



Efeito do período de coleta de urina na estimativa do volume urinário e dos derivados de purina em caprinos mestiços

[Effect of urine collection period on the estimation of urinary volume and purine derivatives in crossbred goats]

Raiane Barbosa Mendes^{*1} , Gabriel Rodrigues Silva Oliveira¹ , Mateus Lacerda de Souza Santos¹ , Cláudia Loianny Souza Lima² , George Soares Correia¹ , Maria Leonor Garcia Melo Lopes de Araújo² , Weiber da Costa Gonçalves¹ , Mara Lúcia Albuquerque Pereira¹ , Herymá Giovane de Oliveira Silva¹ 

1 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, Bahia, Brasil 

2 Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, Bahia, Brasil 

*autor correspondente: raibmendes@hotmail.com

Recebido: 11 de julho de 2025. Aceito: 06 de janeiro de 2026. Publicado: 13 de março de 2026.

Editor: Luiz Augusto B. Brito

Resumo: Objetivou-se no presente estudo determinar para caprinos o período de adaptação adequado para avaliação metabólica e o horário ideal para coleta spot. Para isso, utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro períodos de adaptação (9; 13; 17 e 21 dias) e seis horários de coleta (4, 8, 12, 16, 20 e 24). Dessa forma, dez caprinos mestiços Anglo Nubiano x SRD, machos não-castrados, com idade aproximada de 210 dias e peso corporal inicial médio de 25 kg foram aleatoriamente distribuídos nos tratamentos experimentais. O experimento teve duração de 50 dias. Os caprinos foram alimentados duas vezes ao dia, na proporção volumoso: concentrado de 20:80 conforme as recomendações do NRC (2007) para ganho de peso diário de 180g/dia. A dieta foi composta por feno de Tifton-85 e o concentrado a base de milho moído, farelo de soja e mistura mineral contendo monensina (2,7mg/Kg MS) ou doses de alcaloides piperidínicos da vagem de algaroba (APA) (9,2; 18,4; 27,6mg/Kg MS) e um concentrado controle sem aditivos. Os períodos de adaptação foram 9, 13, 17 e 21 dias para avaliação das excreções de urinárias (alantoína, xantina, hipoxantina, derivados totais de purina, creatinina,) comparando coleta total com amostra spot e total horários. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) para os dias de adaptação e horários de coleta, entretanto, a fim de garantir maior consistência dos dados, preconizar pelo menos 17 dias de adaptação para potencializar a eficiência de utilização da dieta pelos animais.

Palavras-chave: Ionóforos; nutrição de ruminantes; proteína microbiana.

Abstract: The objective of the present study was to determine the appropriate adaptation period for metabolic evaluation and the ideal time for spot sample collection in goats. For this, an entirely randomized experimental design was used with four adaptation periods (9, 13, 17, and 21 days) and six sample collection times (4, 8, 12, 16, 20, and 24 hours). Ten Anglo-Nubian x SRD crossbred male goats, approximately 210 days old with an average initial body weight of 25 kg, were randomly distributed across the experimental treatments. The experiment lasted 50 days. The goats were fed

twice a day with a diet consisting of 20% roughage and 80% concentrate, following the NRC (2007) recommendations for a daily weight gain of 180g/day. The diet was composed of Tifton-85 hay and a concentrate based on ground corn, soybean meal, and a mineral mix containing monensin (2.7mg/kg DM) or doses of piperidine alkaloids from the algaroba pod (APA) (9.2, 18.4, and 27.6mg/kg DM) as well as a control concentrate without additives. The adaptation periods were 9, 13, 17, and 21 days for evaluating urinary excretions (allantoin, xanthine, hypoxanthine, total purine derivatives, creatinine) by comparing total collection with spot and hourly samples. There was no significant effect ($P>0.05$) between adaptation days and collection times; however, to ensure greater data consistency, it is recommended to use at least 17 days of adaptation to enhance the dietary efficiency for the animals.

Keywords: Ionophores; microbial protein; ruminant nutrition.

1. Introdução

A proteína microbiana é uma fonte de alta qualidade de aminoácidos disponíveis para a absorção ⁽¹⁾. Esta, representa uma parcela significativa da proteína digerida no intestino delgado de ruminantes, representando até 80 % do total de proteína absorvível. Desse modo, a precisa estimativa da síntese de proteína microbiana (SPM) é fundamental, não apenas para otimizar a suplementação de proteína para ruminantes, mas também para minimizar as perdas de N para o ambiente e para o desenvolvimento de estratégias de alimentação otimizadas ⁽²⁾. Entretanto, estudos com animais são trabalhosos e exaustivos para quem conduz, podendo causar grande estresse nos animais. Diante disso, devido à preocupação com o bem-estar e conforto animal tem-se buscado técnicas menos invasivas, práticas rápidas e eficientes e que permitam a obtenção de dados consistentes, sem interferir significativamente na homeostase dos animais.

Faz-se assim, necessário o estabelecimento de técnicas não invasivas e precisas para quantificação da proteína microbiana. Segundo Chen e Gomes et al ⁽³⁾ e Ma et al ⁽⁴⁾, a quantificação da síntese de proteína microbiana pode ser realizada pelo método indireto, utilizando-se a excreção urinária de derivados de purina. A técnica de derivados de purinas, é considerada uma estimadora precisa da proteína microbiana sintetizada no rúmen e de fácil determinação, pois supera as desvantagens de métodos mais diretos ⁽⁵⁻⁸⁾. Essa técnica baseia-se em duas premissas principais: I - que o fluxo de ácidos nucleicos no intestino delgado é predominantemente de origem microbiana e II- que as bases purinas, após a digestão intestinal, são absorvidas, metabolizadas e excretadas na urina como derivados de purinas (hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína).

O metabólito creatinina é excretado pela urina, em função relativamente constante ao peso corporal, sofrendo pouca ou nenhuma influência dos fatores dietéticos ^(9, 10). Desta forma assume-se que a creatinina proveniente do metabolismo muscular 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.

Se tratando de caprinos, os estudos para obtenção desses dados ainda são escassos. Desse modo, objetivou-se avaliar se o tipo de coleta (spot, acumulada por horário e total) exerce influência sobre a estimativa de volume urinário em caprinos. Bem com o período de adaptação e os tempos após alimentação exercem efeito sob a excreção de derivados de purina para estimativa da síntese de proteína microbiana.

2. Material e métodos

2.1 Considerações éticas e local do experimento

Os procedimentos adotados com os animais neste trabalho estiveram de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, aprovados no protocolo 115/2015 pelo Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Sudoeste de Bahia (UESB) e a experimento foi conduzido no setor de Caprino e ovinocultura do Campus Juvino Oliveira da UESB, que se encontra localizada na cidade de Itapetinga, BA.

2.2 Animais, período e delineamento experimental

Foram utilizados dez caprinos mestiços, machos não-castrados, com idade aproximada de 210 dias e peso corporal inicial médio de $25 \pm 4,8$ kg. A duração do experimento foi de 50 dias, divididos em dois períodos experimentais (blocos) de 25 dias cada. Os quais foram subdivididos em quatro períodos de adaptação (9, 13, 17 e 21 dias) e seis horários de coleta (4, 8, 12, 16, 20 e 24 horas após a alimentação) independentes, delineados em blocos casualizado.

2.3 Manejo e dietas experimentais

Realizou-se a adaptação gradual dos animais ao concentrado até atingir o nível de consumo de 80%, ao mesmo tempo em que se adaptavam às gaiolas metabólicas. As dietas foram balanceadas para caprinos conforme exigência descritas no NRC ⁽¹¹⁾ para ganho de peso diário de 180 g. Os animais foram alimentados com dietas com relação volumoso:concentrado de 20:80, sendo utilizado como volumoso o feno de Tifton 85 (*Cynodon cv. Tifton 85*) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes e da dieta total experimental e proporção dos ingredientes no concentrado em ensaio com caprinos.

Componentes nutricionais (%MS) ¹	Feno de Tifton 85	Concentrado	Dieta Total ²
Matéria seca	88,94	87,40	87,71
Proteína bruta	9,69	19,13	17,24
Extrato etéreo	1,55	3,35	2,99
Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína	71,04	13,82	25,26
Fibra em detergente ácido	38,72	4,99	11,74
Carboidratos totais	82,36	73,27	75,09
Carboidratos não fibrosos	11,32	59,45	49,82
Lignina	6,13	1,21	2,19
Nutrientes digestíveis totais	54,79	82,10	76,64
Proporção dos ingredientes do concentrado (%)			
		71,4	
Milho moído		26,0	
Farelo de soja		2,6	
Sal mineral			

¹Nutrientes em porcentagem da matéria seca; ²Proporção volumoso:concentrado 20:80; ³Corrigido para cinzas e proteína.

As dietas eram ofertadas *ad libitum* diariamente às 07h00 e 16h00, de forma a permitir 15% de sobras e os bebedouros lavados e reabastecidos diariamente. Os animais foram pesados no início e final do período (com jejum de sólido) para a avaliação da variação do peso corporal e obtenção do peso corporal médio para correlacionar com a excreção diária de creatinina.

2.4 Coleta de amostras de urina (total e spot)

Após o fornecimento da alimentação, as coletas urinárias foram realizadas no 9º, 13º, 17º e 21º dia de cada ciclo experimental. Foram realizados três tipos de coletas, por micção espontânea abaixo descritas.

2.4.1 Coleta total de urina (24 horas)

A coleta total de urina (24 h) de cada animal foi realizada utilizando-se baldes coletores posicionados abaixo de cada gaiola metabólica contendo 100ml de H_2SO_4 20% (v/v) a fim de acidificar a amostra, manter o pH abaixo de 4, evitando assim deterioração desta. Ao final das 24h, a urina foi pesada, homogeneizada, filtrada através de camadas de gazes, sendo uma alíquota de 50 mL coletada e armazenada.

2.4.2 Coleta spot de urina (a cada 4 horas por um período de 24 horas)

Amostras pontuais de urina (*spot*) foram coletadas em intervalos de 4 horas durante um período de 24 horas. Neste caso, a amostra de urina foi coletada com auxílio de bolsas coletoras as quais foram colocadas no prepúcio de cada animal em seis horários pontuais (4, 8, 12, 16, 20 e 24). Alíquotas de 10 mL foram diluídas em 40 mL de H_2SO_4 a 0,036N, rotuladas adequadamente e armazenadas.

2.4.3 Urina acumulada por horário (ao longo de um período de 24 horas)

Um balde coletor foi posicionado abaixo de cada gaiola metabólica e o volume de urina produzido foi acumulado e mensurado por pesagens a cada quatro horas (4, 8, 12, 16, 20 e 24h). Dessa forma, foi procedida a comparação com o volume estimado pela excreção diária de creatinina. Uma alíquota de 10 mL de urina foi coletada por horário e, posteriormente, diluída em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N. Ao final do período de 24 horas, o volume coletado das amostragens foi contabilizado para comparação com o volume diário de urina estimado com auxílio da excreção diária de creatinina e todas as amostras foram armazenadas em freezer a -20°C para posteriores análises laboratoriais.

As concentrações de ureia e creatinina na urina foram determinadas utilizando kits comerciais (Bioclin®, Belo Horizonte, MG, Brasil) e as leituras das absorbâncias mensuradas com auxílio de Espectrofotômetro UV-Visível (Mono-Feixe) Modelo UV-M51 – BEL. Os teores de alantoína, xantina e hipoxantina foram determinados por métodos colorimétricos, de acordo com metodologia descrita por Chen e Gomes⁽³⁾ e o teor de ácido úrico foi calculado com base na concentração de xantina e hipoxantina. A excreção de derivados de purinas totais (DP) foi obtida pela soma da quantidade de alantoína, ácido úrico e xantina e hipoxantina excretadas na urina (mmol/L).

O volume urinário estimado a partir das amostras de coleta *spot* foi calculado pela excreção diária média de creatinina (2,1mg/L), encontrada na coleta de urina total, dividida pela concentração (mg/L) na amostra de coleta *spot* e multiplicando-se pelo peso corporal dos animais no momento da coleta. O volume urinário estimado a partir das amostras de urina acumulada por horário foi calculado pela excreção média de creatinina e encontrada pela extrapolação do volume urinário e concentração (mg/L) de creatinina a cada horário das mesmas amostras, dividindo-se pelo peso corporal médio dos animais. A excreção de derivados de purinas totais (DP) foi obtida pela soma da quantidade de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina excretadas na urina (mmol/L).

2.5 Análise estatística

Os resultados obtidos foram avaliados pelo procedimento geral de modelos lineares (PROC MIXED) em arranjo fatorial para delineamento inteiramente casualizado e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com nível de probabilidade de 0,05 para erro tipo I, no software SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, EUA). Os dados foram analisados utilizando o seguinte modelo:

$$Y_{ij}(k) = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = valor observado da variável no tratamento e bloco;

μ = média geral;

T_i = o efeito fixo do tratamento (dias ou horários de coleta);

B_j = o efeito fixo do bloco.

e_{ij} = erro experimental aleatório.

3. Resultados

Não houve efeito dos períodos de adaptação avaliados no volume urinário total, concentrações de creatinina, ácido úrico, alantoína em caprinos ($P>0,05$) (Tabela 2). Além disso, os períodos de adaptação não influenciaram as concentrações de xantina + hipoxantina e purinas totais nos caprinos ($P>0,05$). Desse modo, a partir deste momento, utilizou-se apenas os dias 17 e 21 para fins de avaliação visando redução da variabilidade dos dados e maior estabilidade metabólica.

Tabela 2. Comparação dos dias de adaptação às dietas pelo volume urinário (kg/dia), concentração de creatinina em mg/PC e derivados de purina em mmol/dia na urina de caprinos.

Itens	Adaptação				EPM ¹	P-valor
	9	13	17	21		
Volume urinário (Kg/dia)	1,06	1,09	0,96	0,96	0,056	0,4711
Creatinina (mg/PC)	2,70	2,57	2,68	2,27	0,067	0,1730
Ácido úrico (mmol/dia)	0,41	0,40	0,44	0,42	0,015	0,8745
Alantoína (mmol/dia)	5,07	4,91	4,50	4,36	0,322	0,2121
Xantina + Hipoxantina (mmol/dia)	1,28	1,42	1,19	1,19	0,072	0,4122
Purinas totais (mmol/dia)	6,76	6,73	5,13	5,97	0,347	0,2215

¹Erro padrão da média.

No presente estudo, o volume urinário estimado pela coleta spot e o volume urinário total pesado, não diferiram estatisticamente ($P>0,05$). Apesar disso, o volume urinário estimado pela coleta total horária, para ambos os dias de adaptação avaliados diferiu do volume total pesado, em que foram observados maiores valores de volume urinário nas amostras estimadas pela coleta total horária quando comparadas com volume total pesado tanto aos 17 dias como 21

dias de adaptação. Além do mais, os teores de creatinina em mg/PC apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) nos valores encontrados para a amostra spot tanto para 17, como para 21 dias de adaptação à dieta (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação dos volumes urinários e excreção diária de creatinina total x spot (4h) e total x total horária (4h) em amostras de urina de caprinos.

Itens	Coleta			EPM¹	P-valor
	Total	Spot	Acumulada por horário		
17 dias de adaptação					
Volume urinário (Kg/dia)	0,96a	1,07a	1,48b	0,24	<0,0001
Creatinina (mg/PC)	2,68a	2,11a	2,07b	0,16	<0,0001
21 dias de adaptação					
Volume urinário (Kg/dia)	0,96a	1,11a	1,75b	0,21	<0,0001
Creatinina (mg/PC)	2,27a	2,15a	2,01b	0,13	0,0465

Letras minúsculas diferentes na linha diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.
¹Erro padrão da média.

No que se refere aos horários de coleta após o fornecimento da alimentação no período da manhã, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para os horários de coleta na excreção diária de creatinina, volume urinário estimado (Tabela 4). Além disso, não foi verificado efeito ($P > 0,05$) dos horários de coleta nas concentrações de alantoína, xantina + hipoxantina, ácido úrico, e derivados de purina (Tabela 4).

Tabela 4. Excreção diária de creatinina, volume urinário estimado e derivados de purinas de amostras de urina spot coletadas em caprinos de 4 em 4 horas após o fornecimento da alimentação da manhã.

Itens	Tratamento						EPM ¹	P-valor
	4	8	12	16	20	24		
Creatinina (mg/PC)	2,15	2,06	2,14	2,06	2,11	2,10	0,12	0,9647
Volume urinário estimado (Kg/dia)	1,11	1,08	1,01	1,09	0,99	1,09	0,02	0,7274
Alantoína (mmol/dia)	5,50	5,55	5,74	5,63	5,64	5,76	0,26	0,8950
Xantina + Hipoxantina (mmol/dia)	1,32	1,35	1,31	1,35	1,44	1,30	0,05	0,9834
Ácido úrico (mmol/dia)	0,52	0,53	0,48	0,49	0,44	0,51	0,01	0,3233
Derivados de purina total (mmol/dia)	7,34	7,43	7,53	7,47	7,82	7,57	0,29	0,9187

¹Erro padrão da média.

4. Discussão

A excreção diária de creatinina e sua concentração na urina pode variar em função de diversos fatores, como o volume urinário, este que é influenciado pela taxa de filtração glomerular ⁽¹²⁾ a qual é dependente da ingestão de água. Além disso, a qualidade da dieta também tem forte influência uma vez que sua excreção pode ser alterada se houver deficiência de N em ovinos, como observado por Naqvi et al. ⁽¹³⁾.

Considerando esses fatores que afetam a variação de creatinina, torna-se relevante a utilização da excreção diária de creatinina como ferramenta indireta para estimar o volume urinário por animal dado que sua excreção é proporcional ao peso corporal ⁽⁹⁾ e está frequentemente relacionada a quantidade de tecido muscular ⁽¹⁴⁾. No presente trabalho, a excreção diária de creatinina não foi influenciada pela dieta nem pelos dias de adaptação, permitindo que o valor médio obtido seja empregado para estimar o volume urinário a partir das amostras *spot* de urina, amostras de única total horária e, conseqüentemente, para calcular a excreção de derivados de purinas nessas amostras.

Esperava-se observar variações na concentração de creatinina ao longo do dia, com valores mais baixos à tarde e mais altos ao amanhecer. Essa expectativa se baseia no fato de que, durante o período noturno há absorção de água e de eletrólitos ⁽⁴⁾, o que pode diluir a urina e influenciar a concentração de metabólitos. Além disso, Stkotnicka et al. ⁽¹⁵⁾ relataram que, em mamíferos, a excreção urinária tende a ser menor durante a noite do que quando estão ativos durante o dia. No entanto, conforme Valadares et al. ⁽⁹⁾, a creatina é sintetizada nos músculos, e seu metabólito, a creatinina, é excretado na urina de forma relativamente constante, em proporção ao peso corporal, o que pode limitar a variação esperada ao longo do dia. Desse modo, a excreção urinária de creatinina pode ser utilizada para obtenção da estimativa da produção diária de urina e dos derivados de purinas, além da produção de proteína bacteriana, a partir de amostras *spot* e totais horárias.

Os resultados do presente estudo demonstraram que os dias de adaptação não influenciam no volume urinário total, tampouco a excreção diária de creatinina e derivados de purina totais. Dessa forma, não houve influência sobre a estimativa de síntese de proteína microbiana, corroborando com resultados encontrados por Barbosa et al. ⁽¹⁰⁾ que ao avaliarem a metodologia de coleta para quatro categorias de bovinos submetidos a dois níveis de concentrado, não observaram variações quanto aos dias de coleta para purinas absorvidas e bem como para o uso da amostra *spot*.

Entretanto, a ausência de variação nas variáveis supracitadas em função dos dias de adaptação implica que a metodologia de coleta não afetou os parâmetros metabólicos dos caprinos avaliados, sugerindo que os dias avaliados podem ser utilizados sem prejuízos aparentes ao desempenho dos animais. No entanto, conforme destacado por Cholewińska et al. ⁽¹⁶⁾, o período de adaptação dos animais às condições de manejo e à dieta fornecida pode exercer efeitos benéficos sobre a microbiota ruminal, contribuindo para a estabilidade do ambiente digestivo e, conseqüentemente, para a prevenção de distúrbios metabólicos, como acidose ou cetose.

Além disso, o uso da técnica da excreção urinária de derivados de purinas para determinação da síntese de compostos nitrogenados microbianos, proposta por Topps et al. ⁽¹⁷⁾, demonstrou relação direta entre a excreção urinária de DP e a produção de nitrogênio microbiano em ovelhas e bovinos. Isto ocorre porque, em ruminantes, a maior parte dos DP excretados na urina resulta do metabolismo parcial do ácido nucleico de origem microbiana absorvidos no duodeno ⁽¹⁸⁾. No entanto, essa excreção não é determinada apenas pela produção microbiana, podendo ser modulada por fatores nutricionais. Rennó et al ⁽¹⁹⁾ observaram variação na excreção de derivados de purina, mais especificamente a excreção de alantoina, de forma proporcional ao consumo de matéria seca e ao nível de concentrado na dieta, aumentando conforme se eleva a ingestão alimentar dos animais.

A metodologia de coleta de urina, especialmente quando realizada de forma não invasiva, representa um aspecto relevante a ser considerado, sobretudo em condições à campo, nas quais a coleta total de urina se torna operacionalmente limitada e de difícil execução. Diante disso, com o intuito de avaliar a viabilidade de métodos alternativos, foram comparadas amostras spot e amostras total horárias com a coleta total de urina (Tabela 4).

No presente estudo, os resultados indicaram que o volume urinário estimado a partir das amostras spot apresentou boa concordância com o volume urinário total obtido por pesagem, tanto após 17 quanto após 21 dias de adaptação à dieta, sem diferenças significativas entre os períodos avaliados. Por outro lado, a metodologia baseada em amostras acumuladas por horário superestimou o volume urinário, mostrando-se ineficiente para a estimativa da excreção diária de creatinina e, conseqüentemente, para o cálculo preciso do volume urinário.

Esses achados reforçam a superioridade da técnica spot, uma vez que tanto o volume urinário estimado por essa abordagem quanto o volume total mensurado corroboraram a ineficácia das amostras totais horárias na determinação da excreção diária de creatinina. A subestimação observada nessas amostras compromete a precisão da estimativa do volume urinário. Por outro lado, as amostras spot mostraram-se consistentes e adequadas para esse propósito, independentemente do tempo de adaptação à dieta, não havendo variação significativa entre os dias avaliados.

Considerando que o volume urinário estimado a partir das amostras *spot* é calculado com base na excreção diária de creatinina, e que não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para essa variável, é esperado que o mesmo comportamento seja refletido no volume urinário dos caprinos (kg/dia). A inexistência de efeito do horário de coleta sobre as excreções diárias de creatinina também foi observada em estudos anteriores por Dos Santos et al.⁽²⁰⁾, Ma et al.⁽⁶⁾, Valadares et al.⁽²¹⁾ e Chizzotti et al.⁽⁹⁾. Esses resultados corroboram os achados de Chen et al.⁽⁵⁾, Chen et al.⁽²²⁾ e George et al.⁽²³⁾, os quais relataram que a concentração de creatinina em amostras pontuais (*spot*) de urina permanece relativamente constante ao longo do dia.

A excreção de alantoina, xantina + hipoxantina e ácido úrico em mmol/dia e derivados de purina total em mmol/dia PC, não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) em função do horário de coleta das amostras após a alimentação da manhã. Deste modo, é possível afirmar que a ausência de significância ($P > 0,05$) para os efeitos linear ou quadrático, evidencia que o horário de coleta não influencia no volume urinário estimado, na excreção diária estimada de creatinina e nas estimativas da excreção dos derivados de purina (alantoina, xantina + hipoxantina e ácido úrico) tampouco nos derivados de purina totais.

A falta de significância ($P > 0,05$) para os horários de coleta é um achado relevante, visto que é possível optar pelos horários mais próximos ao fornecimento da alimentação, sem comprometer a acurácia das estimativas, reduzindo assim o tempo em campo para coleta e o estresse do animal. Além disso, possibilita a minimização do estresse dos animais e promove melhores condições de conforto e bem-estar, aspectos cada vez mais valorizados em protocolos experimentais.

5. Conclusão

Com base nos resultados obtidos, embora não tenha sido observada diferença significativa entre os períodos de adaptação avaliados, recomenda-se a adoção de, no mínimo, 17 dias de adaptação, visando à redução da variabilidade dos dados e à maior estabilidade metabólica em caprinos. Além disso, amostras de urina coletadas pela técnica *spot*, em qualquer horário após a alimentação, são eficazes para estimativa da síntese de proteína microbiana por meio da excreção de derivados de purina.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Declaração de disponibilidade de dados

Os dados encontram-se disponíveis por solicitação.

Contribuições do autor

Conceitualização: Silva, H. G. O., Pereira, M. L. A.; Curadoria de dados: Pereira, M. L. A., Mendes, R. B.; Análise formal: Silva, H. G. O., Mendes, R. B., Oliveira, G. R. S.; Investigação: Mendes, R. B., Oliveira, G. R. S., Gonçalves, W. C., Santos, M. L. S., Lima, C. L. S., Correia, G. S.; Metodologia: Silva, H. G. O., Pereira, M. L. A.; Validação: Mendes, R. B.; Redação (esboço original): Mendes, R. B., Oliveira, G. R. S., Santos, M. L. S., Lima, C. L. S., Araújo, M. L. G. M. L.; Redação (revisão e edição): Silva, H. G. O., Pereira, M. L. A.

Declaração de uso de IA generativa

Os autores não utilizaram ferramentas ou tecnologias de Inteligência Artificial generativa na criação ou edição de qualquer parte deste manuscrito.

Referências

1. Tan P, Liu H, Zhao J, et al. Amino acids metabolism by rumen microorganisms: nutrition and ecology strategies to reduce nitrogen emissions from the inside to the outside. *Sci. Total Environ.* 2021; 149596. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149596>
2. Lima J, Ingabire W, Roehe R, et al. Estimating microbial protein synthesis in the rumen—can ‘omics’ methods provide new insights into a long-standing question? *Vet. Sci.* 2023; 679. <https://doi.org/10.3390/vetsci10120679>
3. Chen XB, Gomes M. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of the technical details. 1992. https://www.researchgate.net/publication/265323654_Estimation_of_Microbial_Protein_Supply_to_Sheep_and_Cattle_Based_on_Urinary_Excretion_of_Purine_Derivatives_-_An_Overview_of_Technical_Details
4. Kozloski GV, Fiorentini G, Härter CJ, et al. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. *Ciênc. Rural* 2017. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100015>
5. Chen XB, Grubic G, Ørskov ER, et al. Effect of feeding frequency on diurnal variation in plasma and urinary purine derivatives in steers. *Anim. Sci.* 1992; 185–191. <https://doi.org/10.1017/S0003356100037442>
6. Ma T, Deng KD, Tu Y, et al. Effect of dietary concentrate: forage ratios and undegraded dietary protein on nitrogen balance and urinary excretion of purine derivatives in Dorper × thin-tailed Han crossbred lambs. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 2014; 161–168. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13338>
7. Zhou JW, Mi JD, Degen AA, et al. Urinary purine derivatives excretion, rumen microbial nitrogen synthesis and the efficiency of utilization of recycled urea in Tibetan and fine-wool sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2017; 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.03.005>
8. Hristov AN, Bannink A, Crompton LA, et al. Invited review: Nitrogen in ruminant nutrition: A review of measurement techniques *J. Dairy Sci.* 2019; 5811–5852. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15829>
9. Valadares RFD, Gonçalves LC, Rodriguez NM, et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. *Rev. Bras. Zootec.* 1997; 1270–1278. <https://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1438972735.pdf>
10. Barbosa AM, Valadares RFD, Valadares Filho SC, et al. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes proteicas sobre a excreção de creatinina, de ureia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. *Rev. Bras. Zootec.* 2006; 870–877. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000300033>

11. NRC, National Research Council. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. Washington, DC: National Academy Press; 2007. 384 p.
12. Pereira TCDJ, Pereira MLA, Carvalho GGP, et al. Creatinine as a urinary marker of the purine derivatives excretion in urine spot samples of lambs fed peach palm meal. *Animals* 2022; 1195. <https://doi.org/10.3390/ani12091195>
13. Naqvi SMK, Kumar D, De K, et al. Climate change and water availability for livestock: impact on both quality and quantity. In: *Climate change impact on livestock: adaptation and mitigation*. 2015; 81–95. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2265-1_6
14. Dos Santos ET, Pereira MLA, Da Silva CFP, et al. Antibacterial activity of the alkaloid-enriched extract from *Prosopis juliflora* pods and its influence on in vitro ruminal digestion. *Int. J. Mol. Sci.* 2013; 8496–8516. <https://doi.org/10.3390/ijms14048496>
15. Skotnicka E, Muszczyński Z, Dudzińska W, et al. A review of the renal system and diurnal variations of renal activity in livestock. *Ir. Vet. J.* 2007; 161–168. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-60-3-161>
16. Cholewińska P, Górniak W, Wojnarowski K. Impact of selected environmental factors on microbiome of the digestive tract of ruminants. *BMC Vet. Res.* 2021; 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-02742-y>
17. Topps JH, Elliott RC. Partition of nitrogen in the urine of African sheep given a variety of low-protein diets. *Anim. Sci.* 1967; 219–227. <https://doi.org/10.1017/S0003356100038484>
18. Saeed OA, Sazili AQ, Akit H, et al. Effect of corn supplementation on purine derivatives and rumen fermentation in sheep fed PKC and urea-treated rice straw. *Trop. Anim. Health Prod.* 2018; 1859–1864. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1636-1>
19. Rennó LN, Valadares RFD, Leão MI, et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. *Rev. Bras. Zootec.* 2000; 1223–1234. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000400037>
20. Dos Santos ACS, Santos SA, Carvalho GGP, et al. A comparative study on the excretion of urinary metabolites in goats and sheep to evaluate spot sampling applied to protein nutrition trials. *J. Anim. Sci.* 2018; 3381–3397. <https://doi.org/10.1093/jas/sky198>
21. Chizzotti ML, Valadares Filho SC, Valadares RFD, et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. *Livest. Sci.* 2008; 218–225. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.03.013>
22. Chen XB, Mejia AT, Kyle DJ, et al. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. *J. Agric. Sci.* 1995; 137–143. <https://doi.org/10.1017/S002185960007458X>
23. George SK, Verma AK, Mehra UR, et al. Evaluation of purine metabolites–creatinine index to predict the rumen microbial protein synthesis from urinary spot samples in Barbari goats. *J. Anim. Feed Sci.* 2011; 509–525. <https://doi.org/10.22358/jafs/66205/2011>