



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

PRODUÇÃO, BIOMARCADORES DO METABOLISMO BIOQUÍMICO E
FUNÇÃO RENAL EM OVINOS EM CRESCIMENTO ALIMENTADOS COM
DIETAS CONTENDO PALMA FORRAGEIRA E MANIÇOBA

RECIFE

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

LUCIANA NEVES FARIAS DE GOUVEIA

PRODUÇÃO, BIOMARCADORES DO METABOLISMO BIOQUÍMICO E
FUNÇÃO RENAL EM OVINOS EM CRESCIMENTO ALIMENTADOS COM
DIETAS CONTENDO PALMA FORRAGEIRA E MANIÇOBA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Pierre Castro Soares

Co-Orientador: Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho

RECIFE

2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

PRODUÇÃO, BIOMARCADORES DO METABOLISMO BIOQUÍMICO E
FUNÇÃO RENAL EM OVINOS EM CRESCIMENTO ALIMENTADOS COM
DIETAS CONTENDO PALMA FORRAGEIRA E MANIÇOBA

Tese de Doutorado elaborada por

LUCIANA NEVES FARIAS DE GOUVEIA

Aprovada em 04/08/2014

BANCA EXAMINADORA

Prof Dr. Pierre Castro Soares - Orientador – Departamento de Medicina Veterinária/
UFRPE

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho - Departamento de Zootecnia/UFRPE

Prof. Dr. Rinaldo Batista Viana - Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto da
Saúde e Produção Animal.

Prof. Dr. Huber Rizzo - Departamento de Medicina Veterinária/UFRPE

Dra^a. Cristiane Scavuzzi Moura – PNPD/CAPES/Departamento de Medicina
Veterinária/UFRPE

Ficha catalográfica

G719p Gouveia, Luciana Neves Farias de
Produção, biomarcadores do metabolismo bioquímico e
função renal em ovinos em crescimento alimentados com
dietas contendo palma forrageira e maniçoba / Luciana
Neves Farias de Gouveia . – Recife, 2014.
84 f. : il.

Orientador: Pierre Casto Soares.
Tese (Doutorado em Ciência Veterinária) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Medicina Veterinária, Recife, 2014.
Referências.

1. Bioquímica 2. Cactus 3. Metabolismo 4. Nutrição
5. Pequenos ruminantes I. Soares, Pierre Casto, orientador
II. Título

CDD 636.089

Aos meus Pais

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Pierre Castro Soares, pela orientação durante a execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho, do Departamento da Zootecnia, pela oportunidade em participar do projeto de pesquisa que gerou minha tese.

Ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de participar de diferentes delineamentos experimentais que permitiram a preparação desta tese.

Aos amigos da Zootecnia, Dorgival, Bárbara, Michel, Marismênia e Sharleny, e todos os demais que participaram do experimento.

Aos amigos da Veterinária, que contribuíram imensamente durante os momentos de coleta e processamento das amostras: Izildo, Ítalo, Daniel, Alexandre, obrigada!

Ao colega Cleyton Charles Dantas Carvalho, pela orientação nas análises bioquímicas.

À colega Cristiane Scavuzzi Moura, pelo apoio.

Ao Sr. Antônio F. Muniz Passos, gerente regional da DOLES por disponibilizar várias vezes seu tempo para nos orientar na utilização do equipamento de análise bioquímica.

Aos amigos que estiveram ao meu lado, e em muito contribuíram para que eu pudesse cumprir mais esta etapa de minha formação acadêmica.

A minha Família, por todo apoio recebido nos momentos que precisei.

Ao meu Esposo Mário Gouveia, pelo imenso apoio, alegria e coragem que me dá.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

À CAPES pela aprovação do Pró-Equipamento para aquisição de Analisador Bioquímico Automatizado (LABMAX 240).

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, obrigada!

RESUMO

GOUVEIA, L.N.F. PRODUÇÃO, BIOMARCADORES DO METABOLISMO BIOQUÍMICO E FUNÇÃO RENAL EM OVINOS EM CRESCIMENTO ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO PALMA FORRAGEIRA E MANIÇOBA. 2014. Tese de Doutorado (Ciência Veterinária) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

O primeiro capítulo avaliou o efeito da adição de palma forrageira associada à maniçoba na dieta de ovinos sobre o perfil de indicadores bioquímicos do metabolismo energético e proteico. Foi realizado um delineamento em blocos casualizados em que foram utilizados 24 ovinos machos, sem padrão racial definido, com peso corporal médio de 20 kg e idade média de seis meses, divididos igualmente em três tratamentos: concentrado + feno Tifton 85, concentrado + feno de maniçoba e concentrado + silagem de maniçoba. Realizaram-se quatro coletas de sangue, com intervalos de 15 dias (0d, 15d, 30d e 45d). Maior consumo de matéria seca foi observado no grupo com feno de maniçoba. O tratamento com silagem de maniçoba apresentou diferença ($P < 0,05$) no consumo de fibra em detergente neutro. Houve variação na concentração de ureia nos animais que receberam a dieta composta de feno de maniçoba. Tanto o feno como a silagem de maniçoba, em até 30%, pode substituir o feno de Tifton 85 na alimentação de ovinos em terminação, mantendo efetivamente o consumo de matéria seca, os metabolismos proteico, energético e mineral, além de ser uma boa alternativa para a alimentação de ovinos. No segundo capítulo foram utilizados 32 ovinos sem padrão racial definido, machos não castrados, com peso médio inicial de 20 kg e idade de oito meses para avaliar a resposta metabólica e função renal da substituição de feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovvi* Muell Arg.) por palma forrageira (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck) variedade miúda 90; 33,0; 67,0 e 100,0%) na dieta de ovinos em crescimento. Realizaram-se seis coletas de sangue com intervalos de 15 dias (0d, 15d, 30d, 45d, 60d e 75d). Todas as variáveis sanguíneas não sofreram efeito de nível de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira. A concentração urinária de ureia, creatinina, K, sofreram influência da dieta, com comportamento linear decrescente. O índice de excreção urinária de glicose, assim como a excreção urinária fracionada de glicose aumentou linearmente. A substituição de feno de maniçoba pela palma forrageira diminui o consumo de proteína bruta, extrato etéreo e fibra em

detergente neutro, contribuiu significativamente para atender às necessidades de água dos animais, não provocando alterações sobre o perfil metabólico e função renal.

Palavras-Chave: Bioquímica, Cactus, Metabolismo, Nutrição, Pequenos ruminantes

ABSTRACT

GOUVEIA,L.N.F. PRODUCTION, BIOMARKERS METABOLISM BIOCHEMICAL AND RENAL GROWTH IN SHEEP FED DIETS CONTAINING PALM FORAGE MANIÇOBA AND FUNCTION.

The first chapter evaluated the effect of adding maniçoba associated with cactus pear in the diet of sheep on the profile of biochemical indicators of energy and protein metabolism. One design was conducted in a randomized block design in which 24 male sheep were used without defined breed, with a mean body weight of 20 kg and a mean age of six months, were divided equally into three treatments: concentrate + hay Tifton 85 hay + concentrate maniçoba and concentrate + silage maniçoba. There were four blood samples at intervals of 15 days (0d, 15d, 30d and 45d). Higher dry matter intake was observed in the group with maniçoba hay. Treatment with silage maniçoba showed differences ($P < 0.05$) in the consumption of neutral detergent fiber. There was variation in the concentration of urea in the animals fed the diet consisted of hay maniçoba. Both hay and silage maniçoba, up to 30%, can replace the Tifton 85 hay for feeding finishing animals, effectively keeping the intake of dry matter, protein metabolism, energy and mineral, and be a good alternative for feeding sheep. In chapter 32 sheep without defined breed, neutered males, with an average initial weight of 20 kg and age of eight months to assess the metabolic response and renal function replacement maniçoba hay (*Manihot pseudoglaziovvi* Muell Arg.) Were used for cactus pear (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck) petite range 90; 33.0; 67.0 and 100.0%) in the diet of growing sheep. There were six blood samples at intervals of 15 days (0d, 15d, 30d, 45d, 60d and 75d). All blood variables did not affect the level of substitution of hay maniçoba by spineless cactus. Urinary concentrations of urea, creatinine, K, are influenced by diet, with decreased linearly. The level of urinary glucose excretion, as well as the fractional excretion of urinary glucose increased linearly. The substitution of hay for forage cactus maniçoba decreases the consumption of crude protein, ether extract and neutral detergent fiber, contributed significantly to meet the water needs of animals, causing no changes on the metabolic profile and renal function.

Keywords: Biochemistry, Cactus, Metabolism, Nutrition, Small ruminants

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1	pág.
Quadro 1 Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.....	62
Quadro 2 Composição percentual e química das dietas, em função dos níveis de substituição do feno e silagem de maniçoba pela palma forrageira.....	62
Quadro 3 Valores médios, coeficiente de variação e nível de significância de parâmetros produtivos e bioquímicos de ovinos alimentados com feno ou silagem de maniçoba em substituição ao feno de Tifton 85.....	63
Capítulo 2	
Tabela 1 Composição química dos ingredientes das dietas de ovinos em crescimento.....	68
Tabela 2 Composição percentual e química das dietas, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela forrageira.....	69
Tabela 3 Valores médios do consumo de nutrientes e ingestão de água, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento.....	72
Tabela 4 Valores médios dos parâmetros sanguíneos e urinários, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento.....	75
Tabela 5 Valores médios do perfil dos índices de excreção urinária de metabólitos e minerais, TDEC _r , T ^c H ₂ O, em função dos níveis de	

substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento.....	79
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALB	Albumina
AST	Aspartatoaminotransferase
BUN	Nitrogênio ureico sanguíneo
Ca	Cálcio
CHO	Carboidratos totais
CNF	Carboidratos não fibrosos
Co	Cobalto
Cu	Cobre
DBDE	Dieta baixa densidade energética
DADE	Dieta alta densidade energética
DMV	Departamento de Medicina Veterinária
EE	Extrato etéreo
FA	Fosfatase alcalina
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
Fe	Ferro
GGT	Glutamiltransferase
GDH	Glutamato desidrogenase
HCN	Ácido cianídrico
IEU _y	Índice de excreção urinária de (y) substância
K	Potássio
K _{Ur}	Potássio urinário
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
MM	Matéria mineral

MS	Matéria seca
Na	Sódio
NDT	Nutriente digestível total
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
PV	Peso vivo
SPRD	Sem padrão de raça definida
T [°] H ₂ O	Reabsorção de água livre de eletrólitos
TDECR	Taxa de depuração endógena de creatinina
TEy (%)	Taxa de excreção fracional de (y) substância
TFG	Taxa de filtração glomerular
TP	Toxemia da prenhez
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
1. Introdução.....	16
2. Revisão de Literatura.....	19
2.1 Palma Forrageira na alimentação de ovinos.....	19
2.2 Maniçoba na alimentação de ovinos.....	21
2.3 Definição do perfil metabólico.....	22
2.4 Componentes bioquímicos sanguíneos e urinários determinados no perfil metabólico.....	24
2.4.1 Metabolismo proteico.....	25
2.4.2 Metabolismo energético.....	30
2.4.3 Indicadores da função hepática.....	34
2.4.4 Metabolismo mineral.....	37
3. Referências bibliográficas.....	39
4. Capítulo 1.....	54
Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira.....	55
Abstract.....	55
Resumo.....	56
Introdução.....	56
Material e Métodos.....	57
Resultados.....	58

Discussão.....	58
Conclusões.....	60
Agradecimentos.....	60
Referências bibliográficas.....	60
5. Capítulo 2.....	64
Resposta metabólica e função renal da substituição de feno de maniçoba por palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento.....	65
Resumo.....	65
Abstract.....	66
Introdução.....	66
Material e Métodos.....	67
Resultados e Discussão.....	72
Conclusões.....	80
Agradecimentos.....	80
Referências bibliográficas.....	80

1. INTRODUÇÃO

Apesar de o Brasil possuir um significativo rebanho de ovinos - 17,4 milhões de cabeças – (IBGE, 2010), a criação desses pequenos ruminantes é pouco organizada, com as cadeias produtivas da carne, leite e pele desorganizadas. Esses animais são criados em sistemas de produção predominantemente extensivos com baixos índices zootécnicos - abate tardio de animais, baixa qualidade da carne e irregularidade da oferta (NUNES et al. 2007).

No nordeste brasileiro, a alimentação animal é responsável por grande parte dos custos da atividade pecuária com ruminantes, chegando a 60 a 70%, sejam esses confinados ou criados extensivamente (MARTINS et al., 2000), principalmente quando se utilizam fontes alimentares que têm custo elevado. Além disso, a escassez de alimentos e água em períodos de estiagem favorece a queda na produção de leite, carne e pele, e com isso, o aumento do custo de produção. Esse fato impulsiona pesquisas com o objetivo de encontrar fontes alternativas para reduzir o custo da alimentação de ruminantes e aumentar a produtividade (ARAÚJO FILHO et al. 2010).

A grande maioria dos rebanhos tem base alimentar na vegetação nativa da Caatinga. Devido ao regime pluviométrico característico dessa região, normalmente existe a necessidade de suplementação alimentar dos rebanhos no período seco, no qual a biomassa pastejável da caatinga é bastante reduzida. Uma forrageira de expressiva importância na suplementação alimentar dos rebanhos é a palma forrageira, xerófila, exótica, bastante sedimentada no Nordeste e resistente a seca. É uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos, 61,79% (WANDERLEY et al., 2002) e nutrientes digestíveis totais, 62% (MELO et al. 2003). As espécies de palma atualmente cultivadas no Brasil são: *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill (Palma Gigante e Palma

Redonda) e *Nopallea cochenillifera* Salm Dyck (Palma Miúda). Segundo Santos et al. (2006), em termos de produtividade de massa verde, a palma miúda tem se mostrado inferior às cultivares gigante e redonda. No entanto, quando essa produção é transformada em matéria seca, os últimos resultados se equivalem, por ter a palma miúda mais matéria seca que as outras.

Tendo em vista esse contexto, a palma forrageira surgiu como fonte alternativa de alimento, pois possui boa disponibilidade no período seco, um bom coeficiente de digestibilidade da matéria seca e alta produtividade (MELO et al., 2003), além de uma excelente fonte de água e minerais (SILVA; SANTOS, 2006; FERREIRA et al., 2010). Aliada a uma boa fonte de fibra, a palma forrageira pode amenizar os efeitos negativos causados nos períodos de estiagem.

Outra espécie forrageira que pode servir como alternativa na região Nordeste é a maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*), nativa da caatinga, uma *Euphorbiaceae* tóxica quando verde, mas que pode ser utilizada como fonte de fibra quando submetida ao processo de fenação (SILVA et al., 2007; CASTRO et al., 2007). Segundo Salviano e Nunes (1989), a maniçoba apresenta elevados índices de massa verde (1,0 Kg/planta/corte) com excelente valor nutritivo (20,88% de proteína bruta e 62,3% de digestibilidade).

Com a utilização de fontes alternativas na alimentação dos ruminantes é necessário o conhecimento das alterações metabólicas que pode trazer ao organismo animal. Estudos recentes têm utilizado como técnica a avaliação do perfil metabólico por meio de análise dos componentes bioquímicos do sangue, que refletem de maneira

confiável o equilíbrio entre o ingresso, o egresso e a metabolização dos nutrientes nos tecidos animais (GONZÁLEZ, 2000).

Destarte, a presente tese foi delineada com os seguintes objetivos:

1. avaliar o efeito da utilização do feno e da silagem de maniçoba em dietas à base de palma forrageira miúda, sobre o perfil bioquímico do metabolismo energético, proteico e mineral e função hepática de ovinos em crescimento (Capítulo 1).

2. avaliar a resposta metabólica e a função renal de ovinos em crescimento alimentados com uma dieta oriunda da substituição de feno de maniçoba por palma forrageira miúda na dieta de ovinos em crescimento (Capítulo 2).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Palma Forrageira na alimentação de ovinos

A palma forrageira das espécies *Opuntia fícus indica* Mill e *Napolea cochenillifera* Salm Dyck foi introduzida no Brasil com o objetivo de hospedar o inseto cochonilha (*Dactylopius coccus*), que não causa danos à planta, quando bem manejada, para a produção de um corante vermelho conhecido pelo nome de Carmim (PESSOA, 1967). Não houve sucesso e a palma passou a ser cultivada como planta ornamental e posteriormente verificou-se seu potencial forrageiro. Está entre as plantas exóticas que melhor se adaptaram às condições do semiárido brasileiro, tornando-se uma forrageira estratégica nos diversos sistemas de produção animal. É uma planta que pode alcançar produções em torno de 40 toneladas de matéria seca (MS) por hectare, em cultivo adensado, desde que sejam realizadas correções e adubações de solo, além do controle de plantas daninhas (SANTOS et al., 2006).

A palma é um alimento de grande importância para os rebanhos, por ser dotada de mecanismos fisiológicos que a torna uma planta mais adaptada às condições ecológicas das zonas áridas e semiáridas do mundo, adaptou-se com relativa facilidade ao semiárido do Nordeste Brasileiro, pois além de fornecer um alimento verde, supre grande parte das necessidades de água dos animais na época de escassez (SANTOS et al. 2001; SANTOS et al., 2006). Diversas pesquisas demonstraram que o consumo de palma forrageira reduz a ingestão de água de bebida por diferentes espécies de ruminantes, suprimindo grande parte das necessidades de água dos animais (SANTOS et al., 2006; ANDRADE et al., 2010).

A palma apresenta composição química variável segundo a espécie, idade, época do ano e tratos culturais. É um alimento rico em água e possui altos teores de

carboidratos não fibrosos (CNF), principal fonte de energia ou energia prontamente disponível para a fermentação microbiana e, matéria mineral além de elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca (MS). Por outro lado, Batista et al. (2003b) ressaltaram que a palma em média é caracterizada por baixa concentração de MS (13,4%), extrato etéreo (EE) (2,07%), proteína bruta (PB) (6,2%), fibra em detergente neutro (FDN) (27,8%) e fibra em detergente ácido (FDA) (17,4%).

O uso da palma em proporção adequada eleva o nível energético das dietas através por meio dos carboidratos não fibrosos, com um menor custo e contribui para diminuir a utilização de alimentos concentrados, especialmente o milho. Entretanto, dado o baixo teor de proteína bruta da palma, faz-se necessária a complementação com outras fontes alimentares mais proteicas desse nutriente (VAN SOEST, 1994).

A palma forrageira quando utilizada em elevada quantidade na dieta aumenta a porcentagem de CNF, diminui a digestibilidade dos nutrientes, além de provocar diminuição da ruminação e do teor de gordura do leite, perda de peso e diarreia (ANDRADE et al., 2002; SOSA et al., 2004). Segundo Nefzaoui e Ben Salem (2001), esse efeito laxativo causado pelo consumo da palma pode ser causado pela alta concentração de ácidos orgânicos, carboidratos rapidamente digestíveis no rúmen e minerais presentes na palma. Embora não seja uma diarreia infecciosa, o efeito laxativo da palma tem a desvantagem de aumentar a taxa de passagem e, provavelmente, reduzir a digestibilidade da ração, portanto, faz-se necessária a adição de uma fonte de fibra fisicamente efetiva, pois a interação entre a fibra e os CNF contidos na ração promoverá fermentação adequada, em função da atividade mastigatória e ruminatória, aumentando o fluxo salivar e contribuindo na manutenção das condições normais do rúmen (NUSSIO et al., 2000; BATISTA et al., 2003).

2.2 Maniçoba na alimentação de ovinos

As maniçobas são espécies nativas da família *Euphorbiaceae*, oriundas da Caatinga, bastante difundidas no Nordeste. Crescem em áreas abertas e se desenvolvem na maioria dos solos, tanto calcários e bem drenados, como também naqueles pouco profundos e pedregosos das elevações e das chapadas (FIGUEREIDO, 1989; FONSECA; TAVARES, 1989; SOARES, 1995). Possui bastante resistência à seca, devido, principalmente, ao sistema de raízes tubulares (onde acumulam reservas) (SOUZA et al., 2006).

A utilização da maniçoba, além de aumentar o teor de matéria seca da ração, também aumenta o teor proteico (SALVIANO; NUNES; 1991). Segundo esses autores, o feno de maniçoba elevou o consumo voluntário por animal, provavelmente em virtude de seu elevado teor proteico, ao fornecerem feno de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) e suplementação com 2,5 Kg de feno de maniçoba para novilhos, os quais obtiveram ganhos de 757 g/dia e conversão alimentar de 9,36. Esse ganho representa 473% do ganho obtido apenas com o feno de capim-buffel. Castro et al (2007), ao estudarem o desempenho de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com dietas completas contendo feno de maniçoba, observaram ser possível à inclusão de 80% de feno de maniçoba na dieta desses animais na fase de engorda, promovendo desempenho satisfatório e melhor retorno financeiro.

As plantas de gênero *Manihot* apresentam, todavia, em sua composição, quantidades variáveis de glicosídeos cianogênicos que, ao se hidrolisarem e mediante a ação da enzima linamarase, dão origem ao ácido cianídrico (HCN). Este ácido, dependendo da quantidade ingerida por um animal, pode provocar intoxicação (SOUZA et al.; 2006). Matos et al. (2005) em seu estudo sobre composição química da maniçoba

e da sua silagem, efeito do processo de ensilagem sobre o teor de HCN e avaliação de consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes da maniçoba, observaram que a ingestão de HCN foi de 3,23 mg/kg pv, e não causou intoxicação, porém, Araújo e Cavalcanti (2002) afirmaram que acima de 2,4 mg HCN/kg pv pode causar intoxicação.

Taninos também estão presentes na maniçoba e conforme sua concentração, estrutura e peso molecular afetam a digestibilidade da proteína por formarem complexos com proteínas da dieta (VAN SOEST, 1994), podendo, ainda, reagir com polímeros de celulose, hemicelulose, pectina e minerais, indisponibilizando-os para os microrganismos (OLIVEIRA et al., 2009). Em relação ao perfil metabólico, Silva Neto (2011) encontrou resultados satisfatórios em ovinos da raça Morada Nova utilizando feno de maniçoba associada à palma forrageira.

2.3 Definição do perfil metabólico

O termo perfil metabólico se refere ao estudo de alguns componentes hematobioquímicos específicos que servem para avaliar, diagnosticar e prevenir transtornos metabólicos. O teste do perfil metabólico foi desenvolvido inicialmente em Compton (Inglaterra) em 1970, por Payne, como método para estudar as causas de alta incidência de certas doenças que até então eram chamadas de doenças da produção (PAYNE et al., 1970). De acordo com Rowlands (1980), as escolhas das variáveis a serem analisadas dependem da importância das mesmas no problema a ser investigado, do seu custo, da facilidade de análise, além da estabilidade da amostra até o processamento no laboratório.

Atualmente, a utilização do perfil metabólico em animais de produção atua como um método laboratorial na avaliação de indivíduos e ou rebanhos com diferentes

índices produtivos e reprodutivos, além de representar também uma importante técnica no diagnóstica para o exame o clínico das doenças metabólicas (PEIXOTO, 2007).

Vale lembrar que o perfil metabólico não é um exame da condição nutricional propriamente dita dos indivíduos, e sim assinalam alterações da capacidade de homeostase, sendo portanto, indicador do balanço metabólico nos animais. Por isto, o perfil metabólico segundo Witter (2000) se constitui em um complemento para orientar o médico veterinário nutricionistas em suas decisões. Wittwer (1995) diz que a concentração de metabólitos sanguíneos é mantida dentro de certos limites de variação fisiológica considerados como valores de referência ou valores de normalidade. Destarte, os animais que apresentam níveis sanguíneos fora dos valores de referência podem estar em desequilíbrio nutricional ou com alguma alteração orgânica que determina a diminuição da capacidade de utilização ou biotransformação dos nutrientes.

Segundo Bezerra et al. (2009), a interpretação do perfil metabólico é complexa tanto aplicada à rebanhos quanto aos indivíduos, devido aos mecanismos que controlam o nível sanguíneo de vários metabólitos e devido; também, à grande variação dos níveis desses metabólito em função de fatores como, raça, idade, estresse, dieta, nível de produção leiteira, manejo, clima e estágio fisiológico (lactação, gestação, estado reprodutivo, entre outros). Além disso, para a correta interpretação dos perfis metabólicos, é indispensável contar com valores de referência apropriados para cada região e a população em particular. Em caso de não contar com esses dados, a extrapolação de valores de outras regiões somente devem ser feitas em condições zonas de similaridade climáticas e grupamentos genéticos semelhantes (COTE; HOFF, 1991; GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002).

Para uma adequada utilização e interpretação dos valores do perfil metabólico sanguíneo, deve-se ter um correto conhecimento da fisiologia e bioquímica animal, além de conhecer a fonte e a função de cada um dos metabólitos avaliados. Os métodos utilizados na sua determinação também são de suma importância na determinação do perfil metabólico (WITTWER, 1995).

Alguns autores enfatizam a importância de se encontrar uma ou um conjunto de variáveis que possam auxiliar no diagnóstico de carência energética ou na avaliação do *status* energético do animal, daí a importância do perfil metabólico, que embora seja utilizado há quase quatro décadas na Medicina Veterinária, ainda necessita de estudos para aclarar quais variáveis devem ser estudadas e em quais situações (SUCUPIRA, 2003; SOARES et al., 2008).

2.4 Componentes bioquímicos sanguíneos e urinários determinados no perfil metabólico

Os componentes bioquímicos sanguíneos mais comumente determinados no perfil metabólico representam as principais vias metabólicas do organismo, das quais a glicose, o colesterol, o β -hidroxibutirato, os ácidos graxos livres e mais recentemente a frutossamina, representam o metabolismo energético, enquanto proteínas totais (PT), albumina (ALB), relação albumina/globulina, relação de aminoácidos não essenciais/essenciais, ureia, creatinina e relação ureia/creatinina representam o metabolismo proteico (SAUBERLICH et al., 1981; PAYNE; PAYNE, 1987). Ainda como componentes bioquímicos sanguíneos do perfil metabólico tem-se os constituintes do metabolismo mineral: cálcio (Ca), fósforo inorgânico (P), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e cobalto (Co)

(WITTWER; CONTRERAS, 1980; CONTRERAS, 2000). Adicionalmente, são estudados metabólitos indicadores do funcionamento hepático, tais como as enzimas aspartatoaminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT), glutamato desidrogenase (GDH), além da fosfatase alcalina (FA) (GONZÁLEZ, 1997). Na urina os componentes mais comumente analisados são: creatinina, ureia, ácido úrico, proteína total, glicose, Ca, P, Mg, Na, K e Cl.

2.4.1 Metabolismo proteico

Segundo Payne e Payne (1987), a ureia sanguínea pode fornecer um reconhecimento a curto prazo da ingesta de componentes nitrogenados no organismo animal, sejam eles proteicos ou não. A concentração sérica de ureia é resultado da absorção de amônia do rúmen e do metabolismo proteico nos tecidos do animal. A amônia que não é utilizada pela flora ruminal passa à corrente sanguínea através da parede deste órgão e vai ao fígado onde é processada a formação da ureia (CHURCH, 1988). Após sua formação, a ureia é distribuída por todos os compartimentos líquidos do organismo, sendo livremente filtrada pelos glomérulos renais e reabsorvida pelo túbulo coletor. Dessa forma, os níveis basais de ureia refletem o balanço entre a utilização de nitrogênio e sua excreção (ECKERSALL, 2008).

Um aumento na concentração de ureia pode indicar um excesso de proteína na ração. Porém, esse aumento também pode ser produzido por um déficit de energia, uma deficiência de água ou ainda por alterações da saúde dos animais (CONTRERAS, 2000). Portanto, o equilíbrio energia/proteína na dieta de ruminantes é fundamental para o bom aproveitamento da ureia (WITTWER et al., 1993). As concentrações séricas de ureia podem se elevar não somente pelo aumento do consumo dietético de proteína, mas

também por caquexia ou hemorragia no interior do trato gastrointestinal. E esse aumento pode refletir tanto uma aceleração no catabolismo proteico quanto uma diminuição na sua excreção urinária. Fatores não renais que diminuem os valores de ureia sanguínea são esteroides, diminuição do catabolismo proteico e uma severa insuficiência hepática (DORETTO, 1996).

De acordo com Wittwer et al. (1993), a concentração de ureia no sangue pode sofrer alterações passageiras, durante o dia, principalmente após a alimentação. A rápida fermentação, seguida da absorção de amônia, eleva a ureia nesse período. Concordando com essa afirmação, Oliveira Junior et al. (2004) verificaram que o pico de produção de amônia ruminal ocorre duas horas após a ingestão do alimento, independente da degradabilidade ruminal da fonte proteica fornecida aos animais (farelo de soja, ureia ou amireia). Ribeiro et al. (2003) encontraram teores médios de ureia sérica para borregas da raça Corriedale de 37,94 mg/dL, nunca inferiores a 34,15 mg/dL. Mais recentemente, Bezerra et al. (2009) também encontrou teores de ureia sérica variando entre 38,95 e 48,55 mg/dL em cordeiros da raça Santa Inês.

Na avaliação da função renal dos animais domésticos a utilização dos valores de creatinina e ureia fornecem subsídios para o diagnóstico ou prognóstico de inúmeras nefropatias. A creatinina é um composto orgânico nitrogenado e não proteico formado a partir da desidratação da creatina, que por sua vez é sintetizada nos rins, fígado e pâncreas e transportada para outros órgãos, como músculos e cérebro. Se a filtração do rim está deficiente, os níveis sanguíneos de creatinina aumentam (KANEKO et al., 2008). No entanto, Sakha et al. (2009) encontraram concentrações de creatinina significativamente maiores em caprinos com mais de 35 meses, além de valores maiores em machos do que em fêmeas. Segundo Gregory et al. (2004), a creatinina não é

influenciada na sua formação, nem pela dieta ou pelo catabolismo proteico, por isso não sofreriam influência dos fatores etários ou sexuais, além disso, a excreção de creatinina é relativamente constante em função do peso vivo. Segundo Araújo (2009), a creatinina plasmática em ruminantes não avalia o status proteico, porém, é um indicador mais confiável de lesão renal do que a ureia sanguínea (BUN), pois esta última é metabolizada pelos microrganismos no rúmen. A creatinina é um metabólito que avalia diretamente a filtração glomerular e se tornou o biomarcador de escolha quase universal para a taxa de filtração glomerular (TFG) (DALTON, 2011) e, portanto, indicativa de função renal. Para Magro e Vattimo (2007), apesar de representar a principal estratégia de identificação dessa síndrome, a creatinina é considerada um teste específico, entretanto tardio, pouco sensível e impreciso. Ela se altera apenas quando já existe perda de aproximadamente 50% da função renal.

Utilizando-se a concentração de creatinina na urina como indicador da produção urinária, pode-se estimar a excreção dos derivados de purina e de outros compostos nitrogenados (GURTLER et al., 1987; OLIVEIRA et al., 2001; SILVA et al., 2001; RENNÓ et al., 2000a, 2000b). Carvalho (2013) encontrou teores normais para creatinina em grupos de animais recebendo dieta de baixa densidade energética (DBDE) e dieta com alta densidade energética (DADE) (68,81 mmol/L e 104,83 mmol/L), respectivamente. Por outro lado, encontrou valores aumentados de creatinina em animais com toxemia da prenhez (125,97 mmol/L).

Um dos metabólitos bastante utilizados para avaliação do status nutricional proteico são as proteínas totais (PT) (KANEKO et al., 2008). Segundo Payne e Payne (1987), as proteínas sanguíneas são sintetizadas principalmente pelo fígado e sua taxa de síntese está diretamente relacionada ao estado nutricional do animal, especialmente

com os níveis de proteínas e de vitamina A e com a funcionalidade hepática. Segundo Contreras (2000), os indicadores proteicos não são modificados somente por desbalanços nutricionais proteicos, ou seja, outros fatores afetam a concentração de proteína plasmática, tais como: a idade do animal (CANAVESSI et al., 2000) sazonalidade, efeito hormonal, balanço de fluídos e em enfermidades (HARVEY; WEST, 1987; ECKERSALL, 1995; KLIMIENE et al., 2005).

Devido ao significado biológico das proteínas, bem como as múltiplas funções exercidas no sistema orgânico, a avaliação dos níveis séricos das proteínas totais e de suas frações, como albumina, α , β e γ -globulinas, representam um importante auxílio ao diagnóstico clínico (KANEKO et al., 2008).

A albumina, as globulinas e o fibrinogênio constituem as principais proteínas plasmáticas, e estão envolvidas em uma variedade de funções: manutenção da pressão osmótica e viscosidade do sangue, transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios e produtos de excreção, regulação do pH sanguíneo, além da participação na coagulação sanguínea (GONZÁLEZ; SILVA, 2008).

A albumina é sintetizada no fígado e representa de 50% a 65% do total de proteínas no plasma e contribui com 80% da osmolaridade do plasma sanguíneo, constituindo também uma importante reserva proteica, além de ser um transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos, metais e bilirrubina. Outra função importante da albumina é a regulação do pH sanguíneo (CONTRERAS, 2000). Os níveis de albumina são positivamente relacionados com o desempenho produtivo e reprodutivo (PAYNE; PAYNE, 1987). Segundo González e Scheffer (2002), o nível de albumina pode ser indicador do conteúdo de proteína na dieta, muito embora as mudanças ocorram lentamente, por isso para a detecção de mudanças significativas na concentração de

albumina sérica é necessário um período de pelo menos um mês, devido à baixa velocidade de síntese e de degradação.

Devido ao grande tamanho da molécula, normalmente ela é retida nos capilares, entretanto, ela é a primeira proteína a ser perdida durante as injúrias teciduais. A hipoalbuminemia é mais bem avaliada em associação com a razão albumina:globulina (A/G), pois um quadro de hipoalbuminemia, combinada com a globulina de normal a aumentada, significa uma razão A/G diminuída. Já a hipoalbuminemia, juntamente com hipoglobulinemia, são traduzidas como uma razão A/G normal (KANEKO et al., 2008; DUNCAN et al., 1994). Um quadro de hipoalbuminemia auxilia o clínico a limitar o seu diagnóstico diferencial de uma determinada enfermidade (WILLARD, 2000). Níveis de albumina e de ureia diminuídos indicam deficiência de proteína. Níveis de albumina diminuídos com níveis de ureia normais ou elevados juntamente com níveis de enzimas altos, são indicadores de falha hepática (GONZÁLEZ et al., 2002).

A única causa de aumento da albumina plasmática (hiperalbuminemia) é a desidratação (GONZÁLEZ; SILVA, 2008). Batista da Silva et al. (2008), em seu trabalho com bovinos da raça Nelore criados a pasto e confinados, encontraram níveis mais elevados de albumina nos animais confinados, comparados aos criados a pasto, atribuindo esse resultado à influência do estado nutricional.

As globulinas representam um grupo de proteínas insolúveis na água, mas que podem solubilizar-se em ácido diluído, bases e soluções salinas em concentrações baixas e são identificadas como α , β e γ -globulinas (COLES, 1993; KANEKO et al., 2008; MEYER; HARVEY, 2004). São responsáveis pelo transporte de glicoproteínas, lipoproteínas, mucoproteínas e cobre (MATOS; MATOS, 1988). Segundo Ramírez et al. (2001), o aumento da concentração de proteínas é devido à resposta imune do

organismo animal aos desafios infecciosos, além do fato de a concentração de globulinas nos animais em condições tropicais ser proporcionalmente maior do que a concentração de albumina. González e Rocha (1998) atribuíram a processos inflamatórios, como mastites ou endometrites, o aumento nos níveis de globulinas de vacas lactantes, 23% a mais do que vacas secas. Segundo Payne e Payne (1987), as globulinas aumentam com a idade, fator atribuído à maior “experiência” imunológica, ao passo que a albumina declina.

Em condições normais, a urina não contém substâncias proteicas, ao menos em quantidades suficientes para ser detectadas pela análise de rotina, já que as proteínas que conseguem atravessar os glomérulos (com peso molecular inferior a 70,000) são reabsorvidas no túbulo proximal. Ao contrário, em condições patológicas, a capacidade permeável dos glomérulos é modificada, permitindo a passagem de quantidades abundantes de proteínas séricas. Sendo assim, a proteína que predomina na proteinúrias são as albuminas (cerca de 60% a 90% das proteínas excretadas em sua maior parte dos casos) (COLES, 1993; MESENGUER; YAGUE, 2003).

2.4.2. Metabolismo energético

Segundo Payne et al. (1970), a determinação da glicose no sangue tem sido utilizada como um dos meios para se estabelecer desordens nutricionais e metabólicas. Entre vários metabólitos usados como combustível para a oxidação respiratória, a glicose é considerada o mais importante, sendo vital para funções tais como metabolismo do cérebro e na lactação (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002; GONZÁLEZ; SILVA, 2008). O fígado é o órgão responsável pela sua síntese a partir de moléculas precursoras da via gliconeogênese e a pouca variação ocorre em função dos mecanismos

homeostáticos bastante eficientes do organismo, os quais envolvem o controle endócrino por parte da insulina, hormônio que estimula a captação de glicose pelos tecidos, glucagon e as catecolaminas, que estimulam a degradação do glicogênio e dos glicocorticoides que são os promotores da gliconeogênese (GONZÁLEZ; SILVA, 2008).

Ainda de acordo com os autores, na digestão dos ruminantes, pouca glicose proveniente do trato alimentar entra na corrente sanguínea. Nos ruminantes, a principal fonte de glicose é o ácido propiônico, seguido por aminoácidos e lipídeos (VAN SOEST et al., 1994). Portanto, a dieta tem pouco efeito sobre a glicemia, em função dos mecanismos homeostáticos, exceto em animais com severa desnutrição. Sob alimentação sem deficiência ou excesso drásticos de energia, o nível de glicose não é bom indicador do nível energético da dieta. Porém, o fato de ser um metabólito vital para as necessidades energéticas do organismo justifica sua inclusão no perfil metabólico (GONZÁLEZ; SILVA, 2008).

Silva Neto (2011), em estudo sobre a influência do feno de maniçoba em dieta à base de palma forrageira no perfil metabólico energético, proteico e eletrolítico de ovinos, em que o feno de *Tifton* era substituído pelo feno de maniçoba, encontrou níveis de glicose plasmática acima do que é referenciado por Kaneko et al. (2008). Os valores tiveram variação, independente do tipo de feno. Tal perfil foi relacionado com o tempo de coleta das amostras de sangue, a qual foi realizada em torno de 4 horas após o recebimento das dietas, uma vez que quando animais são recentemente alimentados e ocorre coincidência com coleta de sangue, resultados da glicemia em ruminantes podem estar mais elevados que o normal.

A urina normal não contém glicose, pois é facilmente filtrável pelo glomérulo e reabsorvida nos túbulos proximais. Entretanto, se a glicemia excede o patamar renal, pode aparecer glicose na urina (glicosúria) (COLES, 1993).

Devido à importância da glicose no metabolismo intermediário e na relação entre aminoácidos e metabolismo lipídico, a mensuração da glicose no corpo pode ser uma boa ferramenta de monitoramento do status metabólico e a saúde do animal. Entretanto, a mensuração da glicose apenas mostra a concentração no momento, o que caracteriza a rápida e frequente mudança, dependendo da dieta e fatores individuais. Segundo Filipovic et al. (2011), o nível sérico de frutamina depende da concentração média de glicose no sangue durante duas semanas anteriores, e Kaneko et al (2008) citam que a concentração de frutamina não depende diretamente da concentração de proteínas séricas, mas sim sobre a meia-vida das proteínas.

Em um animal sadio, a frutamina tem uma concentração estável. Se o animal sofre de diabetes *melitus*, por exemplo, a glicose presente em excesso no sangue vai se ligar a um maior número de proteínas, aumentando dessa forma a frutamina. A frutamina é o nome genérico das proteínas glicadas que após rearranjo molecular, transforma-se em uma cetoamina estável denominada genericamente de frutamina, das quais a maior parcela está ligada à albumina, que se constitui na maior massa proteica plasmática depois da hemoglobina. Assim como a formação da hemoglobina glicada, a frutamina é resultante da interação da glicose plasmática e a lisina presente na molécula de albumina e em outras proteínas livres no plasma, decorrente de uma modificação não enzimática (JOHNSON et al., 1983), refletindo diretamente na dinâmica da concentração de glicose das últimas três semanas (GOLDSTEIN et al., 2004).

Segundo Kaneko et al. (2008), se a concentração da proteína está dentro da normalidade, os índices de frutossamina estão relacionados aos níveis de glicose plasmática. Deste modo, os níveis de frutossamina aumentam numa prolongada hiperglicemia ou prolongada hiperproteinemia, mas podem reduzir numa condição inversa.

Na avaliação da concentração de frutossamina em ovinos tem sido estabelecido que esse metabólito possa ser utilizado como indicador de hipoglicemia e hiperglicemia prolongada (CANTLEY et al., 1991; FILIPOVIC et al, 2011). Filipovic et al, (2011), em seu estudo da relação entre a concentração de frutossamina com a proteína sérica, albumina e glicose em ovelhas, confirmaram, semelhante a outras espécies, o menor tempo de vida da proteína no soro durante um período de transição influencia na diminuição da concentração de frutossamina no sangue. Isso deve ser considerado durante a interpretação da concentração de frutossamina como parte dos resultados bioquímicos.

Valores de referência que evidenciem a importância da concentração sanguínea de frutossamina em ruminantes não foram ainda bem estudados no Brasil. Neste aspecto, existem poucos trabalhos que reportam valores médios de frutossamina em ovinos, como o trabalho de Brito et al. (2006), o qual avaliou o perfil metabólico de ovinos leiteiros, ovelhas vazias e ovelhas prenhas. Soares et al. (2009), avaliaram o perfil metabólico de ovelhas Dorper no período pré-parto, no parto e no pós-parto. O trabalho de Santos (2011), por sua vez, estudou o caso de ovelhas com toxemia da prenhez (TP) e, mais recentemente, Silva Neto (2011) que avaliou o perfil metabólico de ovinos alimentados com feno de maniçoba em dietas a base de palma forrageira, assim como Carvalho

(2013), que avaliou perfil metabólico de ovelhas acometidas de toxemia da prenhez (TP).

2.4.3 Indicadores da função hepática

Os indicadores do funcionamento hepático, são enzimas cuja síntese e função, são exercidas em nível intracelular, mas que podem sair para a corrente circulatória, após a morte celular. Sob condições normais, estas enzimas têm baixa atividade no plasma. Já o aumento da atividade no plasma permite fazer inferência sobre o lugar e o grau do dano celular, uma vez que muitas enzimas são específicas de órgãos (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2002). De acordo com González e Silva (2008), o evento que interessa na determinação enzimática é o aumento da atividade, não tendo geralmente importância a diminuição.

A doença hepática não é fácil de ser diagnosticada com base somente em achados clínicos, sendo necessário o uso de testes laboratoriais. Constituintes sanguíneos podem se alterar devido à insuficiência de algumas funções metabólicas do fígado, porém nenhuma dessas alterações são específicas de doença hepática e os resultados e a interpretação de tais testes dependem da natureza da lesão, duração hepática e intensidade da doença, além das variações entre as espécies (RADOSTOTS; ARUNDEL, 2000; PEARSON, 2006).

A aspartato-aminotransferase (AST) é a enzima de eleição para esclarecer as lesões hepáticas em animais de grande porte (THRALL, 2007; GONZÁLEZ; SILVA, 2008). Não há relato da influência de idade e sexo na atividade sérica desta enzima (REGO, 2000). De acordo com Mesenguer e Gutiérrez (2003), a AST encontra-se fundamentalmente no fígado, nos eritrócitos, músculo cardíaco e esquelético. Sua atividade, em grandes animais, aumenta de forma espetacular quando ocorre destruição

hepatocelular. Grandes aumentos são observados em animais com hepatite, lipidose hepática, congestão passiva do músculo branco, intoxicação crônica por cobre em ovinos (MENDEZ, 2001), entre outras.

A gama-glutamyltransferase (GGT), é uma enzima de indução sintetizada por quase todos os tecidos corporais, com exceção do músculo e com maior concentração no pâncreas e nos rins. Está envolvida no transporte de aminoácidos e peptídios através das membranas celulares, na síntese proteica e na regulação dos níveis de glutathione (antioxidante hidrossolúvel) tecidual. A lesão hepática aguda pode provocar aumento imediato da atividade sérica possivelmente devido à liberação de fragmentos de membrana que contêm GGT (THRALL, 2007). No caso de colestase, nota-se aumento de produção, liberação e conseqüentemente elevação da sua atividade.

Silva et al. (2004), em estudo com caprinos das raças anglo-nubiana e saanen criados nos Estados de São Paulo e Paraíba, encontraram atividade sérica de GGT influenciada pela região, idade e sexo, fatores que interagiram entre si. Essa variação foi atribuída a diferentes condições alimentares dos animais nas duas regiões analisadas, pela variação individual e pela influência da idade, pois há relato da transferência de GGT do colostro para o recém-nascido e a atividade enzimática decresce ao longo do tempo.

As fosfatases alcalinas (FA) formam um grupo heterogêneo de enzimas que são amplamente distribuídas em células de mamíferos, relativamente inespecíficas que catalisam a hidrólise de vários fosfomonoésteres em pH alcalino (LEHNINGER et al., 1995). Eles são muitas vezes associada às membranas das células, está amplamente distribuída nos tecidos, notadamente na mucosa intestinal, fígado (canalículos biliares), túbulos renais, baço, ossos (osteoblastos) e placenta (GONZÁLEZ; SILVA, 2008). A

forma predominante no soro em adultos normais origina-se, principalmente, do fígado e esqueleto, mas a sua função fisiológica exata é desconhecida. Apesar disso, a atividade de FA é um indicador bioquímico sérico muito útil de doença hepática, doença particularmente colestática (MEYER et al., 1995). No entanto, os aumentos na atividade desta enzima no soro e em outros fluidos corporais podem refletir alterações fisiológicas ou patológicas para além das de origem hepática. Por exemplo, os aumentos não hepáticos em atividade de FA sérica são encontrados em animais jovens (MEYER et al., 1995), grávidas e lactantes (GONZÁLEZ; SILVA, 2008), e em associação com dietas ricas em gordura. Doença óssea, doença endócrina, neoplasias, e outros distúrbios podem resultar num aumento da atividade da FA. Além disso, a atividade de FA pode ser aumentada devido à indução por certas drogas, tais como os glicocorticoides e anticonvulsivantes (FERNANDES; KIDNEY, 2007)

Silva Neto (2011), em estudo sobre a resposta metabólica da associação da palma miúda (*Nopalea cochenillifera*) com feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) e feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) na alimentação de ovinos Morada Nova e caprinos Moxotó, encontrou valores médios da FA muito acima dos limites considerados normais para as espécies, que são de 68 a 387 UI/L (KANEKO et al., 2008). Na análise de regressão, percebeu, também, que houve um perfil linear positivo para a FA nos ovinos, com intervalo de médias que variou de 597,80 até 1195,00 UI/L. Com relação ao perfil da fosfatase alcalina, estes se mantiveram análogos aos encontrados por Dantas et al. (2011), quando avaliou o perfil bioquímico de ovinos consumindo diferentes níveis de palma forrageira nas condições *in natura* e feno. As concentrações de FA podem aumentar quando aumenta a atividade das células ósseas ou como resultado de doenças ósseas, que incluem a osteomalácia (GONZÁLEZ; SILVA,

2008). Silva Neto (2011) atribuiu os valores elevados ao fato da palma forrageira conter altos teores de oxalato de Ca e este pode promover uma situação de desequilíbrio na relação Ca:P, visto que esta molécula não tem alta biodisponibilidade para o Ca orgânico atender as exigências, induzindo a uma mobilização das reservas ósseas (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2003).

2.4.4 Metabolismo dos minerais

A bioquímica mineral é de fundamental importância na avaliação do estado nutricional e no auxílio do diagnóstico clínico de diversas enfermidades. Segundo González (2000), as deficiências minerais devem ser preferencialmente abordadas a partir da análise de fluídos, principalmente sangue e urina, para obter uma ideia aproximada do balanço metabólico de um determinado mineral, embora essas deficiências podem ser estudadas a partir da análise do solo e da forragem onde os animais estão localizados.

Segundo Tokarnia et al. (1999), há a necessidade de se conhecer os valores de referência para as diferentes espécies, idades, sexos, raças de animais criados em diferentes regiões e sob diferentes sistemas de produção.

O controle do metabolismo do cálcio (Ca) e em particular de sua concentração extracelular de íons de cálcio se realiza de forma primária através dos efeitos do paratormônio (PTH), calcitonina e 1,25-dihidroxitamina D₃, além de outros, como estrógenos, corticoides, somatotropina, glucagon e tiroxina que contribuem para a homeostasia do Ca, fazendo com que seus níveis variem muito pouco e, portanto, o nível sanguíneo de Ca não é um bom indicador do estado nutricional, enquanto que os

níveis de fósforo e magnésio refletem melhor o balanço nutricional com relação a estes minerais (GONZÁLEZ, 2000; BOUDA et al., 2007).

O Ca é importante para as reações intracelulares, incluindo a contração muscular, na atividade celular nervosa, transmissão dos impulsos nervosos, e na ativação de enzimas. Entre as funções extracelulares do Ca, está a coagulação do sangue, a manutenção da estabilidade das membranas celulares, a manutenção da integridade estrutural os ossos e dentes (COLES, 1993; BOUDA et al., 2007).

Dentre os minerais essenciais à dieta dos animais, o fósforo (P) ocupa uma posição destacada em razão das múltiplas e importantes funções que o elemento desempenha no corpo do animal e de sua deficiência generalizada nos solos e forrageiras tropicais, além do custo que representa sua suplementação (ALVES, 2001). É importante para a estrutura dos ossos e dentes, para a célula e o P orgânico serve como parte da membrana celular e de vários componentes intracelulares, assim como dos ácidos nucleicos, trifosfato de adenosina (ATP) e monofosfato de adenosina. Esse mineral se localiza em todas as células e participa de muitos processos metabólicos (BOUDA et al., 2007). Barioni et al. (2001), em trabalho com caprinos fêmeas da raça Parda Alpina, encontraram valores de Ca e P superiores nos animais mais jovens, atribuindo esse fato a uma maior eficiência na absorção desses minerais em decorrência da alta taxa de desenvolvimento ósseo, justificado pela maior reabsorção renal e maior mobilização óssea do P em animais em crescimento.

O sódio (Na) junto com o potássio (K) e o cloro (Cl) é responsável por manter a pressão osmótica, regular o equilíbrio ácido básico e o controle do metabolismo da água no organismo (GONZÁLEZ, 2000; BOUDA et al. 2007).

Cerca de 80% do Na que entra no trato gastrointestinal provém de secreções internas, tais como saliva, fluidos gástricos, bile e suco pancreático. É excretado na urina como sal, pela ação da aldosterona, e, em menor quantidade, nas fezes e no suor (GONZÁLEZ, 2000). Os níveis de Na podem ser influenciados tanto pela idade como pelos níveis de potássio e cloretos, e ainda pelo estresse, lactação, prenhez, crescimento e alterações no equilíbrio hidroeletrolítico e osmótico (HENRY, 1995). Carvalho (2013) não encontrou influência quanto ao tipo de dieta e nem mesmo para os animais acometidos com TP, para esse eletrólito, em seu estudo. Barioni et al. (2001) encontraram níveis séricos de K diminuídos e atribuíram a baixa taxa de absorção relacionada com o avanço da idade em estudo com caprinos fêmeas da raça Parda Alpina. O K está relacionado com as atividades neuromusculares (CARLSON, 1989).

O Cl presente no suco gástrico (ácido clorídrico) é mediador do equilíbrio osmótico normal. A hipercloremia ocorre na acidose metabólica, alcalose respiratória e diminuição da excreção urinária por obstrução. A hipocloremia tem importância clínica na alcalose metabólica, acidose respiratória e obstrução intestinal (McDOWELL, 1992).

Silva Neto (2011) não encontrou alteração nos valores de Cl, enquanto Carvalho (2013) encontrou valores séricos inferiores de cloreto ($119,80 \pm 7,2$ mEq/L nos ovinos acometidos de toxemia de prenhez).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M.F.C.C. **Avaliação metabólica de vacas leiteiras alimentadas com grão de soja cru e tratado com calor**. Porto Alegre, RG. 2001. 81p. (Mestrado em Ciência Veterinária) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ANDRADE, D.K.B. de; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Digestibilidade e Absorção Aparente em Vacas da Raça Holandesa Alimentadas com Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2088-2087, 2002.

ANDRADE, A.P.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S. et al. Variabilidade sazonal da oferta e demanda de forragem no semiárido brasileiro. In: XIMENES, L. J. F. Ciência e tecnologia na pecuária de caprinos e ovinos. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, cap. 1, p. 23-68, 2010.

ARAÚJO, R.F.S.S. **Avaliação nutricional e função renal de ovinos alimentados com feno de erva-sal (*atriplex nummularia* L) e farelo de milho em substituição a palma forrageira (*opuntia ficus-indica* mill)**. Recife, PE: UFRPE. 46p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2009.

ARAUJO, G.G.L.; CAVALCANTI, J. Potencial de utilização da maniçoba. In: SIMPOSIO PARAIBANO DE ZOOTECNIA, 3, 2002, Areia-PB, **Anais...** Areia, 2002. CDROM.

ARAÚJO FILHO J.T.; COSTA, R.G.; FRAGA, A.B. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.363-371, 2010.

BARIONI, G.; FONTEQUE, J. H.; OLIVEIRA PAES, P.R. et al. Valores séricos de cálcio, fósforo, sódio, potássio e proteínas totais em caprinos fêmeas da raça parda alpina. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 435-438, 2001.

BATISTA da SILVA, E.; FIORAVANTI, M.C.S.; SILVA, L.A.F. et al. Característica leucocitária, relação albumina/globulina, proteína e fibrinogênio de bovinos da raça

Nelore, confinados e terminados à pasto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2191 – 2196, nov. 2008.

BATISTA, A.M.V.; MUSTAFA, A.; McALLISTER, T. et al. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. **Journal of Science Food and Agriculture.**, v.83, p.440–445. 2003b.

BEZERRA, L.R.; SILVA, A.M.A; AZEVEDO, S.A, et al. Concentrações séricas proteicas e minerais de cordeiros alimentados artificialmente com leite enriquecido com *Spirulina platentensis*. **Acta Veterinaria Brasilica** (UFERSA), v. 3, p. 132-137, 2009.

BOUDA, J.; OCHOA, L.N.; DOUBEK, J. Alteraciones del cálcio, fósforo y magnésio. In: OCHOA, L.N. & BOUDA, J. **Patologia Clínica Médica**. 2 ed., Cidade del México, México, Ed. da Universidad Nacional Autónoma de México p. 160-168, 2007.

BRITO, A.M.; GONZÁLEZ, F D.; RIBEIRO, L.A. et al. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e lactação. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p 1-7, 2006.

BURTON, G.W.; GATES, R.N.; IELL, G.M. Registration of “Tifton 85” bermudagrass. **Crop Science**, v.33, n.4, p.644-645, 1993.

CANAVESSI, A.M.O.; CHIACCHIO, S.B.; SARTORI, R.; CURY, P.R. Valores do perfil eletroforético das proteínas séricas de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*) criados na região de Botucatu, São Paulo: Influência dos fatores etários e sexuais. **Arquivos Instituto Biológico**, v.67, n.1, 2000.

CANTLEY, C.E.; FORD, C.M.; HEARTH, M.F. Serum fructosamine in ovine pregnancy toxemia: a possible prognostic index. **Veterinary Record**. v.128, p. 525-526, 1991.

CARLSON G.P. Fluid, eletrolyte, and acid-base balance. In: KANEKO J.J **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4ª ed. California: Academic Press, p.543-75, 1989.

CARVALHO, C.C.D. **Indicadores preditivos para o diagnóstico e controle da toxemia da prenhez em ovelhas**. 2013. 177f. Tese (Doutorado em Ciência Veterinária) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

CASTRO, J.M.C.; SILVA, D.S.; MEDEIROS, A.N. et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas completas contendo feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, jun. 2007.

CHURCH, D.C. **The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. Pag. 511-531, 1988.

COLES, E.H. **Patologia Clínica Veterinária**. 4ª. ed., Rio de Janeiro, Saunders, 1993.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: González, F. H. D., Barcellos, J. O., Ospina, H., Ribeiro, L.A.O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

COTE, J.F.; HOFF, B. Interpretation of blood profiles in problem dairy herds. **The Bovine Practitioner**, v.26, p.7-11, 1991.

DALTON, R.N. Creatinina sérica e taxa de filtração glomerular: percepção e realidade. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**. [online]. 2011, v.47, n.1, p. 08-11. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-24442011000100001>. Acesso em 12 de fev. 2012.

DANTAS, A.C.; SOARES, P.C.; BATISTA, A.M.V. et al. Perfil enzimático (AST, GGT E FA) de ovinos recebendo dieta com palma forrageira (*Napolea cochenilifera*) in

natura ou desidratada. In: **IX Congresso Brasileiro de Buiatria**, 2011, Goiânia, Veterinária e Zootecnia. Botucatu – SP: UNESP Campus de Botucatu, 2011. v. 18. p. 385-388.

DORETTO, J.S. **Influência do tempo e da temperatura de estocagem sobre a estabilidade de alguns constituintes do soro sanguíneo de bovinos**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias Veterinárias da UNESP, 1996. 61p. (Dissertação, Mestrado).

DUNCAN, J.R.; PRASSE, K.W.; MAHAFFEY, E. A. **Veterinary laboratory medicine**. 3.ed. Ames IA: Iowa State University, 1994. 118p.

ECKERSALL, P.D. Acute phase proteins as markers of inflammatory lesions. **Comparative Hematology International**, London, v.5, p.93-97, 1995.

_____. Proteins, proteomics and the dysproteinemias. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.H.; BRUSS, M.C. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6 ed. San Diego: Academic, p. 117-155, 2008.

FERNANDEZ, N.J; KIDNEY, B.A.. Alkaline phosphatase: beyond the liver. **Veterinary Clinical Pathology**. v. 36, n. 3, september, p. 223-233, 2007.

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; BISPO, S.V. Otimização de dietas a base de palma forrageira e outras alternativas de suplementação para regiões semi-áridas In: SIMCORTE, 7º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. v. 1. p. 241-265.

FIGUEREIDO, R.W. de. Histórico da maniçoba no Brasil, potencialidade, multiplicação e produção. In: ENCONTRO NORDESTINO DE MANIÇOBA, 1. 1989, Recife. **Anais...**, Recife: IPA, 1989. p. 29-57 (Coleção Mossoroense)

FILIPOVIC, N; STOJEVIC, Z.; MASEK, T.; MIKULEC, ; PRVANOVIC, N. Relationship between fructosamine with serum protein, albumin and glucose concentrations in dairy ewes. **Small Ruminant Research**, v. 96, p. 46-48, 2011.

FONSECA, M.A.C.; TAVARES, J. A. 1989. Resultados preliminares de pesquisa com maniçoba na chapada do Araripe, Pernambuco. In: ENCONTRO NORDESTINO DE MANIÇOBA, 1. 1989, Recife. **Anais...**, Recife: IPA, 1989, p. 79-81. (Coleção Mossoroense).

GOLDSTEIN, D.E. Tests of glycemia in diabetes. **Diabetes Care**, v. 27, p. 1761-73, 2004.

GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 31-51, 2000.

_____. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo Faculdade Veterinária**. UFRGS, v. 25, n. 2, p. 13-33. 1997.

GONZÁLEZ, F.H.D.; CONCEIÇÃO, T.R.; SIQUEIRA, A.J.S. et al. Variações sanguíneas de ureia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A Hora Veterinária**, Porto Alegre, v. 20, n. 117, p. 59-62, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; ROCHA, J.A.R. Variations in the metabolic profile of Holstein cows of different milk yields in Southern Brazil. **Arquivo da Faculdade de Veterinária do Rio Grande do Sul**, UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil, v. 26, n.1, p. 52-64, 1998.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. (ed). **Patologia clínica veterinária: texto introdutório**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 342 p.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais. 29º CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA. 2002, Gramado. **Anais...** Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, p.5-17, 2002.

GREGORY, L.; BIRGEL JÚNIOR, E.H.; D'ANGELINO, J.L. et al. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no estado de São Paulo. Influência dos fatores etários sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivo Instituto Biologia**. São Paulo, v. 71, n. 3, p. 339-345, jul./set., 2004.

GURTLER, H. KETZ, H.A., SCHRODER, L. et al. **Fisiologia Veterinária**. Ed. Guanabara. 4ª ed. 1987. 611p

HARVEY, J.W.; WEST, C.L. Prednisone-induced increases in serum alpha-2-globulin and haptoglobin concentrations in dog. **Veterinary Pathology**, Boston, v.24, p.90-92, 1987.

HENRY, P.R. Sodium and chlorine bioavailability. In: AMNERMAN, C.B., BAKER, D.H., LEWIS, A.J. **Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals, vitamins**. San Diego: Academic, 1995. p. 337 – 348.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. [2010]. **Estatísticas – Indicadores Agropecuários (Produção Agropecuária), Censo Agropecuário 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 9 abr. 2011.

JOHNSON, R.N.; METCALF, P.A.; BAKER J.R.; Clinical Chemistry. **Acta Veterinaria Brasílica**, v. 127, p.87-95, 1983.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.; BRUSS M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6 ed. San Diego: Academic Press, 2008.

KLIMIENE, I.; SPAKAUSKAS, V.; MATUSEVIEIUS, A. Correlation on different biochemical parameters in blood sera of healthy and sick cows. **Veterinary Research Communications**, Netherlands. v. 29, p.95-102, 2005.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.; COX, M. **Princípios de Bioquímica de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 839p., 1995.

MAGRO, M.C.S.; VATTIMO, M. F. Avaliação da função renal: creatinina e outros biomarcadores. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 2, p. 182-185, 2007.

MATOS, D.S.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V. et al. Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot epruginosa*). **Archivos de Zootecnia**, v. 54, p. 619 – 629, 2005.

MATOS, M.S.; MATOS, P.F. **Laboratório Clínico Médico Veterinário**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 1988, 238p.

McDOWEL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, 524p., 1992.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.727-736, 2003.

MÉNDEZ, M.C. Intoxicação Crônica por cobre. In: RIET-CORREA, F. et al. (Ed) **Doenças de Ruminantes e Equinos**. São Paulo: Varela, 2001. v. 2, p. 181-186.

MESENGUER, J.P.; GUTIÉRREZ, T.S. Biopatologia Clínica Hepática. In: **Biopatologia Clínica Bovina**. Abril, n. 111, p.71-81, 2003.

MESENGUER, J.P. & YAGUE, L.M.. Biopatologia Clínica Renal. In: **Biopatologia Clínica Bovina**. Abril, n. 111, p.61-69, 2003.

MEYER, D.J.; COLES, E.H; RICH, L.J. **Medicina de Laboratório Veterinária: Interpretação e Diagnóstico**. 1 ed. São Paulo: Roca, p. 47-61, 1995.

MEYER, D.J.; HARVEY, J.W. **Veterinary laboratory medicine: interpretation & diagnosis**. 2 ed. Philadelphia: Saunders, 2004, 351p.

NEFZAOU, A.; BEN SALEM, H. Opuntia ssp. – a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana region. In: MONDRAGON-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZALÉZ, S.E. (Eds.) **Cactus (Opuntia ssp.) as forage**. Roma: FAO, 2002. p.73-90.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; AGUIAR, R.N.S. et al. Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. (Org.). **Anais...** Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Gado de Corte. 1 ed. Goiania: CBNA, 2000, v. 1, p. 121-138.

OLIVEIRA JUNIOR, R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R. et al. Substituição total do farelo de soja por ureia ou amireia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 3, p. 738-748, 2004.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoproteicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.

OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T.; PEDREIRA, M.S. et al. Degradação ruminal e síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com silagem de sorgo contendo tanino suplementado com concentrado ou ureia. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 31, n. 1, p. 45-51, 2009.

PAYNE, J.M.; DEW, S.M.; MASTON, R.; FAULKS, M. The use of metabolic test in dairy herds. ***Veterinary Record***, v.87, p.150-157, 1970.

PAYNE, J.M.; PAYNE, S.; **The metabolic profile**. 1 ed. Oxford: Oxford University Press, 1987.179p.

PEARSON, E.G. Enfermidades do Sistema Hepatobiliar. In. SMITH, B.P. **Tratado de Medicina Interna de Grandes Animais**, v. 1. 3ª ed. p 790- 795, São Paulo: Manole, 2006.

PEIXOTO, L.A.O. ; OSORIO, M.T.M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência** (UFPEL), v. 13, p. 299-304, 2007.

PESSOA, A.S. **Cultura da palma forrageira**. Recife: SUDENE. Divisão de Documentação, 1967. 98 p. (SUDENE. Agricultura, 5).

RADOSTITS, O.M.; ARUNDEL, J.H. **Veterinary Medicine**. 9th ed. London; New York: Saunders, 2000, 1877p.

RAMÍREZ, M.N. et al. Relación albumina:globulina plasmáticas en tres épocas Del año en vacas de la raza Carora Del estado Lara-Venezuela. In: CONGRESSO NACIONAL DE BUIATRIA, 2001, Vera Cruz. **Anales...** Vera Cruz, 2001.

RÊGO, E.W. **Contribuição ao estudo da bioquímica clínica de caprinos (Capra hircus) criados no Estado de Pernambuco. Influência de fatores de variabilidade**

etário e sexual. São Paulo, SP. 2000. 64p. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000a.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Concentração plasmática de ureia e excreções de ureia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1235-1243, 2000.

RIBEIRO, L.A.O.; GONZÁLEZ, F.H.D.; CONCEIÇÃO, T.R. et al. Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 31, n. 3, p. 167-170, 2003.

ROWLANDS, G.J.A. Review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. **World Review Nutrition Diabetics**, v. 35, p. 172-235, 1980.

SAKHA, M.; SHAMESDINI, M.; MOHAMAD-ZADEH, F. Serum Biochemistry Values in Raini Goat of Iran. **The Internet Journal of Veterinary Medicine**. v. 6, n. 1, p. 27-31, 2009.

SALVIANO, L.M.C.; NUNES, M. do C. **Considerações sobre o valor forrageiro e a toxidez da maniçoba.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 4p. (Comunicado Técnico, 27).

SALVIANO, L.M.C.; NUNES, M. do C. **Feno de maniçoba na suplementação de novilhos alimentados com feno de capim buffel.** Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1991, 14p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 38).

SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30)

SANTOS, D.C.dos, SANTOS, M.V.F.dos, FARIAS, I. et al. Desempenho Produtivo de Vacas 5/8 Holando/Zebu Alimentadas com Diferentes Cultivares de Palma Forrageira (*Opuntia* and *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.12-17, 2001.

SANTOS, F.C.O.; MENDONÇA, C.L.; SILVA, FILHO A.P. et al. Indicadores bioquímicos e hormonais de casos naturais de toxemia da prenhez em ovelhas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 11, n. 31, p. 974-980, 2011.

SANTOS, P.A.; CAMPOS, A.G.S.S.; AFONSO, J.A.B. et al. Efeito da administração de propileno glicol e cobalto associado a vitamina B12 sobre o perfil metabólico e a atividade enzimática de ovelhas da raça Santa Inês no periparto. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, (Supl. 1), p. 60-66, 2012.

SAUBERLICH, H.E., SKALA, J.H., DOWDY, R.P. **Laboratory tests for the assessment of nutritional status**. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL, USA, 1981.

SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.C. Palma Forrageira (*Opuntia Fícus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.7, p.1-13, 2006.

SILVA, D.S.; CASTRO, J.M.C.; MEDEIROS, A.N. et al. Feno de maniçoba em dietas para ovinos: consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e balanço nitrogenado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36 (Supl.), n. 5, p. 1685-1690, 2007.

SILVA, S.L.; FAGLIARI, J.J.; CESCO, F.T.R.S. Atividade sérica das enzimas AST, ALP e GGT de caprinos das raças Anglo-Nubianas e Saanen criados nos estados de São Paulo e Paraíba. **Ars Veterinary**, Jaboticabal, SP, v. 20, n. 1, p. 22-27, 2004.

SILVA NETO, I.F. **Resposta metabólica da associação da palma miúda (*Nopalea cochenillifera*) com feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) e capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) na alimentação de ovinos Morada Nova e de caprinos Moxotó.** Garanhuns, PE. 2011. 50p. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Reprodução de Ruminantes) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Medicina Veterinária.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Ureia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1948-1957, 2001.

SOARES, F.A.P.; NETO, A.V.B.; GUIMARÃES, J.A. et al. Metabolismo de indicadores preditivos da toxemia da prenhez em ovelhas Dorper no terço final da gestação, parto e pós-parto. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria. **Ciência Animal Brasileira**, v. 1 (Supl.), p. 197-203, 2009.

SOARES, J.G.G. **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semiárido brasileiro.** Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1995, 4p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 59).

SOARES, P.C.; MARTINELE, I.; D'AGOSTO, M.; MARUTA, C.A.; SUCUPIRA, M. C.A.; ANTONELLI, A.C.; MORI, C.S.; ORTOLANI, E.L. Effect of an energy-deficient diet on population of ciliate protozoans in bovine rumen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 148-155, 2008.

SOSA, M.Y.; BRASIL, L.H.A.; FERREIRA, M.A. et al. Diferentes formas de fornecimento de dietas à base de palma forrageira e comportamento ingestivo de vacas da raça holandesa em lactação. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.27, n.2, p.261-268, 2004.

SOUZA, E.J.O.; GUIM, A.; BATISTA, A. M.V. et al. Qualidade de silagens de maniçoba (*Manihot epruinosa*) emuchercida. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.55, n. 212, p. 351-360, 2006.

SUCUPIRA, M.C. A. **Estudo comparativo de exames clínico-laboratoriais no diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes**. 2003. 173f. Tese (Doutorado em Clínica Médica) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

THRALL, M. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária** 1 ed. Roca: São Paulo, p. 335-354, 2007.

TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S.S.; PEIXOTO, P.V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos - revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira** v. 19, n. 2, p. 47-62, abr./jun. 1999.

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

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.31, n.1, p. 273-281, 2002.

WILLARD, M.D. Hypoalbuminemia. In: FELDMAN, B.F. et al. **Schalm's veterinary hematology**. 5ª ed. Philadelphia: Wilkins, 2000. p. 891-898.

WITTWER, F.; REYES, J.M.; OPITZ, H. et al. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnostico de desbalance nutricional. **Archivo Medico Veterinario**. v. 25, p. 165-172, 1993.

WITTWER, F. Empleo de los perfiles metabólicos en el diagnóstico de desbalances metabólicos nutricionales en el ganado. **Buiatria**. v.2, p.16-20, 1995.

WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado de leite. In: GONZALEZ, F.H.D., BARCELLOS, J.O., OSPINA, H., RIBEIRO, L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Gráfica Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.53-62, 2000.

WITTWER, F., CONTRERAS, P.A. Consideraciones sobre el empleo de los perfiles metabólicos en ganado lechero. **Archivos de Medicina Veterinária** v.12, n.1, p. 180-188, 1980.

4. CAPÍTULO 1

**Artigo formatado de acordo com as normas da Revista Pesquisa Veterinária
Brasileira**

Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira¹

Luciana N. F. de Gouveia², Michel V. Maciel³, Pierre C. Soares.^{4*}, Izildo F. S. Neto², Daniel N. A. G.²
Ângela M. V. Batista⁵ e Francisco F. R. de Carvalho⁵

ABSTRACT.- Gouveia, L. N. F., Maciel M. V., Soares P. C., Neto I. F. S., Gonçalves, D. N. A., Batista A. M. V. & Carvalho F. F. R. 2014 [**Substitution of Tifton 85 hay by hay or silage maniçoba in diets based on spineless cactus on metabolic profile of sheep.**] Perfil metabólico de ovinos recebendo dietas com palma forrageira associada ao feno ou silagem de maniçoba. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 00(0):00-00. Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Manuel de Medeiros - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-030, Brazil. E-mail:

Aiming to evaluate the effect of addition of cactus pear associated with maniçoba in the diet of sheep on the profile of biochemical indicators of energy metabolism and protein, we performed a randomized block design was used in which 24 male sheep without defined breed (SPRD), mean weight of 19.77 ± 1.95 kg and average age of six months, divided equally into three treatments: concentrate + Tifton hay, concentrate + maniçoba hay and concentrate + maniçoba silage, and similar parts of cactus pear. There were four blood samples, which were repetitions at intervals of 15 days (0d, 15d, 3d and 45d). Then proceeded to the analysis of the following biochemical parameters: serum creatinine, urea, total protein, albumin, globulin, glucose, fructosamine, aspartate aminotransferase, alkaline phosphatase, gamma glutamyl transferase, sodium, potassium, chlorine, calcium and phosphorus. Higher dry matter intake was observed in the group with maniçoba hay. Treatment with maniçoba silage, statistical differences ($P < 0.05$) in the consumption of neutral detergent fiber. Significant variations were found in the concentration of urea in the animals fed the diet composed of maniçoba hay. Both hay and silage maniçoba, up to 30%, can replace the *Tifton* 85 hay for feeding finishing animals, effectively keeping the dry matter intake, carcass yield, the protein metabolism, energy and mineral, plus be a good alternative for feeding sheep.

INDEX TERMS: nutrition, metabolism, small ruminants, clinical biochemistry.

¹Recebido em.....

Aceito para publicação.....

²Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária, Departamento de Medicina Veterinária, UFRPE, Recife, PE, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, UFRPE, Rua Manuel de Medeiros - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171900, Brasil.

⁴Departamento de Medicina Veterinária, UFRPE, Rua Manuel de Medeiros - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171-030, Brasil. E-mail: psoares@dmv.ufrpe.br. *Autor para correspondência.

⁵ Departamento de Zootecnia, UFRPE, Rua Manuel de Medeiros - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171900, Brasil

*Artigo formatado de acordo com as normas da Revista Pesquisa Veterinária Brasileira (ISSN 0100-736x)

RESUMO. - Objetivando-se avaliar o efeito da adição de palma forrageira associado à maniçoba na dieta de ovinos sobre o perfil de indicadores bioquímicos do metabolismo energético e proteico, foi realizado um delineamento em blocos casualizados onde foram utilizados 24 ovinos machos, sem padrão racial definido, com peso corporal médio de $19,77 \pm 1,95$ kg e idade média de seis meses, divididos igualmente em três tratamentos: concentrado + feno *Tifton 85*, concentrado + feno de maniçoba e concentrado + silagem de maniçoba, e semelhantes partes de palma forrageira. Realizaram-se quatro coletas de sangue, que constituíram as repetições, com intervalos de 15 dias (0d, 15d, 30d e 45d). Em seguida, procederam-se as análises dos seguintes indicadores bioquímicos: creatinina sérica, ureia, proteína total, albumina, globulina, glicose, frutose, aspartato aminotransferase, fosfatase alcalina, gama glutamiltransferase, sódio, potássio, cloro, cálcio e fósforo. Maior consumo de matéria seca foi observado no grupo com feno de maniçoba. O tratamento com silagem de maniçoba apresentou diferença ($P < 0,05$) no consumo de fibra em detergente neutro. Houve variações significativas na concentração de ureia nos animais que receberam a dieta composta de feno de maniçoba. Tanto o feno como a silagem de maniçoba, em até 30%, pode substituir o feno de *Tifton 85* na alimentação de ovinos em terminação, mantendo efetivamente o consumo de matéria seca, rendimento de carcaça, os metabolismos proteico, energético e mineral, além de ser uma boa alternativa para a alimentação de ovinos.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: nutrição, metabolismo, pequenos ruminantes, bioquímica clínica.

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, a criação de ovinos no Nordeste do Brasil ocorre em sistemas extensivos, em que a base da alimentação predominante é a caatinga. De acordo com Guim et al. (2004), o potencial de uma determinada região para produção de ruminantes está diretamente relacionado com as condições de meio ambiente, que possibilitem o pastejo pelo maior tempo possível durante o ano, sendo a forma mais econômica de se explorar racionalmente os herbívoros.

A palma forrageira é um importante alimento para os ruminantes em regiões semiáridas, caracterizada por possuir baixo percentual de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) e alta concentração de carboidratos não fibrosos e de fibra solúvel em detergente neutro (FDN), além de alta degradabilidade de MS, o que lhe confere também características desejáveis, pois, junto com a energia, também fornece água ao animal (Batista et al., 2003b).

A palma não pode ser fornecida aos animais como único componente dietético, devido as suas limitações quanto ao valor proteico e do teor de fibra. Por esse motivo, quando a palma é oferecida quase que exclusivamente, provoca alterações no aspecto organoléptico da matéria fecal, com característica física de diarreia. Sendo assim, é importante a associação da palma com uma fonte de fibra fisicamente efetiva, propiciando fontes de nutrientes necessários, bem como a manutenção da atividade normal da mastigação (promove a ruminação), teor de gordura do leite e o funcionamento do rúmen, que é de grande importância para a digestibilidade e absorção dos nutrientes oriundos da dieta (Vieira et al., 2008).

Dada a necessidade da adição de uma fonte de fibra em dietas à base de palma forrageira e a grande diversidade de espécies nativas da caatinga, destaca-se a maniçoba, planta encontrada em quase todo semiárido brasileiro, que possui grande resistência à seca por apresentar raízes com grande capacidade de reserva, mais desenvolvida que a da mandioca, além de possuir grande potencial na alimentação animal (Silva et al., 2000).

Como as demais plantas do gênero *Manihot*, a maniçoba possui em sua composição, glicosídeos cianogênicos. Quando a folha sofre injúria mecânica, a parede celular vegetal é quebrada e a enzima (linamarase) contida na parede celular entra em contato com os glicosídeos cianogênicos (lotaustralina e linamarina) e, em meio aquoso, ocorre produção de ácido cianídrico (Soares 1995). No entanto, a concentração deste composto é facilmente reduzida mediante a aplicação de técnicas de conservação de forragem (fenação e ensilagem).

Considerando as possibilidades de oferecer a maniçoba na forma de feno ou silagem, o estudo dos biomarcadores protéicos, energéticos e minerais associado aos estudos de parâmetros produtivos, como consumo e digestibilidade de determinados componentes dietéticos, são importantes para saber se determinado componente dietético quando associado à palma forrageira pode desenvolver algum tipo de alteração metabólica, resultando em distúrbios de um ou mais

sistemas orgânicos. Importante considerar, também, que em estudos zootécnicos, os níveis de determinado componente dietético servem de base para segurança alimentar associado à produção em condições efetivas e econômicas. Com base no exposto, objetivou-se avaliar a resposta metabólica de ovinos alimentados com feno ou silagem de maniçoba em substituição ao feno de *Tifton 85*, e se estes podem ser utilizados como alternativa alimentar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Galpão de Confinamento, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Foram utilizados 24 animais, sem padrão racial definido (SPRD), com peso corporal médio de $19,77 \pm 1,95$ kg e idade média de seis meses, alojados em baias suspensas individuais com dimensões de 1,2 m x 1,2 metros, providas de comedouros e bebedouros. A duração do experimento foi de 71 dias, sendo os primeiros 15 dias destinados à adaptação dos animais às instalações e ao manejo, e os demais 56 dias de confinamento para experimentação e colheita das amostras biológicas.

Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados em três tratamentos, em que nas dietas experimentais o feno de *Tifton 85* foi substituído pelo feno e ou silagem de maniçoba na mesma quantidade (300g/kg) na matéria seca. As dietas utilizadas (feno *Tifton 85*, feno Maniçoba e silagem maniçoba) e suas composições estão descritas no quadro 1. A relação volumoso:concentrado foi de 70:30 entre os tratamentos. As dietas foram calculadas para atender ganhos de peso de 150 g/dia (NRC, 2007), oferecidas duas vezes ao dia, às 9 e 16 horas, na forma de mistura completa, considerando-se de 15 a 20% de sobras.

O feno e a silagem de maniçoba foram confeccionados na Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UFRPE, com material na fase de frutificação, sendo composto por folhas e ramos finos, o feno de maniçoba e *Tifton 85* foram triturados em máquina forrageira com peneira de crivo de oito milímetros, a fim de reduzir a seleção por parte dos animais, e misturada aos demais ingredientes para fornecimento na forma de ração completa (Quadro 2).

Alimentos e sobras foram pesados e registrados diariamente para cálculo do consumo diário e conversão alimentar (CA), bem como retirada de amostras para análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), nitrogênio total (NT) e extrato etéreo (EE) e fósforo (P), cálcio (Ca) segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest (1991), adaptadas para a utilização do aparelho ANKON. Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT) foi usada a equação proposta por Sniffen et al., (1992): $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os carboidratos não fibrosos foram calculados pela equação $CNF = 100 - (FDN + PB + EE + MM)$, conforme Mertens (1997).

Realizaram-se quatro coletas de sangue com início após o período de adaptação, constituindo como dia zero (T0), um dia antes da introdução da dieta experimental, As demais coletas foram feitas com intervalos de 15 dias (T15, T30 e T45) durante a fase de alimentação com as dietas testadas.

Amostras de sangue foram coletadas quatro horas após a alimentação matinal, por venopunção jugular, em tubos siliconizados, com anticoagulante (Fluoreto de Sódio com EDTA 10%) para obtenção de plasma e sem anticoagulante para obtenção de soro. Imediatamente, as amostras foram centrifugadas a 3.500 rpm, durante 10 minutos, e divididas em dois criotubos de 2mL (tipo *ependorff*) previamente identificados, armazenadas à temperatura de -8°C até a realização das análises.

Os indicadores bioquímicos determinados no sangue foram: creatinina, ureia, proteínas totais (PT), albumina (ALB), globulina (GLB), glicose, frutossamina, aspartatoaminotransferase (AST), gamaglutamiltransferase (GGT), fosfatase alcalina (FA), sódio (Na), potássio (K), fósforo (P), cálcio total (Ca), cálcio ionizado e cloro (Cl). A glicose foi dosada no plasma e as outras variáveis no soro. As determinações bioquímicas sanguíneas foram realizadas em analisador bioquímico semiautomático BIOPLUS 2000 com kits comerciais de reagentes DOLES®. Para a frutossamina foi utilizado kit comercial de reagentes LABTEST®. O Na e K foram determinados por fotometria de chama. As análises foram efetivadas no Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas de Ruminantes - DMV - UFRPE.

Os dados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS 2009), utilizando-se o procedimento GLM. Para todas as análises estatísticas realizadas foi adotado o nível de significância (P) de 5%. Nos casos em que houve significância no teste F as médias foram comparadas pela diferença mínima significativa (d.m.s.) do Teste de Student - Newman - Keuls (SNK).

RESULTADOS

Maior consumo médio de MS foi observado nos animais alimentados com feno de maniçoba, frente àqueles cujas dietas eram compostas por feno de *Tifton* 85 e silagem de maniçoba. O tratamento com silagem de maniçoba apresentou diferença ($P < 0,0370$) no consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) (Quadro 3). Não se verificou variação do consumo de proteína bruta (CPB), peso corporal ao abate (PCA), bem como concentração sérica de Creatinina, PT, Albumina e Globulina.

As dietas influenciaram a concentração sérica de ureia apresentando diferença entre as dietas compostas por feno de *Tifton* 85 e silagem de maniçoba ($P < 0,0360$). Não houve diferença do tratamento com feno de maniçoba (Quadro 3).

Os níveis de glicose plasmática e frutamina mantiveram-se acima do normal, porém não houve diferença entre os tratamentos (Quadro 3). As atividades enzimáticas representadas pela FA, AST e GGT não sofreram influência da dieta, no entanto, os valores da FA estiveram muito acima dos limites considerados normais para a espécie ovina. (Quadro 3).

Os valores de Na, K, Cl e P sérico estão dentro do intervalo e não sofreram influência da dieta. Ca total, Ca ionizado e P sérico, não diferiram, porém, as médias se mantiveram acima dos valores de referência (Quadro 3).

DISCUSSÃO

O maior consumo observado para a dieta com feno de maniçoba pode ser devido à palatabilidade da maniçoba e ao tamanho da partícula, pois embora o feno de maniçoba tenha sido moído na mesma peneira que o feno de *Tifton* 85, apresentava menor tamanho de partícula, devido a característica de planta arbustiva arbórea, sua partícula se tornava menor que o feno de *Tifton*, facilitando o consumo e, provavelmente, aumentando a taxa de passagem da dieta. Já o menor consumo de MS para o tratamento com silagem de maniçoba é favorável, visto que com menores quantidades de ração ofertada pode-se obter resultados aproximados. No caso da dieta com silagem de maniçoba, o menor consumo pode estar associado à própria forma de fornecimento (silagem), ao menor teor de matéria seca da dieta, pois maiores quantidades de água na dieta pode limitar o consumo (Araújo et al., 2008), além de fatores como palatabilidade, influenciada pela produção de ácidos orgânicos da silagem. O consumo de MS de todos os grupos foi superior ao comumente observado, que é de aproximadamente 1,0 kg/animal/dia para ganho de peso de 200 g/animal/dia para ovinos em crescimento, com peso corporal de 20 kg, conforme NRC (2007).

Os CPB foram superiores aos 141 g/dia recomendados pelo NRC (2007) para um ganho de peso diário de 150 g/dia em razão do maior consumo observado pelos animais, tendo sido semelhantes nas três dietas. Houve diferença para o CMS (kg/dia), mas essa resposta não interferiu no CPB.

Devido a menor quantidade de fibra em detergente neutro da dieta (FDN) com silagem de maniçoba, esse tratamento foi o de menor média para o CFDN, assim como Silva et al. (2007), que ao trabalharem com a inclusão de feno de maniçoba substituindo 40% da matéria seca da dieta encontraram resultados aproximados.

Os animais foram abatidos com peso corporal na faixa dos 28 Kg, próximos aos 27,18 kg observados por Araújo et al. (2008), que avaliou o efeito da substituição de dietas à base de palma forrageira por feno de erva-sal sobre o consumo de MS, ingestão de água e taxa de formação de urina em ovinos.

O nível mais elevado de ureia sérica observado nos animais que receberam feno de *Tifton* 85 e feno de maniçoba mostra que estes alimentos propiciaram um aporte proteico maior que a silagem de maniçoba, exibindo o melhor sincronismo entre a proteína e energia disponíveis para os microrganismos do rúmen. (Quadro 3). A concentração sérica de ureia é resultado da absorção de amônia do rúmen e do metabolismo proteico nos tecidos do animal, conforme explica González e

Scheffer (2003). As médias encontradas neste estudo estiveram semelhantes aos valores encontrados por Silva Neto (2011), que avaliou a resposta metabólica da associação da palma miúda com o feno de maniçoba e capim *Tifton 85* na alimentação de ovinos Morada Nova e de caprinos Moxotó.

Segundo González (2000) o aumento da glicose em ruminantes pode estar presente nos casos de *diabetes mellitus*, hiperadrenocorticism, estresse, pancreatite, hipoinsulinismo, alimentação recente, deficiência de tiamina, animais jovens e infusão intravenosa de glicose. No presente trabalho tal aumento pode estar associado com a idade dos animais (seis meses) e com o alimentação recente, pois os animais eram alimentados quatro horas antes da coleta sanguínea, além disso a própria dieta ofertada era rica em carboidratos e amido. Dietas contendo alta quantidade de amido aumentam a disponibilidade de glicose livre e estimulam o crescimento de diversas bactérias, aumentando a produção de ácidos graxos voláteis (AGV) e diminuindo o pH ruminal (Van Soest, 1994).

Os valores de frutosamina encontraram-se acima do referenciado pela literatura e a condição que justifica este resultado provavelmente está relacionada à hiperglicemia observada nos grupos, já que a albumina esta dentro dos níveis de normalidade para a espécie (KANeko et al., 2008). Uma vez que, a frutosamina, por ser uma cetamina estável e formada quando a glicose reage não enzimaticamente com grupos aminos das proteínas, principalmente a albumina e a IgG; e sua concentração no plasma ou sérica é controlada pelo balanço entre a síntese e eliminação destes compostos proteicos e de glicose. Todavia, se as concentrações de proteína são quase constantes, a concentração de frutosamina está relacionada com a concentração de glicose no plasma em média nas últimas duas semanas (Filipovic et al., 2011). Silva Neto (2011) encontrou valores menores que o presente estudo, analisando o perfil metabólico proteico, energético e eletrolítico de ovinos recebendo feno de maniçoba em dietas a base de palma forrageira, onde o feno de *Tifton 85* era substituído pelo feno de maniçoba (0:40%MS). Tanto no trabalho de Silva Neto (2011) como no presente estudo os animais estavam em condições de hígidez, o que permite considerar que tais valores possam ser considerados como de referência para outros estudos futuros.

As atividades enzimáticas representadas pela AST e GGT mantiveram-se no limite considerado normal para a espécie (Kaneko et al. 2008), referenciando que nenhum dos tratamentos causou comprometimento ao funcionamento hepático.

Em relação à FA, Silva Neto (2011) e Dantas et al. (2011) também encontraram valores bem acima dos referenciados na literatura. Como a palma forrageira contém altos teores de oxalato de Ca, pode ter reduzido a disponibilidade de Ca e ter havido ações hormonais para manter os níveis séricos de Ca (González & Silva, 2008). Outros motivos para um aumento da FA sérica é o hiperparatiroidismo secundário nutricional, doenças ósseas e como consequência do aumento da atividade das células ósseas (Trhall et al., 2007). Deve-se levar em consideração também que os valores de referência são de animais criados em condições ambientais e nutricionais diferentes das do Nordeste brasileiro.

O cálcio ionizado é a fração mais importante do ponto de vista biológico, representando cerca de 50% do cálcio total, pois desempenha a função de íon regulador em muitos processos metabólicos (Kaneko et al. 2008). A hipercalemia é rara, mas pode estar presente, na intoxicação por vitamina D, neoplasias, hipertiroidismo primário e dietas ricas em Ca (González & Silva 2008). De acordo com González (2000), a concentração sérica de Ca pode ter relação direta com o maior consumo de Ca pela dieta, bem como pela interferência de componentes que sejam capazes de tornar este macroelemento indisponível. Deve-se considerar que a palma forrageira contém altos teores de oxalato de Ca, o que pode justificar a maior concentração sanguínea neste estudo.

Os teores de P na palma, como na maioria das forragens tropicais, são considerados baixos, não fornecendo quantidades suficientes para o atendimento das exigências dos animais (Germano et al. 1991). Os níveis de P sérico são mais altos nos animais em crescimento que em adultos, em consequência da rápida mobilização do tecido ósseo (hiperfosfatemia) (Kaneko et al. 2008). Os animais deste experimento eram jovens, com idade média de seis meses. Outros fatores que podem provocar uma falsa hiperfosfatemia são insuficiência renal, intoxicação com vitamina D, hipoparatiroidismo, amostra hemolisada, amostra mal conservada, hemólise (extravascular) e dieta com baixa relação Ca/P (González & Scheffer 2003).

CONCLUSÕES

Tanto o feno como a silagem de maniçoba, em até 30%, pode substituir o feno de *Tifton 85* na alimentação de ovinos em crescimento, mantendo efetivamente o consumo de matéria seca, sem alterar negativamente os metabolismos proteico, energético e mineral, sendo uma boa alternativa para a alimentação de ovinos.

Agradecimentos - Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- Araújo, R.F.S.S., Batista, Â.M.V., Guim, A., Carvalho, F.F.R., Mattos, C.W., Ribeiro, V.L., Araujo, G. G. L. 2008. Efeito da substituição de dietas a base de palma forrageira (*Opuntia Ficus-Indica* MILL) por feno de erva-sal (*Atriplex Nummlaria* L) sobre o consumo de matérias seca, ingestão de água e taxa de formação de urina em ovinos. Anais do I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. Fortaleza., CE, 1v.
- Batista, Â.M.V., Mustafa, A.F., Soita, H., Mckinnon, J.J. 2003b. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. J. Sci. Food Agr., 83:440-445. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.1393/references>. Acesso em 13 mar. 2012. doi: 10.1002/jsfa.1393.
- Cantley, C.E., Ford, C.M., Heath, M.F. 1991. Serum fructosamine in ovine pregnancy toxemia: a possible prognostic index. Vet. Rec. 128: 525-526.
- Dantas, A.C., Soares, P.C., Batista, A.M.V. 2011. Perfil enzimático (AST, GGT e FA) de ovinos recebendo dieta com palma forrageira (*Napolea cochellifera*) *in natura* ou desidratada. Vet. e Zootec., 18(4): 385-388 (suplemento 3).
- Filipovic, N., Stojevic, A., Masek, T. 2011. Relationship between fructosamine with serum protein, albumin and glucose concentrations in dairy ewes. Small Rumin. Res. 96:46-48.
- Germano, R.H., Barbosa, H.P., Costa, R.G. Medeiros, A.N., Carvalho, F.F.R. 1991 Avaliação da composição química e mineral de seis cactáceas do semiárido paraibano. Anais 28ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa, PB, p.3.
- González, F.H.D. 2000. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte, p.63-74. In: González, F.H.D., Barcellos, J., Patiño, H. O. & Ribeiro, L. A. (Eds), Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 108p.
- González, F.H.D., Scheffer, J.F.S. 2003. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; Campos, R. (eds.): Anais do I Simpósio de Patologia da Região Sul do Brasil. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 73 -89.
- González, F.H.D., Silva, S.C. 2008. Patologia clínica veterinária: texto introdutório. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 342 p.
- Guim, A., Souza, E.J.O. de, Batista, Â.M.V., Souza, K.S. de, Lins, N.B. de O., Zumba, E.F. 2004. Efeito do emurchecimento sobre a composição química e degradabilidade da silagem de maniçoba (*Manihot ssp*). Anais da 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Campo Grande. (CD ROM)
- Kaneko J.J.; Harvey, J.W., Bruss, M.L. (eds). 2008. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 6th ed. San Diego: Academic Press, 916 p.
- Mertens, D.R. 1997. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. SYMPOSIUM MEETING THE FIBER REQUIREMENTS OF DAIRY COWS. J. Dairy Sci., 80(7). Disponível em <http://www.bovinos.ufpr.br/aula%202p3.pdf>. Acesso em 23 nov. 2012.
- National Research Council – NRC 2007. Nutrients requeriments of small ruminants. 1ª ed. Washington, D.C. 362 p.
- Silva, D.S., Castro, J.M.C., Medeiros, A.N. Pimenta Filho, E.C., Barroso, D.D. 2007. Feno de maniçoba em dietas para ovinos: consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e balanço nitrogenado. Rev. Bras. de Zootec., 36(5): 1685-1690 (suplemento).

- Silva Neto, I.F. 2011. Resposta metabólica da associação da palma miúda (*Nopalea cochenillifera*) com feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) e capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) na alimentação de ovinos Morada Nova e de caprinos Moxotó. Garanhuns, PE. Dissertação de Mestrado em Sanidade e Reprodução de Ruminantes, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Garanhuns, PE. 50f.
- Silva, V.M., Pereira, V.L.A., Lima, G.S. 2000. Produção, conservação e utilização de alimentos para caprinos e ovinos. PEQ. Disponível em: <<http://www.ipa.br/OUTR/teproag.htm>>. Acesso em: 11 fev. 2011.
- Silva, D.J., Queiroz, A.C. de. 2002. Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 235p.
- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci., 70:3562-3577. Disponível em: <<http://www.journalofanimalscience.org/content/70/11/3562f>> Acesso em: 02 ago. 2010.
- Soares, J.G.G. 1995. Cultivo de maniçoba para produção de forragem no semiárido brasileiro. Petrolina, PE: EMBRAPA - CPATSA, 4p. Embrapa Semiárido. (Comunicado Técnico, 59).
- SAS Institute Inc. 2009. SAS System for windows, Release 6.12. CD-ROM, Cary, North Caroline, USA.
- Thrall, M.A., Baker, D.C., Campell, T.W. 2007. Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária, Roca: São Paulo; 582p
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2ª ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.
- Vieira, E.L. Batista, Â.M.V. Guim, A., Carvalho, F.F., Nascimento, A.C., Araújo, R.F.S., Mustafa, A.F. 2008. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. Anim. Feed Sci. Technol., 141:8377-8401. Disponível em: <http://journals.ohiolink.edu/ejc/article.cgi?issn=03778401&issue=v141i34&article=199_eohiois_cfmdb>. Acesso em: 10 jan. 2012. Doi:10.1016/j.anifeedsci.2007.05.031.

Quadro 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais

Composição Química dos Alimentos Testados g/kg MS								
Ingredientes (g/kg)	MS	MO*	MM*	PB*	EE*	FDN*	CNF*	CHOT*
Milho triturado	90,4	96,4	3,6	8,3	4,5	15,1	68,4	83,6
Farelo de soja	89,3	93,2	6,8	48,0	1,4	15,5	28,3	43,8
Palma forrageira	9,2	88,5	11,5	6,3	1,5	21,7	59,0	80,7
Feno de <i>Tifton</i> 85	92,5	90,7	9,1	7,5	2,2	69,2	12,0	81,2
Feno de maniçoba	89,5	91,9	8,2	10,5	5,5	59,9	15,9	75,8
Silagem de maniçoba	89,5	91,9	8,2	10,5	6,2	47,3	25,4	72,6

*Valores em g/kg MS

Quadro 2. Composição percentual e química das dietas experimentais

Alimentos (% na MS)	Feno Tifton 85	Feno Maniçoba	Silagem Maniçoba
Milho triturado	20,0	16,0	17,5
Farelo de soja	11,5	12,0	10,5
Palma forrageira	36,0	40,0	40,0
Feno de <i>Tifton</i> 85	30,0	0,0	0,0
Feno de maniçoba	0,0	30,0	0,0
Silagem de maniçoba	0,0	0,0	30,0
Sal mineral	1,0	1,0	1,0
Ureia	1,5	1,0	1,0
MS (g/kg)	61,9	57,7	41,3
PB (g/kg MS)	15,9	15,5	15,6
EE (g/kg MS)	2,1	3,1	3,4
FDN (g/kg MS)	33,4	30,9	27,2
MM (g/kg MS)	9,4	9,4	9,5
MO (g/kg MS)	89,1	89,6	89,5
CNF (g/kg MS)	41,8	42,7	46,2
CHOT (g/kg MS)	75,2	73,7	73,3

¹ Composição do suplemento mineral: Níveis de garantia/kg (Garanty levels/kg): vit. A = 135.000 UI; vit. D3 = 68.000 UI; vit. E = 450 mg; Ca = 240 g; P = 71 g; K = 28,2 g; S = 20 g; Mg = 20 g; Co = 30 mg; Cu = 400 mg; Cr = 10 mg; Fe = 2.500 mg; I = 40 mg; Mn = 1.350 mg; Se = 15 mg; Zn = 1.700 mg; F (máx.) = 710 mg; Solubilidade do fósforo em ac. cítrico a 2% (mín) = 95%. 2 % na Matéria Seca

Quadro 3. Valores médios, coeficiente de variação e nível de significância de parâmetros produtivos e bioquímicos de ovinos alimentados com feno ou silagem de maniçoba em substituição ao feno de *Tifton 85*

Parâmetros	Tratamentos			CV	P
	Feno <i>Tifton 85</i>	Feno Maniçoba	Silagem Maniçoba		
Parâmetros Produtivos					
CMS (g/Kg)	1,06b	1,16a	1,07ab	7,60	0,0313
CPB(g)	168,4	175,6	167,8	9,57	0,5716
CFDN(g)	379,1ab	393,9a	340,1b	10,77	0,0370
PCI (Kg)	19,3	20,1	19,9	10,19	0,2850
PCA (Kg)	27,94	28,86	27,49	10,09	0,4890
Parâmetros Bioquímicos					
Creatinina (µmol/L)	111,32	117,24	138,61	2,63	0,2314
Ureia (mmol/L)	10,70a	9,47ab	8,05b	19,90	0,0360
Proteína Total (g/L)	70,56	70,17	67,96	15,39	0,8730
Albumina (g/L)	31,33	28,30	28,40	18,23	0,7546
Globulina (g/L)	39,23	41,87	39,56	3,06	0,9327
Glicose (mmol/L)	5,19	5,56	5,35	1,02	0,4022
Frutosamina (µmol/L)	290,41	217,69	287,70	38,50	0,2960
FA (UI/L)	944,19	772,76	835,86	37,39	0,5627
AST (UI/L)	106,34	109,65	117,88	14,34	0,3618
GGT (UI/L)	45,00	45,89	38,64	21,11	0,2488
Ca Total (mmol/L)	12,07	12,94	11,94	11,39	0,3259
Ca Ionizado (mmol/L)	6,61	7,35	6,75	14,14	0,3618
P (mmol/L)	9,00	8,01	7,85	18,18	0,4559
Na (mEq/L)	140,38	143,25	145,00	7,65	0,6991
K (mEq/L)	4,61	4,80	4,78	13,15	0,8091
Cl (mEq/L)	99,05	97,11	95,34	7,07	0,8091
Ca:P (mmol/L)	1,34	1,61	1,41	23,88	0,2760

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente entre si, pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. CV= Coeficiente de variação. P= Nível de significância (p<0,05). CMS = Consumo de matéria seca; PCI= Peso corporal inicial; PCA= Peso corporal ao abate.

5. CAPÍTULO 2

Artigo formatado de acordo com as normas da Revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

Resposta metabólica e função renal da substituição de feno de maniçoba por palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento

[*Metabolic response and renal function replacement maniçoba hay (Manihot pseudoglaziovvi Muell Arg.) By spineless cactus (Napolea cochenillifera Salm Dyck) in the diet of sheep growth*]

L. N. F. Gouveia¹, P. C. Soares^{1*}, M.S.C. Moura², I. F. S. Neto¹, N. A. Gonçalves, Â. M. V. Batista², F. R. Carvalho²

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária, Departamento de Medicina Veterinária, UFRPE, Recife, PE, Brasil. E-mail: psoares@dmv.ufrpe.br (Autor para correspondência).

²Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, UFRPE, Rua Manuel de Medeiros - Dois Irmãos, Recife - PE, 52171900, Brasil.

RESUMO

Foram utilizados 32 ovinos sem padrão racial definido (SPRD), machos não castrados, com peso médio inicial de 20 kg e idade de oito meses para avaliar a resposta metabólica e função renal da substituição de feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovvi* Muell Arg.) por palma forrageira (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck) variedade miúda, nos níveis 0; 33,0; 67,0 e 100,0%. na dieta de ovinos em crescimento. Realizaram-se seis coletas de sangue com intervalos de 15 dias (0d, 15d, 30d, 45d, 60d e 75d). Todas as variáveis sanguíneas não sofreram efeito de nível de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira. A concentração urinária de ureia, creatinina, K, sofreram influência da dieta, com comportamento linear decrescente; por outro lado não houve influência na concentração de glicose, Ca e Na. O índice de excreção urinária de glicose (IEUr), assim como a excreção urinária fracionada (EF) de glicose aumentou linearmente. A substituição de feno pela palma forrageira diminui o consumo de PB, EE e FDN. A substituição de feno de maniçoba por palma forrageira contribuiu significativamente para atender às necessidades de água dos animais, não provocou alterações significativas sobre o perfil metabólico e função renal. Os valores encontrados para FA pode ser utilizado como referência em estudos utilizando palma forrageira e maniçoba.

Palavras-chave: Nutrição, metabolismo, pequenos ruminantes, alimentação.

ABSTRACT

32 sheep without defined breed (SPRD), neutered males, with an average initial weight of 20 kg and age of eight months to assess the metabolic response and renal function replacement maniçoba hay (*Manihot pseudoglaziovii* Muell Arg.) Were used by cactus pear (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck) variety, levels 0; 33.0; 67.0 and 100.0 % the diet of sheep on growth. There were six blood samples at intervals of 15 days (0d, 15d, 30d, 45d, 60d and 75d). All blood variables did not affect the level of replacement of hay maniçoba by spineless cactus. Urinary concentrations of urea, creatinine, K, are influenced by diet, with decreased linearly, on the other hand did not influence the concentration of glucose, Ca and Na. The level of urinary glucose excretion (UGE) as well as the fractional excretion (FE) of glucose increased linearly. The substitution of hay for forage cactus decreases the consumption of CP, and ND. Replacing maniçoba hay for forage cactus contributed significantly to meet the water needs of the animals, no significant changes on the metabolic profile and renal function. The values found for FA can be used as a reference in studies using cactus pear and maniçoba.

Keywords: Nutrition, metabolism, small ruminant, feeding.

INTRODUÇÃO

A exploração de ovinos destinados à produção de carne no semiárido tem crescido nos últimos anos, com adoção de tecnologias simples, como introdução de plantas exóticas e nativas, como a palma forrageira (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck) e a maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Muell Arg.), que resultam em visíveis melhoras nos sistemas de produção.

De acordo com Santos *et al.* (2006), a adição de feno ou silagem de maniçoba em dietas à base de palma pode aumentar o teor de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) da ração. Vale ressaltar que a maniçoba possui alta tolerância à seca, razoável coeficiente de digestibilidade, boa palatabilidade e aceitável teor de proteína. Porém, as plantas de gênero *Manihot* apresentam em sua composição quantidades variáveis de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustrina) que ao hidrolisarem-se mediante a ação da linamarase dão origem ao ácido cianídrico, que, dependendo da quantidade

ingerida pelo animal, pode provocar intoxicação (Salviano e Nunes, 1988). A ingestão acima de 2,4 mg de HCN/kg de peso vivo pode provocar distúrbios diversos aos animais (Soares, 1995). Porém, parte deste ácido pode ser eliminada através da secagem do material triturado ou pela fermentação em silos.

A maniçoba possui uma composição bromatológica bastante variável em função de vários fatores, entre eles, a relação entre as partes da planta, época do ano e forma de conservação. Tem-se observado variações para emurhecida e fresca: 31,97 e 23,01 para MS%; 16,95 e 16,16 para PB% 47,82 e 47,98 para fibra em detergente neutro - FDN%; e 33,83 e 33,43 para fibra em detergente ácido - FDA% respectivamente (Souza *et al.*, 2006). Já a palma, segundo Batista *et al.* (2003), é caracterizada por baixa concentração de MS (13,4%), extrato etéreo (EE) (2,07%), PB (6,2%), FDN (27,8%) e FDA (17,4%).

Com a inclusão de alimentos alternativos na dieta do rebanho, existe, desta forma, a necessidade de se conhecer as alterações metabólicas que podem ocorrer no organismo animal. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a resposta metabólica e função renal da substituição de feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Muell Arg.) por palma forrageira (*Napolea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta de ovinos em crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Galpão de confinamento do Departamento de Zootecnia Universidade Federal Rural de Pernambuco, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, totalizado 95 dias, sendo 20 dias de adaptação e 75 dias de coletas de dados. Foram utilizados 32 ovinos sem padrão racial definido (SPRD), machos não castrados, com peso médio inicial de $20,8 \pm 2,9$ kg e idade de oito meses distribuídos em blocos, ao acaso, mantidos em baias individuais (dimensões de 1,0 m x 2,8 m com piso de cimento), providas de comedouro e bebedouros.

Os tratamentos experimentais foram constituídos pela substituição do feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) pela palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*), variedade miúda, nos níveis 0; 33,0; 67,0 e 100,0%. A composição química dos ingredientes das dietas e a composição percentual e química das dietas experimentais encontram-se nas Tab. 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas de ovinos em crescimento

Ingredientes	Composição química								
	MS ¹	MO ²	MM ²	PB ²	EE ²	FDN ²	FDA ²	CHOT ²	CNF ²
Milho triturado	886,0	984,0	16,0	89,0	30,0	179,0	18,0	864	685,0
Palma Forrageira	92,0	881,0	119,0	36,0	15,0	265,0	100,0	830,0	565,0
Farelo soja	880,0	926,0	74,0	493,0	36,0	164,0	49,0	397,0	234,0
Feno maniçoba	901,0	938,0	62,0	100,0	22,0	567,0	351,0	816,0	249,0
Sal mineral	1000,0	-	1000,0	-	-	-	-	-	-
Calcário	1000,0	-	1000,0	-	-	-	-	-	-
Ureia	1000	-	-	2620,0					

¹ g/kg Matéria natural, ² g/kg da MS.

Tabela 2 - Composição percentual das dietas, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira

Ingredientes (%)	Níveis de substituição (%)			
	0	33	67	100
Milho triturado	29,0	27,0	21,5	18,5
Farelo de soja	8,5	10,5	16,0	19,0
Palma forrageira	0	20	40	60
Feno de maniçoba	60	40	20	0
Sal mineral	0,5	0,5	0,5	0,5
Calcário	1,0	1,0	1,0	1,0
Ureia	1,0	1,0	1,0	1,0
Composição Química				
Matéria seca ¹	897,1	327,3	200,2	144,2
Matéria orgânica ²	927,0	914,3	899,6	886,4
Matéria mineral ²	63,0	75,7	90,4	103,6
Proteína bruta ²	154,1	149,4	158,8	158,1
Extrato etéreo ²	25,1	23,7	22,50	21,2
Fibra em detergente neutro ²	406,2	345,4	284,1	223,1
Fibra em detergente ácido ²	219,7	170,0	121,6	72,3
Carboidratos totais ²	774,1	767,5	744,5	733,3
Carboidratos não fibrosos ²	367,9	422,1	460,5	510,1
Nutrientes digestíveis totais ²	772,0	759,7	765,5	744,6

¹ g/kg Matéria natural, 2 g/kg da MS.

As dietas experimentais foram formuladas para atender aos requerimentos de ganho de peso médio diário de 200g/animal/dia, segundo NRC (2007), sendo ofertadas em mistura completa com 60% de volumoso e 40% de concentrado. As dietas foram

oferecidas duas vezes ao dia (às 8h00 e às 15h00), com 50% do total fornecido em cada refeição. A obtenção do consumo foi obtida pela diferença entre as quantidades oferecidas dos alimentos e as sobras.

As análises dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Para a determinação de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) foram realizadas, segundo Silva e Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN), pela metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991), com adaptação para uso de sacos de tecidos (TNT – 100g/m²). A estimativa dos carboidratos totais (CHOT), percentual de nutrientes digestíveis totais (%NDT) e consumo de NDT (CNDT) foram calculados segundo Sniffen *et al.* (1992), enquanto que os carboidratos não fibrosos (CNF) pela diferença entre CHOT e FDN.

O consumo de água dos animais foi mensurado em 26 dias, durante o período experimental. Antes do fornecimento, a água foi pesada em balde plástico, com capacidade de 10 litros e, a cada dois dias, pesavam-se a sobra e a nova oferta de água, sempre no mesmo horário (9 horas). A ingestão diária de água em g/dia foi mensurada subtraindo do peso da água fornecida a sobra e as perdas por evaporação. Para avaliar as perdas por evaporação, no mesmo horário do fornecimento, instalaram-se em pontos distintos do galpão dois baldes com água previamente pesada. Foram quantificadas as ingestões: voluntária de água, água contida nas dietas, total de água.

Realizaram-se seis coletas de sangue com intervalos de 15 dias (0d, 15d, 30d, 45d, 60d e 75d). Amostras de sangue foram coletadas quatro horas após a alimentação matinal, por venopunção jugular, em tubos siliconados, com anticoagulante (Fluoreto de Sódio com EDTA 10%) para obtenção de plasma e sem anticoagulante para obtenção de soro. Imediatamente as amostras foram centrifugadas a 500 g, durante 10 minutos, e divididas em dois criotubos de 2ml (tipo *eppendorff*) previamente identificados, armazenadas à temperatura de -20°C.

As análises bioquímicas foram efetivadas no Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas de Ruminantes – DMV – UFRPE. Os indicadores bioquímicos séricos determinados por metodologia cinética foram: ureia, aspartato aminotransferase (AST), gamaglutamiltransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FA), além da fruttosamina. Por método colorimétrico foram mensuradas as seguintes variáveis:

creatinina, proteína total (PT), albumina (ALB), cálcio (Ca), fósforo (P) e Cloro (Cl). A concentração de globulina (GBL) foi determinada pela diferença entre as concentrações séricas de PT e ALB. A glicose plasmática foi determinada pelo método enzimático. Foram analisados também sódio (Na), potássio (K) e o cálcio ionizado (Ca⁺⁺). As determinações bioquímicas sanguíneas foram realizadas em analisador bioquímico semiautomático BIOPLUS 2000 com kits comerciais de reagentes DOLES®. Para a frutossamina foi utilizado kit comercial de reagentes LABTEST®. O Na e K foram determinados por fotometria de chama. As análises foram efetivadas no Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas de Ruminantes – DMV – UFRPE.

A obtenção das amostras de urina foi feita por micção espontânea dos animais, utilizando-se bolsa plástica empregada em colonostomia e aplicada na região prepucial por adesão com cola adesiva. Imediatamente após a micção, a urina foi acondicionada em recipiente coletor estéril de urina, com capacidade para 100 ml, o qual era mantido em isopor contendo gelo reciclável até o processamento laboratorial. Uma fração desta urina foi centrifugada por período de 5 min a 500 g, e aliqüotada em tubos cônicos de 2mL (tipo eppendorff), seguida de armazenamento a -20°C. Os indicadores bioquímicos determinados na urina foram: creatinina, ureia, glicose, proteína total (PT), Cálcio (Ca), Fósforo (P), Sódio (Na) Potássio (K) e cloro (CL).

Os índices de excreção destes metabólitos foram obtidos por meio de fórmulas descritas por Garry *et al.* (1990a) e Lunn e McGuirk (1990). Foi determinado, portanto, índice de excreção urinária de y substância e taxa de excreção fracional de Y substâncias, tais como: ureia, glicose, proteína total, cálcio, fósforo, sódio, potássio e cloro. Para a determinação dos respectivos índices, as análises das variáveis (Y substância) foram determinadas tanto no soro quanto na urina.

Os dados foram submetidos à análise de regressão, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira. Os dados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS 2009), utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Model). Para todas as análises estatísticas realizadas foi adotado o nível de significância (*p*) de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Valores médios do consumo de nutrientes, ganho de peso e ingestão de água, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento encontram-se no Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios do consumo de nutrientes e ingestão de água, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento

Variáveis	Níveis de substituição (%)				P>F	
	0	33	67	100	L	Q
Consumo de Nutrientes						
MS (g/dia)	1134,8	1183,4	1146,0	1022,8	ns	ns
PB (g/dia) ¹	202,8	186,1	188,9	161,9	0,0379	ns
EE (g/dia) ²	32,9	30,4	28,6	23,3	0,0005	ns
FDN (g/dia) ³	396,7	363,6	296,5	235,5	<0,0001	ns
NDT (g/dia)	877,6	904,2	880,8	767,6	ns	ns
Ingestão de Água						
Água da dieta (g/dia) ⁴	135,0	3152,0	5130,9	6126,0	<0,0001	<0,0001
Água ingerida (g) ⁵	2696,6	928,7	582,7	365,5	<0,0001	<0,0001
Água total (g/dia) ⁶	2831,6	4080,7	5713,6	6491,6	<0,0001	ns

¹Y = 202,84 - 0,358x (R²=0,83), ²Y=33,37-0,0914x (R²=0,94), ³Y=405,58-1,65x (R²=0,98), ⁴Y = 9,967+0,0948x - 0,0009x² (R²=0,88), ⁵Y=649,31+59,733x (R²=0,95), ⁶Y=2240,8-21,9x (R²=0,80)

Os consumos de matéria seca (CMS) para os níveis de substituição de 0, 33, 67 e 100% e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram influenciados (P>0,05) pela substituição do feno de maniçoba por palma forrageira. A média de valor de CMS obtido (1121,71 g/dia) foi superior ao encontrado (0,96 Kg/dia) por Bispo *et. al* (2007), avaliando níveis de substituição (0,0 a 56,0 da MS) do feno de capim-elefante por palma, em dietas para cordeiro SPRD; enquanto que Mattos (2009), trabalhando com cordeiros da raça Santa Inês, alimentados com dietas com níveis crescentes de palma (0 a 67,9% da MS), em substituição ao feno de *atriplex*, encontraram variação para CMS de 1,19 a 1,3 Kg/dia.

Em termos percentuais, os níveis de NDT nas dietas variaram pouco, mas em todos os tratamentos os CNDT permitiram ganhos superiores a 200 g/dia. Observado o consumo de MS e dos demais nutrientes desta pesquisa, verificou-se que a substituição do feno de maniçoba por palma aumenta o uso do concentrado proteico (farelo de soja), em razão do teor de PB do feno, uma vez que a palma apresenta baixo teor proteico.

Houve influência dos níveis de substituição do feno de maniçoba por palma forrageira para consumo de proteína bruta (CPB), consumo de extrato etéreo (CEE) e consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), em que todas variáveis diminuíram linearmente. Observou-se que o CPB foi alto, variando de 161,9 a 202,8 g/dia. Esse alto CPB está associado não somente ao nível de PB nas dietas, mas também ao CMS que foi alto em todas as dietas. Além disso, os animais imprimiram alguma seleção, ingerindo principalmente as folhas do feno e o concentrado, deixando as sobras com maior quantidade de colmo.

O menor teor de EE da palma refletiu-se no consumo de EE. Esses resultados, antagônicos ao de Castro *et al.* (2007), provavelmente ocorreram em virtude do elevado teor de EE no feno de maniçoba, quando avaliou o efeito da inclusão de níveis crescentes de feno de maniçoba em dietas completas sobre o consumo em cordeiros Santa Inês.

A redução no CFDN é reflexo do maior teor de FDN no feno de maniçoba. Os níveis de FDN da dieta deste trabalho não limitaram o consumo, uma vez que a proporção de FDN na MS efetivamente consumida variou de 23,6 a 39,7% com a substituição do feno de maniçoba pela palma, visto que a influência do FDN sobre o consumo ocorre em níveis acima de 50%, pois, segundo Silva (2006), quando a concentração da FDN da dieta está abaixo de 60 ou 50%, o consumo é limitado pela demanda de energia em animais adultos.

A substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira influenciou ($P < 0,01$) a ingestão de água contida nos alimentos da dieta (IAD) e água de bebida (IAB), que mostraram comportamento linear e quadrático, com melhor ajuste ao modelo linear crescente e decrescente, respectivamente (Tab. 3). A IAD aumentou de 135,0 para 6126,0 g/dia com a substituição do feno pela palma forrageira nas dietas. O contrário aconteceu com a IAB, que diminuiu de 2698,0 para 365,5 g/dia. A ingestão de água total (IAT) apresentou ($P < 0,01$) comportamento linear crescente. O aumento da IAD

com a substituição do feno pela palma e a diminuição da IAB ocorreu em função da MS das dietas experimentais, que resultou em menor IAB pelos animais que consumiram dietas que continham palma. A média de oferta de palma forrageira no tratamento que contém esta forrageira como volumoso exclusivo foi 8,36 kg/dia, o que significou uma oferta diária de 7,59 kg de água.

Valores médios dos parâmetros sanguíneos e urinários, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento encontram-se descritos na Tabela 4.

Todas as variáveis sanguíneas não sofreram efeito ($P>0,05$) de nível de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira.

Segundo Vaz *et al.* (2008), a inclusão de palma forrageira na dieta pode alterar a população de bactérias, favorecendo o crescimento de bactérias não proteolíticas, devido ao seu conteúdo de pectina e mucilagem. Neto (2012) encontrou a concentração sérica de ureia semelhante ao presente estudo, maior nos animais que receberam dieta composta por feno em comparação com os animais do grupo que recebeu dietas composta por palma forrageira *in natura*. No presente trabalho as médias sofreram variação entre 6,75 a 10,33 mmol/L próximas, a referenciada por Kaneko *et al.* (2008) que é 2,86 a 7,15 mmol/L e por Contreras *et al.* (2000) que faz referência ao intervalo de 4,0 a 10,0 mmol/L.

Em relação à creatinina, apesar de a dieta não ter causado nenhum efeito na concentração deste metabólito no sangue em relação aos níveis de substituição, as médias (26,46 a 31,14 $\mu\text{mmol/L}$) foram muito abaixo dos valores de referência preconizado por Kaneko *et al.* (2008), sendo 106,08 a 167,96 $\mu\text{mmol/L}$, para ovinos. Araújo *et al.* (2012) encontraram valores (64,25 a 73,75 $\mu\text{mmol/L}$) também abaixo da referência (Kaneko *et al.*, 2008) em trabalho sobre efeito da substituição do feno de capim *Tifton* por casca de mamona em dietas à base de palma forrageira sobre o perfil de metabólitos energético-proteico e mineral em ovinos. A creatinina é um metabólito que avalia diretamente a filtração glomerular e, portanto, é indicativa de função renal. Segundo González e Scheffer (2003), valores diminuídos de creatinina podem ser considerados como um indicativo de aumento na taxa de filtração renal, como acontece em casos de hipervolemia, ou ainda alteração da função hepática e miopatia. A redução na concentração sérica de creatinina em dietas contendo palma pode ser consequência

da maior ingestão de água pelos animais via palma, causando aumento no volume hídrico corpóreo e, conseqüentemente, causando hemodiluição na creatinina, porém não explica a diminuição na concentração desta variável, inclusive o tratamento com 0% de palma forrageira.

Tabela 4 - Valores médios dos parâmetros sanguíneos e urinários, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira na dieta dos ovinos

Variáveis	Níveis de substituição (%)				P>F	
	0	33	67	100	L	Q
Parâmetros Sanguíneos						
Ureia (mmol/L)	10,33	8,99	10,32	6,75	ns	ns
Creatinina (µmol/L)	26,46	31,20	31,53	31,14	ns	ns
Proteína total (g/L)	62,90	66,03	68,47	64,30	ns	ns
Albumina (g/L)	34,28	37,83	53,78	35,38	ns	ns
Globulina (g/L)	28,62	28,21	32,69	28,96	ns	ns
Glicose plasmática (mmol/L)	4,75	5,34	5,38	5,28	ns	ns
Frutosamina (mmol/L)	215,76	212,74	235,67	202,96	ns	ns
AST (UI/L)	90,37	89,70	87,17	83,24	ns	ns
GGT (UI/L)	49,99	50,83	49,98	54,01	ns	ns
FA (UI/L)	875,50	894,63	873,76	1011,30	ns	ns
Ca total (mmol/L)	2,85	2,67	2,65	2,70	ns	ns
Ca ⁺⁺ (mmol/L)	1,75	1,41	1,42	1,46	ns	ns
P (mmol/L)	2,39	2,52	2,61	2,39	ns	ns
Ca: P	1,22	1,10	1,12	1,21	ns	ns
Na (mmol/L)	144,88	136,63	138,25	136,25	ns	ns
K (mmol/L)	4,22	4,20	3,99	4,06	ns	ns
Cl (mmol/L)	116,54	112,08	112,07	110,52	ns	ns
Parâmetros Urinários						
Volume ¹ (mL)	146,88	185,00	133,75	175,00	ns	ns
Ureia (mmol/L) ⁸	443,66	395,74	371,51	236,83	0,0222	ns
Creatinina (mmol/L) ⁹	5,22	3,35	4,36	2,33	0,0043	ns
Proteína (g/L)	52,15	33,46	43,61	24,29	ns	ns
Glicose (mmol/L)	0,46	0,40	0,42	0,41	ns	ns
Ca (mmol/L)	0,12	0,10	0,10	0,10	ns	ns
P (mmol/L)	0,16	0,10	0,11	0,06	ns	ns
Na (mmol/L)	5,00	3,69	3,31	3,31	ns	ns
K (mmol/L) ¹⁰	70,88	54,63	54,38	39,25	<0,0001	ns
Cl (mmol/L)	40,03	51,60	77,79	61,45	ns	ns

¹Amostra spot, ⁸Y=458,33-1,9278x (R²=0,88), ⁹Y=4,9564-0,0228x (R²=0,62), ¹⁰Y=68,999-0,2843x (R²=0,90).

A concentração sanguínea de glicose apresentou média um pouco acima (4,75 a 5,38 mmol/L) dos valores de referência para a espécie que, segundo Kaneko *et al.* (2008) varia de 2,77 a 4,44 mmol/L, resultado esse, independente do nível de tratamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva Neto. (2011) em estudo da influência do feno de maniçoba em dieta a base de palma forrageira no perfil Metabólico energético, proteico e eletrolítico de ovinos e por Araújo *et al.* (2012).

Esses maiores teores de glicose provavelmente podem ser atribuídos ao não jejum dos animais, visto que as colheitas eram feitas três a quatro horas após a alimentação (González e Scheffer, 2003; González *et al.*, 2000). Segundo González (2009), o teor de glicose sanguíneo tem poucas variações, em função dos mecanismos homeostáticos bastante eficientes do organismo, e a dieta tampouco tem grande efeito sobre a glicemia dos ruminantes, exceto em animais com severa desnutrição, o que corrobora a ideia da variação da glicose em função do não jejum dos animais.

A concentração de frutossamina (202,96 a 235,67 mmol/L) não variou em relação aos níveis de substituição, porém permaneceram acima dos valores de referência de acordo com Kaneko *et al.* (2008) ($172 \pm 2,9$ mmol/L). De acordo com Filipovic *et al.* (2011), as frutossaminas são proteínas séricas glicadas continuamente formadas, resultantes da ligação não enzimática, irreversível e insulino-independente entre a glicose e proteínas circulantes. Esta glicação é dependente da concentração sérica de glicose e proteínas, especialmente a albumina, durante duas semanas anteriores. O resultado desta variável no presente estudo pode estar relacionado com a hiperglicemia encontrada nos grupos, uma vez que a albumina encontra-se nos valores normais (Kaneko *et al.*, 2008).

A concentração sanguínea de FA variou entre 873,76 a 1011,30 UI/L, mostrando-se bem acima dos valores normais de acordo com Kaneko *et al.* (2008) (68 a 387 UI/L). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva Neto (2011) e Dantas *et al.* (2011), estudando perfil metabólico em ovinos recebendo dieta à base de palma forrageira e por Araújo *et al.* (2012), que variou de 926,6 a 1130,10 UI/L. Todos os autores citados trabalharam com dietas à base de palma forrageira e sabe-se que a palma é rica em oxalato, o que reduz a disponibilidade de Ca, e, conseqüentemente, estimula a reabsorção óssea na tentativa de manter os níveis séricos deste mineral (González e Scheffer, 2003). As concentrações de FA podem aumentar quando aumenta a atividade

das células ósseas ou como resultado de doenças ósseas (González e Silva, 2008). A ocorrência de hepatopatia acompanhada de colestase também promove a elevação na atividade sérica de FA (Meyer *et al.*, 1995). Pode estar relacionado, também, com hiperparatireoidismo secundário nutricional, que poderia ser confirmado por meio de dosagens séricas de cálcio, paratormônio e calcitonina (Inzuccki, 2004).

As concentrações séricas de Cl (110,52 a 116,54 mmol/L), apesar de não terem sido influenciadas pelos diferentes níveis de substituição adotados, mostram-se superiores aos valores normais de acordo com Kaneko *et al.* (2008) (95 a 103 mEq/L, respectivamente) em todos os tratamentos. Carvalho (2013) também encontrou valores aumentados em animais recebendo dietas com baixa (141,15 mmol/L) e alta (135,70 mmol/L) densidade energética e animais com toxemia da prenhez (119,80 mmol/L). Santos *et al.* (2009) encontraram médias abaixo do referencial para a espécie (21,39 a 43,55 mmol/L) em caprinos recebendo dietas à base de palma forrageira e diferentes níveis de casca de soja. Segundo González (2000), o Cl é responsável pela pressão osmótica, regulação do equilíbrio acidobásico, controle do equilíbrio hídrico e formação do HCl no suco gástrico.

As médias das demais variáveis sanguíneas (Tab. 4) permaneceram dentro dos valores preconizados pela literatura (Kaneko *et al.*, 2008).

A concentração urinária de ureia, creatinina, K, sofreram influência da dieta ($P < 0,05$), com comportamento linear decrescente (Tab. 4). A palma é conhecida por possuir baixos teores de PB, cerca de 5% (Felker, 2001) e o CPB no presente estudo diminuiu linearmente, variando entre 202,8 a 161,9 g/dia, dessa forma a substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira refletiu no comportamento linear decrescente da ureia na urina. O decréscimo linear da concentração de creatinina pode ser consequência da maior ingestão de água, cerca de 60%, pelos animais, alimentados com palma forrageira (Tab. 3).

A concentração de K foi influenciada pelos níveis de substituição diminuindo linearmente ($P < 0,0001$), igualmente observado por Vieira *et al.* (2006) e Santos *et al.* (2009). Vaz *et al.* (2008) encontraram níveis de K urinário aumentando à medida que a palma ia sendo retirada da dieta, o que pode ser explicado pela maior concentração urinária, devido ao menor fluxo de urina.

A concentração de potássio urinário variou, com uma diminuição linear à mediada que a quantidade de palma foi aumentando na dieta, todavia não se observou um aumento do IEUr e EF desse elemento. Já a concentração de Cloro, embora não tenha variado significativamente na urina, houve uma maior taxa de excreção desse elemento na urina, com significativos aumentos no IEUr e EF desse metabólito.

Valores médios do perfil dos índices de excreção urinária (IEUr) de metabólitos e minerais, excreção urinária fracionada de metabólitos e minerais (EF), taxa de depuração endógena de creatinina (TDECr) e reabsorção de água livre de eletrólitos (T^cH_2O) encontram-se descritos na Tabela 5.

O índice de excreção urinária de glicose (IEUr) ($P < 0,0118$), assim como a excreção urinária fracionada (EF) de glicose ($P < 0,0501$) aumentaram linearmente, havendo possivelmente uma relação com a água ingerida via dieta, que aumentou à medida que a palma substituía o feno de maniçoba (Tab. 3). A taxa de excreção fracional de qualquer substância reflete a fração de material filtrado pelo glomérulo que é eliminado na urina. Essa taxa, de qualquer substância, reflete o esforço dos rins em manter a homeostase, como os defeitos da habilidade de realizar tal função (Kaneko *et al.*, 2008). Segundo Coles (1993), se o grau de reabsorção de uma substância decresce, a substância pode surgir na urina.

Tabela 5 - Valores médios do perfil dos índices de excreção urinária de metabólitos e minerais, TDECr, T^cH₂O, em função dos níveis de substituição do feno de maniçoba pela palma forrageira na dieta de ovinos em crescimento

Variáveis	Níveis de substituição (%)				P>F	
	0	33	67	100	L	Q
Índice de Excreção Urinária de Metabólitos e Minerais						
IEUr Ureia (mmol/L)	1.159,80	1.647,40	1.439,80	1.471,30	ns	ns
IEUr Proteína (mmol/L)	130,62	136,60	138,43	134,00	ns	ns
IEUr Glicose (mmol/L) ¹¹	1,38	1,69	1,53	2,30	0,0118	ns
IEUrCa (mmol/L) ¹²	0,35	0,42	0,40	0,58	0,0120	ns
IEUrP (mmol/L)	0,48	0,30	0,39	0,35	ns	ns
IEUrNa (mmol/L)	15,54	18,88	12,50	17,54	ns	ns
IEUrK (mmol/L)	196,20	242,59	151,95	224,28	ns	ns
IEUrCl (mmol/L) ¹³	111,32	226,22	258,30	345,93	0,0009	ns
Excreção Urinária Fracionada de Metabólitos e Minerais						
EF Ureia (%)	28,86	45,43	31,79	46,69	ns	ns
EF Proteína (%)	0,42	0,48	0,46	0,49	ns	ns
EF Glicose (%) ¹⁴	0,06	0,07	0,07	0,11	0,0501	ns
EF Ca (%)	0,03	0,04	0,04	0,06	ns	ns
EF P (%)	0,05	0,03	0,04	0,03	ns	ns
EF Na (%)	0,02	0,03	0,02	0,03	ns	ns
EF K (%)	9,21	13,28	13,88	13,88	ns	ns
EF Cl (%) ¹⁵	0,12	0,46	0,54	0,77	0,0029	ns
Taxa de Depuração Endógena de Creatinina						
TDECr (ml/min/Kg) ¹⁶	10,96	8,29	6,54	5,48	0,0149	ns
Reabsorção de Água Livre de Eletrólitos						
T ^c H ₂ O (ml/h)	70,00	81,82	58,66	53,90	ns	ns

¹¹Y=1,337+0,0078x (R²=0,69), ¹²Y=0,3375+0,002x (R²=0,75), ¹³Y=125,4+2,2008x (R²=0,96), ¹⁴Y=0,0551+0,0004x (R²=0,76), ¹⁵Y=0,169+0,0061x (R²=0,95), ¹⁶Y=10,54-0,0545x (R²=0,96).

A IEUrCa (P<0,0120) e IEUrCl (P< 0,0009), assim como EF Cl (P<0,0029), aumentaram linearmente, provavelmente porque houve aumento dos níveis circulantes, levando os animais a excretarem os metabólitos pela urina. As demais variáveis não sofreram efeito dos níveis de tratamento.

A TDECr ou taxa de filtração glomerular (clearance), que é a primeira etapa da formação da urina, diminuiu linearmente com os níveis de substituição. Já a taxa de reabsorção hídrica livre de eletrólitos (T^cH₂O) não sofreu efeito de dieta (P> 0,05). Neto

(2012) encontrou resultados diferentes quando aumentou o nível de palma na dieta, em que, com a inclusão da palma, a TDRCr e a T^cH₂O aumentaram. De acordo com Rivas *et al.* (1997), existe uma tendência de ocorrer uma maior TDECr em resposta à expansão de volume corporal. Segundo Pereira (2012), existem dois fatores que podem provocar oscilações na concentração de creatinina e metabólitos na urina: um é o volume de urina produzido, que é dependente da ingestão de água, em que o cálculo de excreção, o volume de urina corrige essa alteração nos teores de metabólitos. O outro fator seria a alteração na taxa de filtração glomerular, que não necessariamente traduz em variação do volume urinário. Se a dieta promove aumento da taxa de filtração glomerular, poderá ocorrer elevação da concentração dos metabólitos na urina, inclusive de creatinina, ou o contrário. As demais variáveis urinárias não sofreram efeito de dieta.

CONCLUSÕES

A substituição de feno pela palma forrageira contribui significativamente para atender às necessidades de água dos animais, não provoca alterações negativas significativas sobre o metabolismo energético, proteico e mineral, além da função renal.

Agradecimentos.- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, P.B.; ANDRADE, X.R.P.; FERREIRA, M.A. Efeito da substituição do feno de capim Tifton (*Cynodon spp.*) por casca de mamona (*Ricinus communis*) em dietas a base de palma forrageira em ovinos. *Rev. Bras. Med. Vet.*, v. 34, n. 4, p. 327-335, 2012.
- BATISTA, A.M.V.; MUSTAFA, A.F.; SANTOS, G.R.A. et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. *J. Agr. Crop Sci.*, v. 189, p. 123-126. 2003.
- BISPO, S.F.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e

características de fermentação ruminal em ovinos. *Rev. Bra. Zootec.*, 376 v.36, p.1902-1909, 2007.

CARVALHO, C.C.D. *Indicadores preditivos para o diagnóstico e controle da toxemia da prenhez em ovelhas*. 2013. 177f. Tese (Doutorado em Ciência Veterinária) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

COLES, E.H. *Patologia Clínica Veterinária*. 4. ed., Rio de Janeiro, 1993.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: González, F.H.D., Barcellos, J.O., Ospina, H., Ribeiro, L.A.O. (Eds.) *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

DANTAS, A.C.; SOARES, P.C.; BATISTA, A.M.V.et al. Perfil enzimático (AST, GGT E FA) de ovinos recebendo dieta com palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) in natura ou desidratada. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 2011, Goiânia. Veterinária e Zootecnia. *Anais...Botucatu - SP: UNESP Campus de Botucatu*, v. 18. p. 385-388, 2011.

FELKER, P. Produção e utilização de forragem. In: *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, p.147-157. 2001.

FILIPOVIC, N.; STOJEVIC, A. e MASEK, T. Relationship between fructosamine with serum protein, albumin and glucose concentrations in dairy ewes. *Small Rumin. Res.* v. 96, p. 46-48, 2011.

GARRY, F.; CHEN, D.; RINGS, D. M. et al. Renal excretion of creatinine, electrolytes, protein, and enzymes in healthy sheep. *Am. J. Vet. Res.* v.51, n.3, p. 414-419. 1990a.

GONZÁLEZ, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: GONZÁLEZ, F.H.D. et al. *Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.63-74, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELOS, J.; PATINÕ, H.O.; RIBEIRO, L.A. *Perfil*

Metabólico em Ruminantes – Seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Gráfica da UFRGS, p. 31-51, 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; Campos, R. (eds.): *Anais... I Simpósio de Patologia da Região Sul do Brasil.* Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 73 -89. 2003.

GONZÁLEZ; SILVA (ed). *Patologia clínica veterinária: texto introdutório.*– Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 342 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Brasil, grandes regiões e unidades da federação: Censo Agropecuário 2009. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1761&id_pagina=1 >Acessado em: 08 de fev. 2012.

INZUCCHI, S.E. Management of hypercalcemia: diagnostic workup, therapeutic options for hyperparathyroidism and other common causes. *Postgrad Med*, p.115:27 2004.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.; BRUSS M.L. *Clinical biochemistry of domestic animals.* 6 ed. San Diego: Academic Press, 2008.

LUNN, D.P.; McGUIRK, S.; SMITH, D. et al. Renal net acid and electrolyte excretion in an experimental model of hipochlorenec metabolic alkalosis in sheep. *Am. J. Vet. Res.* v. 51, p. 1723-1731, 1990.

MATTOS, C.W. *Associação de palma forrageira (Opuntia ficus-indica Mill) e feno de erva sal (Atriplex nummularia L.) em dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento.* 2009. 101f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

MEYER, D.J; COLES, E.H; RICH, L.J. *Medicina de Laboratório Veterinária: Interpretação e Diagnóstico.* 1 ed. São Paulo: Roca, p. 47-61, 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of small ruminants.* 1.ed. Washington, D.C.: 2007. 362 p.

NETO, J.P. *Determinação de índices urinários de metabólitos do perfil energético, protéico e mineral de ovinos recebendo dietas com palma forrageira (Nopalea cochenillifera Salm Dyck) in natura e desidratada.* 2012. 60f. Dissertação (Mestrado em

Ciência Veterinária) - Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PEIXOTO, L.A.O. ; OSORIO, M.T.M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. *Rev. Bras. Agroc. (UFPEL)*, v. 13, p. 299-304, 2007.

PEREIRA, T.C.J. *Substituição do milho pelo farelo de algaroba em dietas peletizadas para cordeiros*. 2012. 72f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - Campus de Itapetinga.

RIVAS, L.J.; HINCHCLIFF, K.W.; KOHN, C.W. et al. Effect of sodium bicarbonate administration on renal function of horses. *Am. J. Vet. Res.*, v. 58, n. 6, p. 664-671, 1997.

SANTOS K.L.L., GUIM A., BATISTA A.M. et al. Balanço de macrominerais em caprinos alimentados com palma forrageira e casca de soja. *Rev. Bras. Saude Prod. Anim.* v.10, p. 546-559, 2009.

SALVIANO, L.M.C. e NUNES, M. do C. *Considerações sobre o valor forrageiro e a toxidez da maniçoba*. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1988. 4p. (Comunicado Técnico, 27).

SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A. et al. *Manejo e utilização da palma forrageira (Opuntia e Nopalea) em Pernambuco*. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, K.; GUIM, A.; BATISTA, Â.M.V. et al. Balanço de macrominerais em caprinos alimentados com palma forrageira e casca de soja. *Rev. Bra. Saúde Produ. Anim. (UFBA)*, v. 10, p. 546-559, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. (3 ed.) *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002, 235p.

SILVA, D.S., CASTRO, J.M.C., MEDEIROS, A.N. et al. Feno de maniçoba em dietas para ovinos: consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e balanço nitrogenado. *Rev. Bras. de Zootec.*, v. 36 n.5, p. 1685-1690, 2007. (suplemento).

SILVA N.I.F. *Resposta metabólica da associação da palma miúda (Nopalea cochenillifera) com feno de maniçoba (Manihot pseudoglaziovii) e capim Tifton 85 (Cynodon dactylon) na alimentação de ovinos Morada Nova e de caprinos Moxotó*.

2011. 50f. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Reprodução de Ruminantes) - Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Garanhuns, Pernambuco.

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. *J. Anim. Sci.*, v.70, p.3562-3577, 1992.

SOARES, J.G.G. *Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semiárido brasileiro*. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1995, 4p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 59).

SOUZA, E.J.O; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V. et al. Qualidade de silagens de maniçoba (*Manihot epruginosa*) emurhecida. *Arch. Zootec.*, v. 55, n. 212, p.353. 2006.

STATISTICAL ANALYSES SISTEM INSTITUTE, Inc 2000. *SAS user's guide: Statics Version, 2000*. SAS, Cary, N. C.

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

VAZ, J.V.; GUIM, A.; SOARES, P.C.; et al. Perfil de metabólitos sanguíneos e urinários em caprinos sob efeito da retirada da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) na dieta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35º CONBRAVET 2008, *Anais...* Gramado, RS, 2008.

VIEIRA, E.D.; BATISTA, A.M. V.; GUIM, A. et al. Avaliação da ingestão de água e diurese em caprinos recebendo dietas com diferentes níveis de substituição do feno de Tifton por palma forrageira. In: IV CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 27 a 30 de novembro de 2006. *Anais..*, Petrolina, PE, 2006.