

Síntese de Proteína Microbiana em Caprinos criados a Pasto no Semiárido**Synthesis of Microbial Protein in Goats Raised on Pasture in the Semiarid Region**

DOI:10.34117/bjdv6n10-247

Recebimento dos originais:01/10/2020

Aceitação para publicação:13/10/2020

Kedes Paulo Pereira

Pós Doutorado

Professor da Universidade Federal de Alagoas, Centro de Engenharia e Ciências Agrárias

BR-104. Km 85. s/n., 57100-000 - Rio Largo, AL – Brasil

E-mail: kedes.pereira@ceca.ufal.br

Antonia Sherlânea Chaves Vêras

Doutorado

Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia

R. Dom Manoel de Medeiros. s/n. Dois Irmãos, 52171-900 - Recife, PE – Brasil

E-mail: sherlaneacv@gmail.com

Dulciene Karla de Andrade Silva

Pós Doutorado

Professora da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Av. Dom Pastor, s/n. Boa Vista, 52292-270 - Garanhuns, PE – Brasil

E-mail: kakazoo50@gmail.com

Jucelane Salvino de Lima

Doutorado

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia

R. Dom Manoel de Medeiros. s/n. Dois Irmãos, 52171-900 - Recife, PE – Brasil

E-mail: jucelanegta@gmail.com

Gladston Rafael de Arruda Santos

Doutorado

Professor da Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Zootecnia

Av. Marechal Rondon, s/n. Cidade Universitária “Prof. José Aloísio de Campos”, 49100-000 - São

Cristóvão, SE – Brasil

E-mail: gladstonrafael@ufs.br

Fernando Lucas Torres de Mesquita

Doutorado

Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco – Estação Experimental de Sertânia

Fazenda Cachoeira, s/n, 56600-000 - Sertânia, PE – Brasil

E-mail: fernando.mesquita@ipa.br

Maria Josilaine Matos dos Santos Silva

Pós Doutorado

Professora da Universidade Federal de Alagoas, *Campus Arapiraca*
Av. Manoel Severino Barbosa. s/n., Bom Sucesso, 57309-005 - Arapiraca, AL – Brasil
E-mail: maria.silva@arapiraca.ufal.br

Marcia Mourão Ramos Azevedo

Pós-Doutorado

Professora do Instituto de Biodiversidade e Florestas da UFOPA
Rua Vera Paz, s/n, Bairro: Salé. CEP: 68035-110
Campus Tapajós – Santarém, PA - Brasil.
E-mail: marcia.azevedo@ufopa.edu.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estimar a síntese de proteína microbiana através dos derivados de purina em caprinos criados a pasto com ou sem suplementação, de acordo com a época do ano: Experimento 1 - época de transição chuva-seca de junho a setembro de 2008; e Experimento 2 – época de transição seca-chuva de setembro a dezembro do mesmo ano. No primeiro experimento foram utilizados 16 caprinos sem padrão de raça definida, castrados, com peso vivo médio inicial de $16 \text{ kg} \pm 0,23 \text{ kg}$ e aproximadamente 90 dias de idade, submetidos a período de adaptação ao ambiente e ao manejo durante 15 dias e alocados em dois tratamentos: pastejo à vontade e pastejo restrito. No segundo experimento foram utilizados 18 caprinos sem padrão de raça definida, castrados, com peso vivo médio inicial de $15,5 \text{ kg} \pm 0,22 \text{ kg}$ e aproximadamente 90 dias de idade, submetidos a um período de adaptação ao ambiente e ao manejo durante 15 dias e distribuídos em três tratamentos: pastejo à vontade sem suplementação; pastejo à vontade mais suplementação com palma forrageira e farelo de soja; e pastejo restrito. O volume urinário e excreções de creatinina diferiram significativamente entre tratamentos nos dois experimentos. No entanto, para creatinina plasmática, creatinina urinária e clearance creatinina não foi observada diferença entre tratamentos nos dois experimentos. O pastejo à vontade diferiu do pastejo restrito para xantina e hipoxantina em mg/dL, não apresentando para as demais unidades e para o ácido úrico e alantoína no primeiro experimento. Contudo, foi constatada diferença entre os tratamentos no segundo experimento para xantina e hipoxantina em mg/PC, mmol/dia e alantoína em mmol/dia não diferindo para demais variáveis e o ácido úrico. Não houve diferença entre os tratamentos para os derivados de purinas, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano e proteína bruta microbiana no experimento 1, diferindo em todas as variáveis no experimento 2. Caprinos criados em condições de pastejo em área de caatinga com ou sem restrição alimentar não apresentam diferença na concentração dos derivados de purinas nem na síntese de proteína microbiana na época de transição chuva-seca. Contudo, na época de transição seca-chuva, quando são suplementados ou mantidos a pasto sem restrição, apresentam maior produção de proteína microbiana quando comparado com caprinos em condição de restrição alimentar. Caprinos em pastejo restrito apresentam produção satisfatória de derivados de purina e proteína microbiana nos períodos de transição chuva-seca e seca-chuva na caatinga.

Palavras-chave: caatinga, xantina, proteína, microrganismos, rúmen

ABSTRACT

This study aimed to estimate the microbial protein synthesis through the purine derivatives in goats raised on pasture with or without supplementation, where two experiments were conducted according to the seasons: Experiment 1 - time of transition from rain-drought, period from June to September of 2008 and Experiment 2 - the transition period, dry-rain from September to December

of that year. In the first experiment 16 goats were used without standard breed, castrated, with average weight of $16 \text{ kg} \pm 0.23 \text{ kg}$ and 90 days old, underwent a period of adaptation to environment and management for 15 days and allocated in two treatments: ad libitum grazing and grazing restricted. In the second experiment 18 goats were used without standard breed, castrated, with average weight of $15.5 \text{ kg} \pm 0.22 \text{ kg}$ and approximately 90 days old, underwent a period of adaptation to environment and management for 15 days and divided into three groups: ad libitum grazing without supplementation, more comfortable grazing supplementation with cactus pear and soybean meal, and restricted grazing. The volume and urinary excretions of creatinine differed significantly between treatments in both experiments. However for plasma creatinine, urinary creatinine and creatinine clearance were no observed differences between treatments in both experiments. Grazing will differ from the restricted grazing for xanthine and hypoxanthine in mg / dL , showing no paras other units and for uric acid and allantoin in the first experiment. However differences were found between treatments in the second trial for xanthine and hypoxanthine in mg / PC , mmol / day and allantoin in mmol / day did not differ for other variables and uric acid. There was no difference between treatments for the purine derivatives, purines absorbed microbial nitrogen and microbial protein in experiment 1, differing across the full variables in experiment 2. Goats reared under grazing conditions in caatinga area with or without food restriction did not show differences in the concentration of purine derivatives nor on microbial protein synthesis in the transition period rain-dried. However, at the time of transition dry-rain when they are kept on pasture or supplemented without restriction, have higher microbial protein production in goats compared to food restriction condition. Restricted grazing goats with satisfactory production of purine derivatives and microbial protein in transitional periods rain-dry and dry savanna rain.

Keywords: caatinga, xanthine, protein, microorganisms, rumen.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga apresenta uma grande variedade de espécies forrageiras em seus extratos herbáceo, arbustivo e arbóreo e, estudos têm revelado a presença dessas espécies constituindo de 70 a 80 % da composição da dieta dos ruminantes nos períodos seco e chuvoso do ano, respectivamente (Ferreira et al., 2009). Em termos quantitativos e qualitativos ocorrem grandes flutuações na biomassa de forragem durante o ano, com boa oferta durante as chuvas, podendo ser utilizada diretamente pelos animais em pastejo, ou conservadas na forma de silagem ou fenação; e baixa disponibilidade na seca, havendo necessidade de suplementação alimentar para suprir as exigências nutricionais dos animais e manter a oferta e a qualidade dos produtos no mercado.

Os caprinos são importantes fornecedores de proteína de origem animal e couro nacional e internacionalmente, apresentando importante papel socioeconômico para muitas regiões em desenvolvimento. Na região Nordeste se concentra mais de 94% do total, de mais de 8,2 milhões de cabeças de caprinos (IBGE, 2017). O sistema de produção predominante, nessa região é praticamente o extensivo altamente dependente da vegetação nativa da Caatinga (Macêdo et al., 2020), e utilizando, em sua grande maioria, animais sem padrão de raça definida (SRD). Com isso, tem-se despertado discussões a cerca dos níveis produtivos desses animais sob condição de pastejo

e a utilização de diferentes alternativas de manejo nutricional e suplementação (Harun et al., 2017), visando melhorar os índices de produtividade do sistema produtivo.

A proteína é um dos nutrientes mais importantes e caros na nutrição animal e pode ser suprida pela proteína microbiana sintetizada no rúmen, a qual apresenta excelente perfil de aminoácidos e composição pouco variável (NRC, 2001). Uma dieta formulada para máxima fermentação ruminal pode aumentar o consumo de matéria seca, além de permitir o uso eficiente da proteína degradável no rúmen. A disponibilidade de nitrogênio (N) ruminal e energia são um dos principais fatores que limitam o crescimento microbiano. Quando ocorre desequilíbrio entre o N e a energia no rúmen, a excreção dos compostos nitrogenados aumenta, ocorrendo também maior gasto de energia devido ao aumento na produção de uréia, além de perda de N.

Muitas espécies forrageiras da caatinga possuem alto teor de proteína bruta ($160 \text{ g.kg}^{-1} \text{ MS}$), mas baixa digestibilidade. Além disso, possuem compostos secundários como taninos, que podem interferir no metabolismo microbiano e diminuir a síntese de proteína ruminal. Mecanismos de toxicidade dos taninos tais como, inibição de enzimas e deprivação de substrato; ações sobre membrana microbiana têm sido descritos para várias bactérias como *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminobacter amynophilus*, *Fibrobacter succinogenes*, (Cannas, 1999). No entanto, o entendimento do processo de síntese microbiana, a partir de recursos forrageiros da caatinga *in vivo*, tem sido difícil pela falta de métodos práticos e precisos que possam gerar resultados mais acurados.

Segundo Chen & Gomes (1992) o método indireto da excreção dos derivados de purina (DP) na urina estão diretamente relacionado com a quantidade de purinas microbianas absorvidas no intestino delgado. A técnica de derivados de purinas assume que o fluxo intestinal de ácidos nucleicos é predominantemente de origem microbiana e que, após a digestão intestinal, as bases purinas (adenina e guanina) são absorvidas, catabolizadas e excretadas na urina na forma de hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína (Yu et al., 2002).

O objetivo deste trabalho foi estimar a síntese de proteína microbiana através da técnica dos derivados de purina (DP) em caprinos em pastejo com ou sem suplementação na caatinga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos de acordo com a época do ano: Experimento 1 - Época de transição chuva-seca; e Experimento 2 – Época de transição seca-chuva, conduzidos no Centro de Treinamento em Caprino-Ovinocultura do Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, localizado na cidade de Sertânia-PE, de coordenadas geográficas: Latitude $8^{\circ}03'38''$ e Longitude $37^{\circ}13'32''$.

No primeiro experimento foram utilizados 16 caprinos sem padrão de raça definida (SPRD), castrados, com peso vivo (PC) médio inicial de $16 \text{ kg} \pm 0,23 \text{ kg}$ e aproximadamente 90 dias de idade, inicialmente tratados contra endo e ectoparasitas, submetidos a 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. Os animais foram mantidos em sistema de pastejo em área correspondente a 37 ha de caatinga, sob lotação contínua.

Os animais foram alocados em dois tratamentos: pastejo à vontade (PA), com acesso irrestrito ao pasto; e pastejo restrito (PR), com acesso ao pasto durante aproximadamente quatro horas/dia, ou de acordo com as pesagens intermediárias, com vistas à manutenção do PC, permanecendo o restante do dia contidos em baias coletivas, providas de bebedouro, sendo suplementados com sal mineral à vontade. Todos os animais foram pesados a cada oito dias para registro da variação de peso durante o experimento. No segundo experimento foram utilizados 18 caprinos sem padrão de raça definida (SPRD), castrados, PC médio inicial de $15,5 \text{ kg} \pm 0,22 \text{ kg}$ com aproximadamente 90 dias de idade, também tratados contra endo e ectoparasita e submetidos a período de adaptação ao ambiente e ao manejo de 15 dias. O período experimental também teve duração de 105 dias divididos em cinco subperíodos de 21 dias. A área experimental foi a mesma do primeiro experimento.

Os animais foram alocados em três tratamentos: pastejo à vontade sem suplementação (PA); pastejo à vontade mais suplementação (PAS) com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) variedade gigante + farelo de soja, onde os dois grupos tiveram acesso irrestrito ao pasto; e pastejo restrito (PR), com acesso ao pasto durante aproximadamente quatro horas/dia, ou de acordo com pesagens intermediárias com vistas à manutenção do PC, permanecendo o restante do dia, contidos em baia coletiva com piso de terra batido, providos de bebedouro.

Todos os animais foram suplementados com sal mineral à vontade. Após o período de pastejo, os animais do tratamento PAS eram levados ao galpão de confinamento medindo 18,0 m de comprimento e 6,0 m de largura, constituído de vinte e quatro baias individuais com 2,10 m de comprimento, 1,5 m de largura e 1,3 m de altura, confeccionado de madeira e com piso de chão batido, equipadas com bebedouro e comedouros, onde era fornecida a suplementação. Foi fornecida suplementação na base de 1% do peso vivo, sendo 50% de palma forrageira (*Opuntia ficus – indica*, Mill) variedade gigante, cortada manualmente e 50% de farelo de soja com base na matéria seca, sendo semanalmente ajustadas mediante as pesagens dos animais após jejum médio de 16 horas.

As determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) foram realizadas de acordo com Silva & Queiroz (2002).

Os carboidratos totais (CHT) foram estimados pelas equações descritas por Sniffen et al. (1992):
 $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$.

Para obtenção dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi utilizada a equação descrita por Hall (2001), em que $CNF = 100 - (\%PB + \%FDNp + \%EE + \%MM)$. A fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA), foram determinadas segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Na Tabela 1 está apresentada a composição bromatológica dos ingredientes, do suplemento e da extrusa. A amostra do pasto foi obtida pela coleta de extrusa (CE) utilizando-se cinco caprinos SPRD, adultos, fistulados no rúmen, com peso corporal médio de 45 kg. A coleta foi realizada pela manhã às 7 h, após jejum de sólidos de aproximadamente 12 h, sendo retirado todo conteúdo do rúmen dos animais e depositado em um recipiente individualmente. Posteriormente, os animais foram levados à área de pastagem permanecendo por um período de aproximadamente quarenta minutos.

Após o pastejo as amostras foram recolhidas e o líquido ruminal retirado foi recolocado. As amostras foram pesadas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, congeladas à -15°C, sendo posteriormente moídos em moinho tipo Willey, com crivo de 1 mm para posteriores análises bromatológicas.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes, do suplemento e da extrusa

Item				Experimento 1	Experimento 2
	Palma	Soja	Suplemento	Extrusa	
Matéria seca ¹	114,0	890,0	500,0	226,0	231,0
Proteína Bruta ²	38,0	518,0	277,0	143,0	126,0
Extrato Etéreo ²	27,0	22,0	20,0	45,0	33,0
Matéria mineral ²	138,0	69,0	104,0	139,0	109,0
Matéria orgânica ²	862,0	931,0	897,0	859,0	891,0
Fibra em detergente neutro ²	291,0	192,0	241,0	577,0	601,0
Fibra em detergente ácido ²	196,0	97,0	147,0	348,0	362,0
Carboidratos totais ²	797,0	391,0	599,0	673,0	732,0
Carboidratos não fibrosos ²	506,0	199,0	358,0	96,0	131,0

¹ g/Kg na matéria natural (MN); ² g/Kg na matéria seca (MS).

Para a estimativa de síntese de proteína microbiana, nos dois experimentos, foram efetuadas coletas de urina realizadas através do método “spot”, no último dia de cada subperíodo experimental (21º dia), quatro horas após o início do pastejo dos animais, que foram trazidos às baias, contidos e a coleta realizada por meio de micção espontânea, utilizando-se sacos para colostomia de 65 mm, acopladas no abdômen do animal. Uma alíquota de 10 mL foi então diluída em 40 mL de ácido

sulfúrico a 0,036N. O pH foi ajustado abaixo de 3 com gotas de H₂SO₄ concentrado, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e precipitação de ácido úrico. Posteriormente, as amostras foram identificadas e congeladas em freezer a -20°C para posteriores análises dos derivados de purinas: xantina, hipoxantina, ácido úrico e alantoína, como também, creatinina, objetivando a estimativa do volume urinário.

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” de 10 mL heparinizados. 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 à -20 °C, para análise de creatinina para o cálculo do clearance. O clearance renal de creatinina foi calculada pelo modelo proposto por Reece (1996): $\text{clearance (mL/minuto)} = [(CU \times VU) / CP] / PC$, onde, CU = concentração de creatinina na urina; VU = volume urinário (mL/minuto) e CP = concentração de creatinina no plasma. Para as análises de creatinina, ácidos úricos na urina e no plasma foram utilizados Kits comerciais (Doles)[®], seguindo-se orientações técnicas do fabricante. As análises de xantina, hipoxantina e alantoína foram realizadas conforme Chen & Gomes (1992).

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, adotou-se a média de 27,92 mg/kg PC, obtida por Souza (2010). As purinas absorvidas (PA) (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção dos DP (Y, mmol/dia) por intermédio da equação descrita por Chen & 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 PA (X, mmol/dia), mediante a fórmula $Y = 70X / 0,83 \times 0,134 \times 1000$, onde 70 é o nitrogênio de purinas (mg/mol); 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,134, a relação de N purina: N total das bactérias, descrita por Chen & Gomes (1992). A estimativa da proteína bruta microbiana (PBmic) foi calculada multiplicando-se a SNmic x 6,25.

O delineamento experimental utilizado para os dois experimento foi o inteiramente casualizado, onde, no primeiro experimento, foram utilizados dois tratamentos com 8 repetições e no segundo, três tratamentos com cinco repetições para o PA e PR e oito repetições para o PAS. Foram realizada análise de variância e comparação das médias utilizando o teste F para o primeiro experimento e o de Tukey para o segundo experimento, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS (1999).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume urinário (VU) apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) com maiores médias para os animais do PA nos dois experimentos, não diferindo do PAS no segundo, em relação ao pastejo restrito (PR) (Tabela 2). Este resultado se deve provavelmente ao ganho de peso dos animais com 21,0; 18,4 e 24,0 kg, respectivamente para PA, PAS, em relação ao PR, uma vez que a estimativa do volume urinário é dependente do peso vivo animal. Souza (2010) observou médias de VU variando de 3,8 a 5,8 L/dia, corroborando com os resultados do presente trabalho. Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) para a creatinina plasmática nem para a creatinina urinária (CRU), entre tratamentos nos dois experimentos. Esse comportamento corrobora com Valadares Filho (1997), onde o autor relatou que a concentração de creatinina não é afetada em função da dieta consumida. Fonseca (2006), não observou efeito dos níveis crescentes de PB e NNP dietéticos sobre a excreção de CU. Segundo Schutte et al. (1981), a creatinina é produto do metabolismo muscular e sua produção e excreção são diretamente relacionada ao metabolismo deste tecido. Kozloski et al. (2005), também encontraram resultado semelhante ao estudar uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos.

Tabela 2 - Volume urinário e concentração de creatinina na urina de caprinos mantidos a pasto com e sem suplementação na Caatinga

Item	Tratamentos			CV (%)	P
	PA	PAS	PR		
Experimento 1					
VU (L/dia)	4,89	-	3,79	37,3	0,00323
CP (mg/dL)	1,29	-	1,28	123,0	NS
CP (mg/PC)	3,38	-	3,38	145,7	NS
CRU (mg/dL)	12,90	-	14,86	33,1	NS
CC (mL/min)	179,8	-	161,27	77,9	NS
EC (g/d)	0,55	-	0,51	9,7	0,00020
Experimento 2					
VU (L/dia)	5,40 _a	5,15 _a	3,81 _b	44,1	0,01875
CP (mg/dL)	0,25	0,28	0,26	135,8	NS
CP (mg/PC)	0,92	1,04	0,74	153,9	NS
CRU (mg/dL)	9,24	12,82	14,21	62,2	NS
CC (mL/min)	328,48	326,91	300,86	58,9	NS
EC (g/d)	0,43 _b	0,48 _a	0,43 _b	13,0	0,00015

PA = pastejo à vontade; PAS = pastejo à vontade mais suplementação; PR = pastejo restrito; CV = coeficiente de variação; P = significância; VU = volume urinário; CP = creatinina plasmática; CRU = creatinina na urina; CC = clearance creatinina; EC = excreção de creatinina; letras subscritas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$); NS = não significativo, ($P > 0,05$).

Champe & Harvey (1996) relataram que a creatinina é formada no músculo pela desidratação da creatina-fosfato, originada do metabolismo muscular e que não tem relação com a dieta dos animais, mostrando a sua utilização como um bom indicador para se estimar o volume urinário a partir de coletas “spot” de urina. O clearance ou taxa de filtração glomerular, não apresentou significância ($P>0,05$) entre tratamentos nos dois experimentos. De acordo com Reece (1996), a depuração renal é usada na avaliação da função renal. No entanto, foi observado que houve, em valores absolutos, uma maior taxa de filtração glomerular no segundo experimento, conseqüentemente, apresentando uma menor concentração da creatinina no plasma. A excreção de creatinina (EC) apresentou diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos nos dois experimentos apresentando maiores médias para o PA no experimento 1 e PAS no experimento 2 em relação aos demais tratamentos. Como a excreção de creatinina em g/dia é dependente do volume urinário, provavelmente, esse comportamento teve influência do volume de urina produzido, já que esses variaram entre os tratamentos.

Foi observada diferença significativa ($P<0,05$) para a relação xantina+hipoxantina (X+H) mg/dL com maiores médias para o PR em relação ao PA no experimento 1, no entanto, para essa mesma relação nas outras unidades em que foi expressa para o experimento 1, não foi observada diferença significativa ($P>0,05$), como pode ser verificado na Tabela 3. No experimento 2 não foi observado significância para a (X+H) mg/dL entre os tratamentos. A xantina e hipoxantina têm a sua excreção contabilizadas em conjunto nos caprinos pelo fato da menor ação da xantina oxidase convertendo-as em ácido úrico, quando comparada com a ação dessa enzima nos bovinos. A baixa concentração desses derivados de purina na urina em relação aos demais pode ser justificada em virtude da disponibilidade das bases púricas na incorporação direta no nucleotídeo tecidual pela via da síntese de novo das purinas, sendo assim, encontradas em pequenas quantidades na urina.

Chen & Gomes (1992) relataram que há uma proporção estimada dos derivados de purinas individualmente, estimando uma média de cinco a 10% das concentrações de xantina e hipoxantina mmol/dia em relação ao total dos derivados de purinas. No entanto, a média apresentada no presente trabalho, para os animais no experimento 1 foi de: 3,1 e 2,8% da xantina + hipoxantina para o PA e PR, respectivamente, em relação aos derivados de purinas totais, valores abaixo dos relatados por Chen & Gomes (1992). O mesmo comportamento foi observado no experimento 2 com percentuais de 3,6; 3,2 e 3,0 % da xantina e hipoxantina para PA, PAS e PR, respectivamente, em relação aos derivados totais de purinas. Esse fato chama a atenção para as diferenças relatadas anteriormente, principalmente com animais sob pastejo em vegetação do bioma caatinga.

Tabela 3 - Concentração dos derivados de purinas na urina de caprinos mantidos a pasto com e sem suplementação na Caatinga

Item	Tratamentos			C V (%)	P
	PA	PAS	PR		
Experimento 1					
X + H (mg/dL)	1,76 _a		2,03 _b	9,3	0,00001
X + H (mg/PC)	4,31	-	4,27	38,3	NS
X+H (mmol/dia)	0,51	-	0,45	37,1	NS
AU (mg/dL)	111,07	-	111,44	25,1	NS
AU (mg/PC)	279,54	-	233,50	48,8	NS
AU (mmol/dia)	6,61	-	6,63	25,1	NS
AL (mg/dL)	46,50	-	35,93	59,6	NS
AL (mg/PC)	114,44	-	80,57	84,2	NS
AL (mmol/dia)	9,6	-	8,7	83,8	NS
Experimento 2					
X + H (mg/dL)	1,94	1,73	1,71	27,9	NS
X + H (mg/PC)	6,87 _a	5,32 _{ab}	4,13 _b	53,8	0,00525
X+H (mmol/dia)	0,62 _a	0,54 _a	0,37 _b	48,8	0,03430
AU (mg/dL)	47,45	48,98	50,39	12,0	NS
AU (mg/PC)	171,26	144,46	127,06	45,8	NS
AU (mmol/dia)	2,82	2,92	2,99	12,0	NS
AL (mg/dL)	48,73	52,44	51,25	28,8	NS
AL (mg/PC)	168,11	152,41	122,42	49,0	NS
AL (mmol/dia)	16,35 _{ab}	16,61 _a	11,77 _b	42,9	0,03025

PA = pastejo à vontade; PAS = pastejo à vontade mais suplementação; PR = pastejo restrito; CV = coeficiente de variação; P = significância; X + H = xantina + hipoxantina; AU = ácido úrico urinário; AL = alantóina; letras subscritas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$); NS = não significativo, ($P > 0,05$).

Belenguer et al. (2002), observaram que a atividade da xantina oxidase nos caprinos foi de 0,001 ui/mL, no fígado de 0,12 ui/g e no duodeno de 0,0009 ui/g, sendo menores que as encontradas em bovinos e próximos aos encontrados em ovinos, comprovando a baixa ação desta enzima e a presença de xantina e hipoxantina na urina dos animais experimentais. No entanto, em relação aos baixos valores encontrados, possivelmente, esses derivados tiveram uma maior recuperação pelo processo da síntese de novo das purinas. Para o ácido úrico (AU) não foi observada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos no primeiro e no segundo experimento. No entanto, em valores absolutos, maiores médias AU foram obtidas para os animais experimentais no primeiro experimento. Possivelmente, como a atividade da xantina oxidase é insuficiente para degradar as bases púricas, xantina e hipoxantina, e convertê-las totalmente em ácido úrico em caprinos, o que pode ter havido no primeiro experimento, foi uma maior ação da xantina oxidase na conversão desses derivados em AU. Outro fator importante que possivelmente possa está relacionado é a

absorção inalterada das bases através da parede do intestino para incorporação nos ácidos nucléicos teciduais, podendo levar, neste caso, a uma menor concentração de AU na urina.

O AU absorvido pelo fígado, formado pela ação da xantina oxidase, não é utilizado pelo animal para incorporação, conseqüentemente, aumentando a sua excreção na urina, o que possivelmente pode ter havido com os animais do primeiro experimento, quando comparados com os do segundo. Não foi observada significância ($P>0,05$) entre os tratamentos para a alantoína em nos animais do primeiro experimento. Também não foi detectada significância ($P>0,05$) para a alantoína dos animais criados no segundo experimento com médias de 50,81 (mg/dL) e 147,65 (mg/PC). No entanto, para alantoína em mmol/dia foi constatada diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos, com maior média para o PAS e PA em relação ao PR. A ação da xantina oxidase em transformar a xantina e hipoxantina em ácido úrico também colaborou para o comportamento encontrado, tanto entre os tratamentos, quanto entre os experimentos 1 e 2, pois, após ser convertido em ácido úrico este é convertido em alantoína pela ação da uricase (Lehninger, 1995). No entanto, a diferença encontrada em mmol/dia pode está atrelado ao volume de urina produzido pelos animais desse tratamento, o qual foi observado que neste houve uma menor produção de urina.

O percentual da alantoína em relação ao total dos derivados de purinas apresentou médias de 65,98 e 57,63 % para o PA e PR, respectivamente, nos animais do primeiro experimento e para os animais do segundo experimento, as médias foram 82,61; 82,76 e 77,79 % da alantoína para o PA, PAS e PR, respectivamente. Todos esses percentuais estão próximos aos relatados por Chen & Gomes (1992), que relata uma variação de 60 a 80 % da alantoína em relação aos derivados totais de purinas. Observando o comportamento desses percentuais nos dois períodos do ano, pode-se constatar que os maiores valores obtidos foram os dos animais no segundo experimento, independente do tratamento observado. Esse comportamento, possivelmente, deve-se a relação entre as concentrações de ácido úrico e alantoína entre os animais experimentais, distintamente entre os experimentos.

Fonseca et al. (2006), encontraram percentagem média de alantoína excretada variando de 64,5 a 75,9 nas amostras de coleta total de urina e de 73,9 a 85,2 nas amostras de coleta "spot" de urina, próxima às encontradas no presente experimento, mostrando, contudo, a viabilidade da técnica da coleta "spot" de urina usada no presente trabalho. Os DP não diferiram entre tratamentos ($P>0,05$), cuja média foi 18,82 mmol/dia para os animais do primeiro experimento (Tabela 4). Para os resultados do segundo, foi constatado que houve diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos PA e PAS em relação ao PR, não sendo visualizada diferença entre os dois primeiros.

Os DP encontrados na urina são diretamente proporcionais com as purinas absorvidas e, consequentemente, com a produção de proteína microbiana produzida.

Tabela 4 - Síntese de proteína microbiana em caprinos mantidos a pasto com e sem suplementação na Caatinga

Item	Experimento 1			CV (%)	P
	PA	PAS	PR		
DP (mmol/dia)	16,4	-	15,8	51,6	NS
PABS (mmol/dia)	16,4	-	13,6	52,3	NS
Nmic (g/dia)	10,2	-	8,6	52,3	NS
PBmic (g/dia)	63,8	-	53,8	52,3	NS
Experimento 2					
DP (mmol/dia)	17,1 _a	17,2 _a	12,2 _b	48,8	0,03430
PABS (mmol/dia)	16,8 _a	16,4 _a	10,9 _b	49,1	0,03840
Nmic (g/dia)	10,9 _a	11,9 _a	7,9 _b	49,1	0,03840
PBmic (g/dia)	68,2 _a	74,4 _a	49,4 _b	49,1	0,03840

PA = pastejo à vontade; PAS = pastejo à vontade mais suplementação; PR = pastejo restrito; CV = coeficiente de variação; P = significância; DP = derivados de purina; PABS = purinas absorvidas; Nmic = nitrogênio microbiano; PBmic = proteína bruta microbiana; letras subscritas diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$); NS = não significativo, ($P > 0,05$).

Então, assumiu-se que a absorção de purinas estaria condicionada à quantidade de proteína microbiana, estimada a partir da excreção urinária de derivados de purinas: alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina (Giesecke et al., 1994), consideração que ratifica o comportamento dos resultados encontrados nos animais do experimento 1, onde se pode observar que em mmol, que todos os DP encontrados na urina dos animais não apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 3). Porém, para os animais do experimento 2, o comportamento foi semelhante para a X+H e AL, não apresentando o mesmo comportamento para o AU (Tabela 3), onde não apresentou diferença entre os tratamentos. Foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) para os derivados de purinas dos animais do experimento 2 entre o PA e PAS em relação ao PR, não apresentando significância entre os dois primeiros tratamentos. Possivelmente, este comportamento está em função da excreção da alantoína e da xantina e hipoxantina os quais tiveram comportamento semelhante, sendo uma consequência da ação das enzimas xantina oxidase, possivelmente, a rota de recuperação da síntese de novo e, da uricase. Outro possível motivo foi o maior tempo de pastejo desses animais, além da suplementação dada aos animais do PAS.

As médias observadas no presente trabalho dos DP tanto no primeiro experimento como no segundo para o PR, encontram-se próximas as obtidas por Nascimento (2005) e Fonseca et al. (2006) que observaram valores variando de 8,16 a 16,9 mmol/dia, demonstrando, de certa forma, a capacidade desses animais que, mesmo em condições de restrição alimentar, excretam

concentrações consideráveis de derivados de purinas na urina. Como há uma relação entre a excreção urinária de derivados de purinas e o fluxo duodenal de bases púricas (Perez et al., 1996; Moorby et al., 2006), entende-se que também se tenha uma boa produção de proteína microbiana, a fim de atenderem suas exigências nutricionais, principalmente as de manutenção, especialmente levando-se em consideração que os animais do presente experimento foram criados a pasto em região de caatinga no experimento 2, onde pode-se não ter quantidades e qualidade de forragens disponível.

As purinas absorvidas não diferiram ($P > 0,05$) entre os tratamentos PA e PR para os animais do primeiro experimento cuja média foi de 18,74 mmol/dia. Porém, para os animais do segundo experimento, foi observada diferença ($P < 0,05$) com maiores médias PA e PAS em comparação com o PR. Provavelmente, esse comportamento se deu em virtude da menor ingestão dos animais do PR. Andrade-Montemayor et al. (2009) relataram que a estimativa do fluxo de N-microbiano depende da digestibilidade de purinas absorvidas no duodeno. Chen & Gomes (1992) consideram a digestibilidade das purinas de 83% e Belenguer et al. (2002) de 92%, relatando que a razão entre o conteúdo de N-microbiano do rúmen e purinas absorvidas não é absoluta, podendo variar de acordo com a dieta experimental.

As sínteses de Nmic (g/dia) e PBmic (g/dia) não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os animais do primeiro experimento. Porém, maiores valores absolutos foram encontrados para o tratamento PA em relação ao PR. O valor de PBmic encontrada nesse período para o tratamento PA foi menor do que a média encontrada por SOUZA (2010), de 73,69 g/dia em caprinos. Para os animais do segundo experimento, as sínteses de Nmic (g/dia) e PBmic (g/dia) apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) para o PA e PAS em relação ao PR este, apresentando menor média. Esse comportamento demonstra que esses animais tem uma ótima capacidade de selecionar sua dieta, obtendo bons resultados quando se refere à síntese de proteína microbiana, ainda que em condições de restrição, quando comparados em termos absolutos com as médias do PR no experimento 1. Segundo Silva et al. (2005), quando o alimento apresenta baixo valor biológico, a proteína que chega ao intestino delgado é praticamente derivada dos microrganismos. Isso se torna importante para os animais em condições de pastejo em áreas de caatinga porque a proteína de origem microbiana supre parte das exigências desses animais em períodos de escassez de alimentos como foi constatado no presente trabalho.

4 CONCLUSÃO

Caprinos criados em condições de pastejo em área de caatinga com ou sem restrição alimentar não apresentam diferença na concentração dos derivados de purinas nem na síntese de proteína microbiana na época de transição chuva-seca. Contudo, na época de transição seca-chuva, quando são suplementados ou mantidos a pasto sem restrição, apresentam maior produção de proteína microbiana quando comparado com caprinos em condição de restrição alimentar. Caprinos em pastejo restrito apresentam produção satisfatória de derivados de purina e proteína microbiana nos períodos de transição avaliados na caatinga.

REFERENCIAS

- ANDRADE-MONTEMAYOR, H.; GASCA, T.G.; KAWAS, J. Ruminal fermentation modification of protein and carbohydrate by means of roasted and estimation of microbial protein synthesis. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, p.277-291, 2009.
- BELONGUER, A.; D. YANEZ, J.; BALCELLS, N. H. et al. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial out flow in goats. **Livestock Production Science**, n.77, p.127-135, 2002.
- CANNAS, A. **Tannins: fascinating but sometimes dangerous molecules**. Itaka, 1999. Disponível em <http://www.aNSci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin> . Acessado 10/12/2013.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. 1996. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 427p.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Buchsburnd. Aberdeen: **Rowett Research Institute**. 21p.
- FERREIRA, M.A.; SILVA F.M.; BISPO, S.V. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, supl. Especial, p.322-329, 2009.
- FONSECA, C.E.M. et al. Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.3, p.1158-1177, 2006.
- GIESECKE, D.; EHRENTREICH, L.; STANGASSINGER, M. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. **Journal. Dairy Science**, v.77, n.8, p. 2376-2381, 1994.
- HALL, M.B. **Recentes avanços em carboidratos não fibrosos na nutrição de vacas leiteiras**. In: Simpósio Internacional de Bovinocultura de Leite: Novos conceitos em nutrição. Lavras. *Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.149-159. 2001.

HARUN, N.L.A. et al. Effects of feeding goats with *Leucaena leucocephala* and *Manihot esculenta* leaves supplemented diets on rumen fermentation profiles, urinary purine derivatives and rumen microbial population. **Journal of Applied Animal Research**, v.45, n.1, p. 409-416, 2017.

IAEA-TECDOC-945. **Estimation of rumen microbial protein production from purine derivatives in urine**, IAEA/FAO, Publication, Vienna, n.49, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2017. **Censo agropecuário: resultados preliminares**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf. Acessado em 22/09/2020.

KOZLOSKI, G.V.; FIORENTINI, G.; HARTER, C.J.; SANCHEZ, L.M.B. Uso da creatinina como indicado da excreção urinária em ovinos. *Ciência Rural*, v.35, n.1, p.98-102, 2005.

LEHNINGER, A.L. 1995. **Biosíntese e atualização da energia das ligações de fosfato**. v.2, Ed. Edgard Blucher LTDA.

MACÊDO, A.J.S. et al. A cultura da palma, origem, introdução, expansão, utilidades e perspectivas futuras: Revisão de Literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 2967-62987, 2020.

MOORBY, J.M. et al. Effects of dairy cow diet forage proportion on duodenal nutrient supply and urinary purine derivative excretion. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.9, p.3552-3562. 2006.

NASCIMENTO, A.C.O. 2005. **Estimativa da produção de urina e dos derivados de purina em caprinos alimentados com rações à base de palma forrageira**. 2005. 36p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2001. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D.C.: **National Academy**. 242p.

PEREZ, J.F. et al. Determination of rumen microbial nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.699-709, 1996.

REECE, W.O. Equilíbrio hídrico e excreção. In: DUKES, H. H. 1996. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 856p.

SANTOS, K.L. 2008. **Balço De Minerais e Função Renal em Caprinos Recebendo Dietas a Base de Palma Forrageira e Diferentes Níveis de Casca de Soja**. 2008. 41f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SCHUTTE, J.E. et al. Total plasma creatinine: an accurate measure of total striated muscle mass. **Journal of Applied Physiology**, v.51, p.762-766, 1981.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2002. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: UFV. 165p.

SILVA, F.F. et al. **Aspectos do metabolismo de nitrogênio**. In: ÍTAVO, L.C.V. e ÍTAVO, C.C.B.F. (eds.). *Nutrição de Ruminantes: aspectos relacionados à digestibilidade e ao aproveitamento de nutrientes*. Campo Grande: UCDB, cap.9, p.171-184, 2005.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. **Journal. Dairy Science**, n.70, v.1, p.425-441, 1987.

SOUZA, E.J.O. et al. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de Maniçoba. **Revista Brasileira de Saúde Produção**, v.11, p.1056-1067, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**: statistics. Version 8.0. Cary: 1999.

VALADARES FILHO, S.C. 1997. Digestão pós-ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, p.87-113.

VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed., Ithaca: Cornell University. 476p.

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**, v.83, n.10, p.3583-3597, 1991.

YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L. et al. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, p.33-48, 2002.