendo que apenas a suplementação de feno de sabiá apresentou diferença estatística com a maioria dos outros tratamentos, exceto com o pastejo à vontade sem suplementação.

As PD obtidas pela equação do AFRC (1993), apresentaram superioridades nos resultados quando comparadas às obtidas pelo NRC (2007), demonstrando comportamento semelhante aos dados de NEB.

As perdas endógenas de acordo com o AFRC (1993) são referentes aos somatórios de NEB e das PD, que no presente trabalho apresentaram maiores valores para os tratamentos feno de leucena + palma, feno de leucena e feno de sabiá. O tratamento feno de sabiá diferenciou de

todos, exceto do pastejo à vontade sem suplementação, que apesar disso não diferenciou dos outros tratamentos.

Ambos os métodos usados para estimar as perdas endógenas tiveram comportamento parecido para a maioria dos tratamentos, exceto para o tratamento pastejo à vontade sem suplementação obtido pelo AFRC (1993), que não apresentou diferença estatística entre nenhum dos tratamentos, porém a diferença é perceptível em dados absolutos. Mesmo assim, pode-se observar uma superioridade dos resultados para a estimativa realizada pelo NRC (2007) em relação aos valores encontrados pelo AFRC (1993).

CONCLUSÃO

O balanço de nitrogênio de caprinos suplementados com feno de leguminosas associado ou não à palma forrageira miúda no Semiárido é positivo, tendo como maior média a suplementação feno de leucena.

As perdas endógenas de nitrogênio obtidas através dos sistemas nutricionais NRC (2007) e AFRC (1993) diferem consideravelmente em valores absolutos, embora o comportamento apresente-se semelhante entre os sistemas, com maiores perdas para a suplementação feno de leucena + palma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Energy and protein requirements of ruminants. **Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International**. p. 159, 1993.

AOAC - **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 2 vols. 15th ed. Washington, DC, 1990.

BOX, G.E.P.; COX, D.R. An Analysis of Transformations. **Journal of Royal Statistical Society**. B, 39, p. 211-252, 1964.

CÂMARA, C. S. et al. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras AngloNubianas de tipo misto em lactação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 443-450, 2015.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood, Australia. 2007. 270p.

- DETMANN, E. et al. (Ed.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- GUIMARÃES-BEELLEN, P. M. **Taninos condensados de leguminosas nativas do semiárido nordestino**. 2002. 71f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2002.
- KAMATALI, P. et al. In situ degradability of organic matter, crude protein and cell wall of various tree forages. **Animal Production**, v. 55, p. 29-34, 1992.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes.**, ed. 3, Santa Maria: Editora UFSM, p. 167-169, 2016.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements Of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, And New World Camelids. **Washington, D.C.: National Academy Press**, p. 384, 2007.
- OLIVEIRA, B. C. et al. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 14, n. 04, p.6066-6075, 2017.
- PEREIRA, K. P. et al. Metabolismo de nitrogênio e perdas endógenas em caprinos criados a pasto em região de caatinga. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, n. 2, p. 22-33, 2018.
- POSSENTI, R. A. et al. Efeitos do uso de leucena e levedura em dietas para bovinos sobre a degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro. **Boletim de Indústria Animal**, v. 66, p. 21–31, 2009.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>
- RODRIGUES, M. J. S. T. **Cinética da fermentação ruminal de dietas contendo leguminosas taníferas**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2017.
- ROTTA, P. P. et al. Exigências de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S. C. et al. (Ed). **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR – Corte**, UFV, DZO, Viçosa – MG, 3ª ed., p. 191-215, 2016.
- SAHLU, T. et al. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. **Small Ruminant Research**, v.53, p.191-219, 2004.
- SOUZA, E.J.O. **Substituição de Casca de Soja por Feno de Tifton (Cynodon Dactylon) em Dietas a Base de Palma Forrageira (Opuntia ficus-indica, Mill) para Caprinos**. 2008. 67f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2008.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stagee technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of the British Grassiand Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V. E OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**, Funep. Jaboticabal, p.161-191, 2011.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and mostarch polysaccarydes in relation to animal nutrition cows. **Journal Dairy Science**, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, Peter J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, 1994.