



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOQUÍMICA**

**PERFIL BIOQUÍMICO SÉRICO EM POTROS BRETÃO POSTIER E CÃES
DOBERMAN EM FASE DE CRESCIMENTO E DE CABRAS SAANEN NOS
DIFERENTES ESTÁDIOS DE LACTAÇÃO**

Aluno: Antonio Vicente Mundim

Orientador: Prof. Dr. Foued Salmen Espindola

**UBERLÂNDIA - MG
2008**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOQUÍMICA**

**PERFIL BIOQUÍMICO SÉRICO EM POTROS BRETÃO POSTIER E CÃES
DOBERMAN EM FASE DE CRESCIMENTO E DE CABRAS SAANEN NOS
DIFERENTES ESTÁDIOS DE LACTAÇÃO**

Aluno: Antonio Vicente Mundim

Orientador: Prof. Dr. Foued Salmen Espindola

**Tese apresentada à Universidade
Federal de Uberlândia como parte
dos requisitos para obtenção do
Título de Doutor em Genética e
Bioquímica (Área Bioquímica)**

UBERLÂNDIA-MG

2008

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

- M965p Mundim, Antonio Vicente, 1950-
Perfil bioquímico sérico em potros Bretão Postier e cães Doberman em fase de crescimento e de cabras Saanen nos diferentes estádios de lactação / Antonio Vicente Mundim. - 2008.
76 f. : il.
Orientador: Foued Salmen Espindola.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica.
Inclui bibliografia.
1. Bioquímica veterinária - Teses. I. Espindola, Foued Salmen. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Genética e Bioquímica. III. Título.

CDU: 577.1:619



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GENÉTICA E BIOQUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E BIOQUÍMICA**

**PERFIL BIOQUÍMICO SÉRICO EM POTROS BRETÃO POSTIER E CÃES
DOBERMAN EM FASE DE CRESCIMENTO E DE CABRAS SAANEN NOS
DIFERENTES ESTÁDIOS DE LACTAÇÃO**

Aluno: Antonio Vicente Mundim

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente: Prof. Dr. Foued Salmen Espindola - UFU

Examinadores:

Dr^a. Cinthia Melazzo Andrade Mazzanti

Dr^a. Regina Kiomi Takahira

Dr^a. Márcia Cristina Cury

Dr. Marcelo Emílio Beletti.

Data da Defesa: 26 / 05 / 2008.

As sugestões da Comissão Examinadora e as Normas PGGB para o formato da Dissertação/Tese foram contempladas

Prof. Dr. Foued Salmen Espindola

Uberlândia-MG, ____ / ____ / ____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Maria José Santos Mundim por todo seu amor, compreensão, amizade, companheirismo, estímulo e por sua valiosa colaboração.

Aos meus filhos Leonardo e João Paulo significado de minha existência.

Aos meus familiares e aos colegas do laboratório Clínico Veterinário da FAMEV/UFU pela compreensão amizade e colaboração.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Foued Salmen Espindola pela orientação e amizade de velhos tempos.

A Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, professores e funcionários.

Ao Instituto de Genética e Bioquímica, professores e funcionários.

Ao Laboratório Clínico Veterinário, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Ao Laboratório de Pesquisa em Fisiologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal de Uberlândia.

Ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana em Colina-SP, pelo fornecimento dos eqüinos utilizados na realização do capítulo 2 deste estudo.

Ao Sr. Alfredo Júlio Rezende proprietário do canil Evita pela liberação dos cães utilizados para realização do capítulo 3 deste estudo.

Ao Sr. Valter Borges proprietário do capril Saanen pelo consentimento da realização do estudo nos animais de sua propriedade.

Ao Professor Dr. Ednaldo Carvalho Guimarães da Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia pelo auxílio na análise estatística.

Ao Médico Veterinário José Victor de Oliveira e funcionários do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana da Agência Paulista de Agronegócios, pela parceria e apoio durante a execução deste estudo.

As Médicas Veterinárias Sirlei Manzan Hortêncio e Aline de Oliveira Coelho pela colaboração durante a realização do estudo com os cães Doberman.

Ao Médico Veterinário Álisson Souza Costa pelo apoio durante a realização do estudo com as cabras Saanen.

Ao técnico em laboratório Sebastião Firmiano de Araújo e aos residentes do Laboratório Clínico Veterinário pela colaboração e amizade.

As colegas Letícia Borges Euqueres Partata e Lorena Marques pela amizade e colaboração.

Aos amigos e colegas do curso de Pós-graduação, pela amizade e convívio do dia-a-dia.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram na realização deste estudo.

*“Quando se caminha ao lado de uma amigo,
um quilômetro tem dez passos.”
(Provérbio popular Russo).*

LISTA DE ABREVIATURAS

A.....	Albumina
AGV.....	Ácidos graxos voláteis
ALP	Fosfatase alcalina
ALT.....	Alanina aminotransferase
APTA	Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
AST	Aspartato aminotransferase
CK	Creatina quinase
DP	Desvio padrão
FFA	Ácidos graxos livres
G	Globulina
GH.....	Hormônio do crescimento
GGT	Gama glutamiltransferase
IFCC.....	Federação Internacional de Química Clínica
IGF-I	Fator de crescimento semelhante a insulina I
IgMS.....	Ingestão de matéria seca
K.....	Potássio
Kg.....	Quilograma
LDL.....	Lipoproteínas de baixa densidade
mL	Mililitros
Na.....	Sódio
NUS.....	Nitrogênio uréico sérico
T3	Triiodotironina
T4	Tiroxina
UV	Ultra-violeta
VLDL	Lipoproteínas de muito baixa densidade

LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO 2

Tabela 1. Médias e desvios-padrão (DP) dos parâmetros bioquímicos séricos de potros Bretão Postier em crescimento.....42

Tabela 2. Médias e desvios-padrão (DP) dos parâmetros bioquímicos séricos de potros Bretão Postier, de acordo com a faixa etária...43

LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO 3

Tabela 1. Médias, desvios-padrão, valores mínimo e máximo dos parâmetros bioquímicos séricos de cães Doberman em fase de crescimento.....57

Tabela 2. Médias e desvios-padrão dos valores dos parâmetros bioquímicos séricos de cães Doberman em fase de crescimento, de acordo com o sexo.....58

Tabela 3 .Médias e desvios-padrão dos parâmetros bioquímicos séricos de cães Doberman, de acordo com a faixa etária.....59

LISTA DE TABELAS DO CAPÍTULO 4

Tabela 1. Médias, desvios-padrão (DP), valores mínimos, máximos e referenciais dos parâmetros bioquímicos séricos de 123 cabras lactantes da raça Saanen....65

Tabela 2. Médias e desvios-padrão (DP) dos parâmetros bioquímicos séricos de cabras lactantes da raça Saanen, de acordo com a ordem de lactação.....67

Tabela 3. Médias e desvios-padrão (DP) dos parâmetros bioquímicos séricos de cabras lactantes da raça Saanen, de acordo com o estágio da lactação.....70

SUMÁRIO

Resumo geral	01
Abstract	03

CAPITULO 1

Fundamentação teórica	05
1. Importância da bioquímica clínica	05
2. Perfil bioquímico sérico de animais em crescimento.....	08
2.1. Cães em fase de crescimento.....	09
2.2. Potros em fase de crescimento	11
3. Perfil bioquímico sérico de fêmeas lactantes	11
3.1. Perfil bioquímico sérico em cabras lactantes	14
4. Referências bibliográficas	18

CAPITULO 2

Influência da idade e sexo no perfil bioquímico sérico de potros Bretão Postier em fase de crescimento	27
Resumo	28
Abstract	28
1. Introdução	29
2. Material e métodos	30
3. Resultados	32
4. Discussão e conclusão.....	33
5. Referências	38

CAPITULO 3

Influência da idade e sexo no perfil bioquímico sérico de cães Doberman em fase de crescimento	44
Resumo	45
Abstract	45
1. Introdução	46

2. Materiais e métodos	48
3. Resultados	49
4. Discussão	50
5. Agradecimentos.....	53
6. Referências	54

CAPÍTULO 4

Influência da ordem e estádios da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen	60
Resumo	61
Abstract	61
1. Introdução	62
2. Material e métodos	63
3. Resultados e discussão	64
4. Conclusão	72
5. Referências bibliográficas	73
 CONCLUSÕES GERAIS	 76

Resumo Geral

O crescimento nos animais domésticos e a lactação em fêmeas de elevada produção são fases da vida que apresentam características fisiológicas e necessidades nutricionais especiais. Quando não supridas adequadamente, podem ocasionar efeitos negativos no desenvolvimento corporal, na produtividade e performance dos animais. A análise do perfil bioquímico sérico do animal individual ou do rebanho, quando interpretado corretamente é ferramenta eficaz na detecção de falhas e desbalanços nutricionais, o que possibilita a correção precoce antes do comprometimento do crescimento, produtividade e performance. Sua correta interpretação nas espécies animais depende de valores de referências regionais específicos para as diferentes fases da vida, uma vez que vários fatores ligados tanto ao animal como ao ambiente podem influenciar estes valores levando a falsos resultados. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi investigar a influência da idade e sexo no perfil bioquímico sérico de potros Bretão Postier e de cães Doberman em fase de crescimento e a influência da ordem e estádios da lactação na bioquímica sérica em cabras Saanen. No capítulo 2 foram analisadas 165 amostras de sangue de 33 potros Bretão Postier com idade entre nove dias e 24 meses, coletadas em cinco períodos diferentes durante um ano. Observou-se maior atividade das enzimas aspartato aminotransferase (AST) e creatina quinase (CK) nas fêmeas e influência das faixas etárias nos valores das proteínas totais, albumina, globulinas, relação A:G, uréia, ácido úrico, colesterol total, cálcio total, cálcio ionizado, fósforo, relação Ca:P, cloretos, alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), γ -glutamilttransferase (GGT), fosfatase alcalina (ALP) e creatina quinase (CK). Para o estudo em cães do capítulo 3 foram coletadas 132 amostras de sangue de 44 cães Doberman, machos e fêmeas com idade variando de dois a trinta e seis meses. Verificou-se que os valores médios da maioria dos parâmetros bioquímicos dos cães permaneceram dentro dos intervalos fisiológicos, sendo detectada influência da idade nas concentrações séricas de proteínas totais, albumina, globulinas, relação A:G, uréia, creatinina, colesterol, cálcio total, cálcio ionizado, fósforo, ferro, ALT e ALP. Os machos apresentaram maior concentração de fósforo e as fêmeas maior valor para a relação Ca:P. No capítulo 4 foram analisadas amostras de sangue de

123 cabras da raça Saanen lactantes, de primeira, segunda e terceira lactação . Observou-se que os valores das proteínas totais, glicose, triglicérides, cálcio total, cálcio ionizado, AST e ALP sofreram influência tanto da ordem como dos estádios da lactação, enquanto que o magnésio apresentou variação somente entre os estádios da lactação. Concluiu-se existir influência da idade nos valores da maioria dos parâmetros bioquímicos séricos em potros Bretão Postier e cães Doberman, especialmente em potros com até 12 meses e cães com até seis meses de idade. As concentrações séricas de glicose, triglicérides, cálcio total, cálcio ionizado, magnésio, AST e ALP são biomarcadores eficazes na detecção de desbalanço energético e mineral em cabras lactantes. Os resultados deste estudo podem contribuir com clínicos e patologistas clínicos veterinários na interpretação da bioquímica clínica bem como na obtenção dos valores de referência regional.

Palavras-chave: Potros Bretão Postier, cães Doberman, cabras Saanen, perfil bioquímico, fases de crescimento e lactação.

Abstract

The growth of domestic animals and lactation in highly productive females are phases of life with special physiological characteristics and nutritional needs. Failure to adequately meet those needs may lead to negative effects on the animals' physical development, productivity and performance. When interpreted correctly, the analysis of the biochemical serum profile of the individual animal or the herd is an effective tool for the detection of nutritional failures and imbalances, allowing for early corrective action to avoid impairing growth, productivity and performance. Its correct interpretation in animal species depends on specific regional reference values for the different phases of life, since various factors relating to both the animal and the environment may influence these values, leading to false results. In this context, the purpose of this study was to investigate the influence of age and sex on the biochemical serum profile of Postier Breton colts and on Doberman dogs in the growth phase, and the influence of the order and stages of lactation on the serum biochemistry of Saanen goats. In chapter 2, an analysis was made of 165 blood samples collected on five distinct occasions during a one-year period from 33 Postier Breton colts and fillies aged 9 days to 24 months. Greater activity of aspartate aminotransferase and creatine kinase enzymes was observed in the females, and age was found to influence the values of total proteins, albumin, globulins, A:G ratio, urea, uric acid, total cholesterol, total calcium, ionized calcium, phosphorus, Ca:P ratio, chlorides, alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), γ -glutamyltransferase (GGT), alkaline phosphatase (ALP) and creatine kinase (CK). For the study on dogs in chapter 3, 132 blood samples were collected from 44 male and female Doberman dogs with ages ranging from 2 to 36 months. It was found that the mean values of most of the biochemical parameters of the dogs remained within the physiological intervals, and age was found to affect the serum concentrations of total proteins, albumin, globulins, A:G ratio, urea, creatinine, cholesterol, total calcium, ionized calcium, phosphorus, iron, ALT and ALP. The males presented a higher concentration of phosphorus and the females a higher Ca:P ratio. In chapter 4, an analysis was made of blood samples from 123 Saanen goats in the first, second and third period of lactation. The total proteins, glucose, triglycerides,

total calcium, ionized calcium, AST and ALP values were found to be affected by both the order and the stages of lactation, while magnesium varied only between the phases of lactation. It was concluded that age influences the values of most of the biochemical serum parameters of Postier Breton colts and Doberman dogs, especially colts up to 12 months old and dogs up to 6 months old. The serum concentrations of glucose, triglycerides, total calcium, ionized calcium, magnesium, AST and ALP are effective biomarkers for the detection of energy and mineral imbalances in lactating goats. The results of this study may aid veterinary clinical pathologists in the interpretation of clinical biochemistry and in obtaining regional reference values.

Keywords: Postier Breton colts, Doberman dogs, Saanen goats, biochemical profile, growth and lactation phases.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. IMPORTÂNCIA DA BIOQUÍMICA CLÍNICA

A composição bioquímica sanguínea reflete com precisão a situação metabólica dos tecidos animais, de forma a poder avaliar lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos, adaptação do animal diante de desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos específicos (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2002). A avaliação da composição bioquímica do sangue é de longa data, principalmente vinculada à patologia clínica em casos individuais. Na década de 1970, na Inglaterra, Payne e colaboradores, ampliaram a utilização deste estudo mediante o conceito de perfil metabólico, isto é, a análise de componentes sanguíneos aplicados a populações (PAYNE e PAYNE, 1987).

A avaliação clínica de rebanhos com problemas reprodutivos e de produção pode ser complementada pela análise do perfil metabólico destes animais. Nos últimos anos, diferentes metabólitos sangüíneos têm sido utilizados como auxílio ao diagnóstico clínico. Mesmo sendo exame auxiliar, o perfil bioquímico sangüíneo permite avaliação tanto do animal individualmente como de rebanhos, indicando desequilíbrios metabólicos, nutricionais e alterações clínicas e subclínicas (ROSSATO, 2000).

A concentração sangüínea de um determinado metabólito é indicador do volume de reservas de disponibilidade imediata. Essa concentração é mantida dentro de certos limites de variação fisiológica, considerados como valores de referência ou valores normais. Os animais que apresentarem concentrações sanguíneas fora dos valores de referência, são animais que podem estar em desbalanço nutricional ou com alguma alteração orgânica que condiciona uma diminuição na capacidade de utilização ou biotransformação de nutrientes (WITTEWER, 1995).

Para a correta interpretação dos perfis metabólicos é indispensável contar com valores de referência apropriados para a região e para a população em particular. Valores bioquímicos sanguíneos obtidos em outros países podem não ser aplicáveis às nossas condições devido às diferenças raciais, climáticas, diferentes manejos e metodologias utilizadas pelos pesquisadores.

Em caso de não contar com esses dados, os valores referenciais usados devem ser de zonas climáticas e grupos de animais similares (GONZÁLEZ e SCHEFFER, 2002).

Os constituintes bioquímicos séricos variam significativamente nos fluídos orgânicos dos animais, em todas as fases da vida, desde o nascimento até a idade adulta, principalmente ao longo do período neonatal. Por exemplo, a maturação hepática, provavelmente, leva em torno de uma a duas semanas para ocorrer, tal como observado em ovinos e no homem (BAUER et al., 1989). Ao constatar aumento nas enzimas hepáticas de neonatos isto não deve ser interpretado como anormalidade bioquímica, como o seria se fosse comparado com os dados para animais adultos.

Uma variedade de alterações bioquímicas séricas ocorre no período neonatal e nos primeiros meses de vida. Estudos têm demonstrado diferenças no perfil hematológico e bioquímico séricos dos eqüinos em relação à faixa etária e sexo (HARVEY, 1990; LASSEN e SWANRDON, 1995; KRAMER, 2000).

As mudanças que possam ocorrer no desenvolvimento normal do animal em fase de crescimento e durante o período da lactação podem ser detectadas e corrigidas precocemente pela análise do perfil bioquímico sérico antes mesmo do aparecimento dos sintomas que caracterizam um animal doente.

Para que a capacidade produtiva, de crescimento e de trabalho de um animal não seja afetada é necessário o atendimento e manutenção de uma série de fatores, entre estes, a condição de saúde do animal que é essencial para o crescimento e desenvolvimento máximo de suas habilidades, que são dependentes do equilíbrio entre as funções dos diferentes sistemas orgânicos.

Entre os transtornos metabólicos mais freqüentes, segundo Fajardo e Viamonte (1992) citam-se: distúrbios ácido-básicos provocados pela acidose láctica, cetose, diarréia, excesso de uréia, subnutrição e, entre outras causas, as

disproteïnemias em conseqüência da baixa ingestão de proteína e distúrbios causados por deficiências de minerais.

A determinação das concentrações dos constituintes bioquímicos nos diversos fluidos do organismo é parte de uma série de exames planejados para descobrir a natureza de um processo patológico. O perfil bioquímico vem sendo utilizado extensivamente em medicina veterinária não somente para a avaliação clínica individual, como também para avaliar populações ou grupos de animais (PAYNE e PAYNE, 1987).

Ao clínico veterinário cabe a função de determinar a presença ou ausência do estado de higidez e para tal recorre ao exame clínico, complementado por uma série de avaliações laboratoriais necessárias, entre as quais as variações no perfil bioquímico sérico.

Os componentes bioquímicos sangüíneos comumente determinados no perfil metabólico representam as principais vias metabólicas do organismo, das quais a glicose, colesterol, triglicérides e beta-hidroxibutirato representam o metabolismo energético; a uréia, hemoglobina, globulinas, albumina, proteínas totais, ácido úrico representam o metabolismo protéico; o cálcio, fósforo inorgânico, magnésio, sódio e potássio representam os macrominerais (WITTEWER e CONTRERAS, 1980). Adicionalmente são estudados metabólitos indicadores do funcionamento hepático como as enzimas AST, GGT, bem como a albumina e colesterol (GONZÁLEZ, 1997).

Vários fatores podem influenciar nos valores fisiológicos dos marcadores bioquímicos séricos, entre eles sexo, idade, raça, alimentação, atividade muscular, manejo, condições ambientais, gestação, puerpério, lactação, nível de produção leiteira e fase do ciclo estral (LOWSETH et al., 1990; DOWNS et al., 1994).

A interpretação do perfil bioquímico é complexa tanto aplicada a rebanhos quanto a indivíduos, devido aos mecanismos que controlam o nível sanguíneo de vários metabólitos e devido também, a interferência dos fatores acima relacionados, causando grande variação nesses níveis.

2. PERFIL BIOQUÍMICO SÉRICO DE ANIMAIS EM CRESCIMENTO

O crescimento é um processo multifatorial que envolve a multiplicação e em menor grau o aumento de tamanho das células de diferentes tecidos do corpo. É influenciado por fatores genéticos, hormonais, metabólicos e nutricionais. Para que um animal atinja todo seu potencial genético é necessária uma adequada produção de hormônio de crescimento (GH) para estimular a produção do fator de crescimento semelhante a insulina I (IGF-I), que estimula o crescimento esquelético, a síntese protéica e a proliferação celular (IHLE, 2004). A multiplicação e o crescimento celular demandam muitos metabólitos e a limitação de algum deles pode diminuir ou deter o processo integral de crescimento.

O jovem na maioria das espécies cresce rapidamente e, concomitantemente tem crescimento rápido do seu esqueleto. Em virtude deste rápido crescimento, as doenças esqueléticas ou distúrbios do crescimento são freqüentes, sendo a maioria delas osteodistróficas, uma vez que o rápido aumento das estruturas ósseas requer a ingestão de rações balanceadas com adequadas concentrações de proteínas, energia, cálcio, fósforo, vitaminas A e D e elementos traços como cobre para suportar o crescimento e mineralização óssea (SOUZA et al., 2005).

No controle bioquímico do crescimento devem ser levados em conta os aspectos metabólico-fisiológicos que nele intervêm e quais variáveis são úteis para tal avaliação.

Para avaliar o metabolismo ósseo são normalmente determinadas as concentrações séricas de cálcio, fósforo, magnésio e a atividade da fosfatase alcalina, os quais intervêm na síntese óssea (CASTILLO et al., 1997).

A ação hiperfosfatêmica do hormônio do crescimento (GH) é um dos responsáveis pelos maiores valores do fósforo inorgânico e pela maior atividade da fosfatase alcalina em crianças durante a fase de crescimento intenso observado nos primeiros seis meses de vida, período no qual a síntese óssea é máxima (SAGGESE et al., 1993). Cães jovens de raças grandes possuem maiores concentrações séricas de GH comparados aos adultos (RIJNBERK, 2004).

2.1. Cães em fase de crescimento

A fase de crescimento é um período de fundamental importância na vida de cães, a qual envolve a interação de hereditariedade, regulação hormonal, ganho de saúde e nutrição apropriada (HOSKINS, 2004)

Cães em crescimento apresentam características fisiológicas e necessidades nutricionais especiais. O requerimento energético e nutricional nesta fase são maiores, levando à necessidade de ingestão de duas vezes mais calorias por unidade de peso corporal, comparados a cães adultos (CASE et al., 2000). Fase esta que inicia com o nascimento e tem duração média de oito a 18 meses, podendo chegar a 24 meses nos animais de raça gigante.

Na época da desmama, que ocorre entre seis e oito semanas de idade, os requerimentos energéticos dos cães é aproximadamente o dobro de um cão adulto da mesma raça e a medida que crescem, estas necessidades diminuem progressivamente até atingir os requerimentos de um cão adulto (LEGRAND-DEFRETIN, 1994).

Cães jovens necessitam de um elevado plano nutricional para sustentar seu rápido crescimento e para propiciar a energia necessária para esta fase da vida (LEGRAND-DEFRETIN, 1994). Segundo Castillo et al. (1997) a fase compreendida entre o nascimento e os cinco meses de idade no cão é uma fase de intenso requerimento de proteínas, energia e minerais.

Estudos comprovam que o consumo excessivo de energia, deficiências de minerais, vitaminas e hormônios durante a fase de crescimento podem causar vários efeitos negativos no desenvolvimento esquelético do cão, resultando em anomalias ósseas especialmente em cães de grande porte como o Pastor Alemão, o Doberman e raças gigantes (CASTILLO et al., 1997; TRYFONIDOU et al., 2003). Esses distúrbios podem ser diagnosticados e corrigidos antes do aparecimento de lesões irreversíveis pela análise do perfil bioquímico sérico dos animais nesta fase da vida.

O desenvolvimento corporal do cão na fase de crescimento resulta da interação de influências genéticas, ambientais e nutricionais. Nesta fase da vida o animal deve receber alimentação balanceada, a qual fornecerá componentes necessários para suprimento de energia, nos processos de crescimento ou

reparação de tecidos e também no fornecimento de substâncias que regulam as atividades metabólicas (SIMPSON et al., 1993).

Durante a fase de crescimento rápido que vai da desmama até os cinco a seis meses de idade, em geral, cães de quase todas as raças são capazes de atingir 50% do seu peso adulto. Nesta fase, uma alimentação balanceada é fator primordial para um adequado crescimento, particularmente, nas raças de grande porte e gigantes. Nessas raças o crescimento é muito rápido, estando elas mais predispostas a apresentar desordens esqueléticas associadas a distúrbios de ossificação endocondral e/ou remodelação óssea (LEGRAND-DEFRETIN, 1994; CASE et al. 2000; TRYFONIDOU et al., 2003).

No controle bioquímico do crescimento, devem ser levado em consideração os aspectos metabólicos e fisiológicos que nele intervêm e quais variáveis são úteis para tal avaliação.

A fosfatase alcalina e suas iso-enzimas ósseas são indicadoras de osteogênese, processo que predomina nos cinco primeiros meses de vida do cão (crescimento longitudinal ósseo), sendo sua concentração sérica mais elevada durante este período (CASTILLO et al., 1997).

Concentrações séricas de cálcio, fósforo inorgânico e da atividade da fosfatase alcalina fisiologicamente maiores em cães com idade inferior a seis meses, foram observados por Ikeuchi et al. (1991) e Swanson et al. (2004). Estes valores, fisiologicamente mais elevados, podem ser justificados pela ação do hormônio do crescimento (GH) e a intensa osteogênese durante a formação dos núcleos de ossificação, crescimento longitudinal e maturação óssea (CASTILLO et al., 1997).

Em cães com idade inferior a um ano, pode ser observado com freqüência hipoparatiroidismo sub-clínico devido ao grande consumo de hormônios da tireóide (T3 e T4) na síntese e liberação do GH e de mediadores deste hormônio durante a osteogênese (NIEPONMISZCE, 1993), o que poderá ocasionar flutuações nas concentrações de vários constituintes bioquímicos séricos.

2.2. Potros em fase de crescimento

A fase de amamentação nos eqüinos que vai até aproximadamente os seis meses de idade é uma das mais importantes na vida do animal, pois nesta fase o crescimento dos potros é acelerado e suas exigências nutricionais são maiores (CUNHA, 1991).

O crescimento do potro durante o primeiro ano de vida é rápido, uma vez que aos doze meses de idade, 65% do peso e 90% da altura definitivos são alcançados (SAASTAMOIEN, 1996). Thompson (1995) observou em potros puro sangue maior taxa de crescimento do esqueleto e maior ganho de peso durante os primeiros seis meses de vida, continuando este crescimento de forma menos acelerada até os 12 meses. A taxa de crescimento de 23% e o ganho de peso de 135%, durante os primeiros três meses de vida em potras puro sangue, foi observado por Nogueira et al. (1997).

Alterações no perfil bioquímico sérico de eqüinos relacionados com a idade são frequentes, especialmente no primeiro ano de vida (SCHMITZ et al., 1982; BAUER et al., 1984; HOWARD, 1998; BROMMER, et al., 2001).

Cavalos jovens apresentam altos índices de marcadores ósseos, como a fosfatase alcalina, quando comparados aos adultos, devido a rápida renovação óssea durante o crescimento (CARSTANJEN et al., 2005). Relação inversa entre a concentração sérica da fosfatase alcalina e a idade dos animais, com redução significativa em potros até 180 dias de idade foi observada por Valette et al. (2007).

3. PERFIL BIOQUÍMICO SÉRICO DE FÊMEAS LACTANTES

A lactação é processo fisiológico no qual a maturação das glândulas mamárias é iniciada quando ocorre a implantação e desenvolvimento do embrião no útero. No último mês de gestação, as glândulas mamárias terminam seu desenvolvimento devido a hipertrofia das células do parênquima e distensão dos alvéolos pelo colostro (JELÍNEK et al., 1996).

As células das glândulas mamárias lactantes utilizam mais de 80% dos nutrientes viáveis do sangue para a síntese do leite. Os precursores primários dos constituintes do leite são aminoácidos livres, glicose, acetato, ácidos graxos e triacilgliceróis que contribuem para a produção de proteína, lactose e gordura do leite. A limitação de alguns destes elementos reduzirá a produção de leite, alterando também sua composição (JELÍNEK et al., 1996).

Muitos transtornos metabólicos podem ser detectados mediante a análise do perfil bioquímico sérico no período da lactação. A avaliação do perfil bioquímico sanguíneo considerando as características de cada rebanho, localização geográfica e estado fisiológico dos animais oferece uma importante perspectiva para detectar a tempo distúrbios metabólicos e de desenvolvimento muitas vezes presentes na forma subclínica e que se não corrigidos em tempo hábil afetam a saúde, produção e fertilidade dos rebanhos (PAYNE e PAYNE, 1987).

O início da lactação impõe severas mudanças no metabolismo da fêmea recém parida, as quais constituem um verdadeiro desafio para manter o equilíbrio homeostático de forma a compensar o grande consumo de nutrientes que a lactogênese exige (ROSSATO, 2000).

Os parâmetros bioquímicos uréia, ácido úrico, proteína total, glicose, triglicérides, ácidos graxos livres (FFA) e os hormônios da tireóide são ferramentas importantes na determinação do “status” do metabolismo energético das fêmeas lactantes (HATFIELD et al., 1999). Os hormônios da tireóide mantêm a homeostase energética, o metabolismo protéico, a termorregulação, crescimento e parâmetros de produtividade (HUSZENICZA et al., 2002), influenciando, também, no desenvolvimento da glândula mamária e na síntese de proteínas do leite como a α -lactoalbumina.

Fêmeas no início da lactação necessitam de maiores níveis energéticos devido a síntese do leite, do que fêmeas durante o período de gestação e período seco (BLOCK et al., 2001; ABDELRAHMAN et al., 2002). Portanto, esses animais têm maior necessidade de energia, especialmente no período inicial, o que pode acarretar determinadas desordens metabólicas (BREMNER et al., 2000).

Neste período o requerimento total de energia aumenta quase quatro vezes (BLOCK et al., 2001), existindo correlação negativa entre a concentração de

ácidos graxos livres e o balanço energético durante os períodos pré-parto e parto, devido ao aumento da atividade da glândula mamária (BREMNER et al., 2000).

Os ácido graxos livres são capturados pelo fígado e utilizados para a síntese de triglicérides os quais serão convertidos em corpos cetônicos ou oxidados a CO₂ ou também, esterificados a triacilglicerol. O fígado dos ruminantes não consegue sintetizar lipoproteínas de baixa densidade (LDL), responsável pelo transporte do colesterol para os tecidos, apesar do rápido aumento na concentração de ácidos graxos livres durante o período inicial da lactação. Por esta razão, há acúmulo de triglicérides no fígado induzindo a ocorrência da síndrome do fígado gorduroso (MARCOS et al., 1990; RUKKWAMSUK et al., 1999), que é freqüente em fêmeas no final da gestação.

Concentrações reduzidas de colesterol e triglicérides séricos, em vacas durante o início da lactação foram observadas por outros pesquisadores (GRUMMER, 1993; PYSERÁ e OPALKA, 2000). Redução esta que ocorre devido a desbalanço na habilidade hepática para captar ácidos graxos e na sua capacidade para secretar lipoproteínas sintetizadas a partir de triglicérides, mobilizados do tecido adiposo (BELL, 1995).

O período de transição compreendido desde o final da gestação até o início da lactação em fêmeas de alta produção, apresenta consideráveis necessidades metabólicas resultando em aumentado requerimento de energia da mãe. Durante o balanço energético negativo em vacas leiteiras de alta produção, especialmente no período peri-parto, ocorrem alterações acompanhadas de variações nas concentrações séricas de lipídios e lipoproteínas (BELL, 1995; RUKKWAMSUK et al., 1999; PYSERÁ e OPALKA, 2000). Além disso, os índices de gliconeogênese hepática e mobilização de gorduras do tecido adiposo estão intensamente acelerados, o que está freqüentemente associado à distúrbio do metabolismo lipídico (BELL, 1995). Deste modo nas condições em que há déficit energético, alterações do estado oxidativo podem ser esperadas como também variações nos parâmetros de peroxidação dos lipídios no sangue (MILLER et al., 1993).

Marcos et al. (1990) observaram redução nos níveis das apolipoproteínas apo B e apo A1 no final da gestação e início da lactação, quando comparados com o período final da lactação. Provavelmente, esta redução ocorre pelo fato de que há diminuição geral da concentração sérica das proteínas, sintetizadas pelo fígado

no início da lactação, devido à mobilização de gorduras e deposição nas células hepáticas, o que pode causar danos e disfunção hepática nos animais (CEBRA et al., 1997).

O efeito das doenças de produção na composição do leite, confirma a existência de uma relação próxima entre os valores dos constituintes sanguíneos e os do leite, como a redução das proteínas do leite durante a alcalose metabólica, redução da gordura do leite durante a acidose rumenal e redução na lactose em todas as desordens metabólicas (KHALED et al., 1999).

3.1. Perfil bioquímico sérico em cabras lactantes

A população de caprinos no mundo é de aproximadamente 700 milhões de cabeças, sendo que cerca de 92% destes estão distribuídos em regiões em desenvolvimento, subtropicais e tropicais.

Atualmente, a caprinocultura brasileira vem apresentando acentuado crescimento, tanto na região Nordeste como na Sudeste. Em 2004, o Brasil possuía um efetivo de 10 milhões de caprinos sendo 92,88% deste encontrado na região Nordeste e apenas 2,36% na região Sudeste (SIMPLÍCIO e SIMPLÍCIO, 2006).

A raça de caprino leiteira mais difundida no mundo é a Saanen originária do Vale de Saane na Suíça. Apresenta um crescimento significativo em nosso país, sendo a raça com maior produção de leite. Embora seja leiteira por excelência, também, são produzidos animais mestiços para corte, pois é raça de grande porte e precoce. No Brasil, em criatórios adequadamente manejados e com bons animais conseguem-se produções médias de dois a três litros de leite por dia podendo alcançar de seis a oito litros em duas ordenhas diárias (RIBEIRO, 1998).

Sabe-se que quanto maior é o potencial produtivo do rebanho, maior será a probabilidade da ocorrência de alterações metabólicas nos animais, produto do desbalanço entre o ingresso e egresso de nutrientes no organismo. Nos bovinos, estas alterações têm sido frequentemente estudadas. Em caprinos a análise dos metabólitos sanguíneos e de outros fluidos orgânicos como o leite também têm

sido utilizados com menor freqüência para avaliar o balanço nutricional da cabra leiteira (KHALED et al., 1999; RIOS et al., 2006). Porém, é evidente a carência de estudos nacionais relacionados à bioquímica sérica de caprinos. Várias condições patológicas e fisiológicas podem influenciar nas concentrações de diversos constituintes sangüíneos tornando necessária a determinação de valores de referência regionais para maior segurança na análise dos resultados (SILVA et al., 2004).

A produção de leite de cabra depende da variabilidade genética individual de cada animal, raça, idade, ordem de parição, estágio da lactação e principalmente do valor nutritivo do alimento ingerido, além da ação combinada destes fatores nas condições ambientais de cada país ou região (RIBEIRO, 1998; QUEIROGA e COSTA, 2004). As exigências nutricionais da cabra variam significativamente nas diferentes fases do ciclo produtivo, devido às variações na capacidade de ingestão de matéria seca, peso vivo e produção de leite.

No entanto, para melhorar o desempenho na produção de leite, torna-se necessário utilizar estratégias de alimentação durante os diferentes estados fisiológicos dos animais. O manejo alimentar é considerado como fator determinante na produção e composição do leite caprino, estando diretamente relacionado com a quantidade “versus” qualidade da dieta ofertada (QUEIROGA e COSTA, 2004).

Segundo Barros et al. (1992) cabras no início da lactação se encontram em balanço energético negativo. Durante a lactação ocorrerá declínio linear na produção leiteira de aproximadamente 10% ao mês.

Halar et al. (1996) analisando o perfil bioquímico sérico de cabras em diferentes estados fisiológicos, observaram concentração de uréia significativamente menor nas cabras lactantes, quando comparado com outros grupos. Segundo os pesquisadores, esta redução é devido a significativa excreção da uréia no leite. Observaram ainda, menor atividade da fosfatase alcalina no grupo de cabras lactantes, atribuindo esta redução à grande eliminação desta enzima no leite.

Segundo Ribeiro (1998), o ciclo produtivo da cabra em lactação pode ser dividido em quatro fases. Na primeira fase iniciada logo após o parto, o nível de produção do leite aumenta rapidamente atingindo o pico de produção entre a 3ª e

4ª semana da lactação, mas a capacidade de ingestão de matéria seca (IgMS) é lenta. A cabra entra em balanço energético negativo eliminando mais nutrientes pelo leite e ingerindo pouco através da alimentação. Por isso, para suprir as exigências nutricionais necessárias para a produção de leite, o animal mobiliza reservas do tecido adiposo, perdendo de três a seis kg de peso durante as três primeiras semanas.

A segunda fase do ciclo produtivo inicia-se após o pico de lactação, aproximadamente aos 45 dias. Nesta fase, a capacidade de ingestão de matéria seca está normalizada e a produção de leite começa a diminuir.

A terceira fase inicia-se com a concepção e dura 90 a 105 dias, de acordo com o período seco a ser estabelecido. Neste período, a cabra ganha peso (2 a 4 kg), acumulando reservas corporais, pois o balanço energético está positivo.

A quarta fase é iniciada com a secagem do leite do animal, a qual deve ocorrer em torno de 45 a 60 dias antes do parto, correspondendo ao terço final de gestação (quando ocorre cerca de 85% do crescimento do feto). Portanto, nesta fase há um aumento na demanda por nutrientes, enquanto a capacidade de IgMS da cabra é limitada, tanto pelo volume ocupado pelo feto, bem como pelas gorduras acumuladas como reserva.

Durante o período de transição, há variações quanto ao perfil metabólico do sangue, assim, de acordo com Wittwer (2000) é necessária a determinação deste, para saber o grau de adequação nas principais vias metabólicas relacionadas com energia, proteínas, minerais e produção de leite.

A maximização de ingestão de matéria seca durante o período de transição é fundamental para aumentar o suprimento de energia, de proteínas e de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen evitando a mobilização de reservas de gorduras e ácidos graxos dos tecidos corporais e minimizando a possibilidade da ocorrência de doenças metabólicas (HEAD e GULAY, 2001).

O final da gestação é um período de transição metabólica, no entanto, estas mudanças não ocorrem abruptamente, mas gradualmente, envolvendo alterações no fígado, tecido adiposo, músculo esquelético e a ação de hormônios que estão envolvidos na lactogênese e manutenção da lactação (HEAD e GULAY, 2001).

O início de lactação (1 a 60 dias) é período em que as cabras têm as maiores exigências em energia, pois neste período há um aumento na produção de leite, porém, os animais ainda não conseguem o máximo de ingestão de nutrientes (ZAMBOM, 2003).

Esta é uma fase que requer muitos cuidados, principalmente, quanto a ingestão de alimentos, pois segundo Economides e Louca (1987), existe boa correlação ($r 0,81$) entre a produção total na lactação e os dias de maior produção no início da lactação. A ingestão de alimentos por cabras no final da gestação e logo após o parto é baixa, porém, tende a aumentar entre a sexta e décima semana após o parto. No entanto, o pico de produção de leite ocorre entre a quarta e sétima semana (HADJIPANAYIOTOU, 1987).

A escassez de estudos na literatura nacional sobre os biomarcadores séricos de potros, cães em fase de crescimento e cabras nos diferentes estádios da lactação, associada à importância da bioquímica clínica como ferramenta de diagnóstico, fornecendo informações precisas com relação ao status nutricional do rebanho ou de animais isolados, indicando possíveis doenças metabólicas oriundas do desequilíbrio entre o metabolismo de nutrientes que ingressam ao organismo animal e os egressos pelas fezes, urina e leite, justificam a realização do presente estudo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAHMAN, M.M., ABO-SHEHADA, M.N., MESANAT, A., MUKBEL, R. The requirements of calcium by Awassi ewes at early lactation. **Small Ruminant Research**, v. 45, n. 2, p. 101-107, 2002.

BARROS, N.N., MESQUITA, R.C.M., SOUZA NETO, J.S., ALVES, J.U.; BARBIERRI, M. E. Efeito de níveis de energia sobre a produção de leite em cabras da raça Anglo-nubiana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 119-130, 1992.

BAUER, J.E., HERVEY, J.W., ASQUITH, R.L., MCNULTY, P.K., KIVIPELTO, J. Clinical chemistry reference values of foals during the first year of life. **Equine Veterinary Journal**, v. 16, n. 4, p. 361-363, 1984.

BAUER, J.E., ASQUITH, R.L., KIVIPELTO, J. Serum biochemical indicators of liver function in neonatal foals. **American Journal of Veterinary Research**, v. 50, n. 12, p. 2037-2041, 1989.

BELL, A.W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2804-2819, 1995.

BLOCK, S.S., BUTLER, W.R., EHRHARDT, R.A., BELL, A.W., VAN AMBURGH, M.E., BOISCLAIR, Y.R. Decreased concentration of plasma leptin in periparturient dairy cows is caused by negative energy balance. **Journal of Endocrinology**, v. 171, n. 2, p. 339-348, 2001.

BREMMER, D.R., BERTICS, S.J., BRSONG, S.A., GRUMMER, R.R. Changes in hepatic microsomal triglyceride transfer protein and triglyceride in periparturient dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 10, p. 2252-2260, 2000.

BROMMER, H., SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M., KESSELS, B. Haematological and blood foals managed under three different rearing conditions from birth to 5 months of age. **Veterinary Quarterly**, v. 23, n. 2, p. 92-95, 2001.

CARSTANJEN, B.; AMORY, H.; SULON, J.; HARS, O.; REMY, B.; LANGLOIS, P.; LEPAGE, O. M. Serum osteocalcin and CTX-MMP concentration in young exercising Thoroughbred racehorses. **Journal of Veterinary Medicine, Series A**, v. 52, n. 3, p. 114-120, 2005.

CASE, L.P., CAREY, D.P., HIRAKAWA, D.A., DARISTOTLE, L. **Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals**. 2th ed. St Louis, MO, USA: Mosby, 2000. 424p.

CASTILLO V., MARQUEZ A., RODRÍGUEZ M., LALIA, J. Parámetros bioquímico-endocrinos de utilidad en la etapa del crecimiento y desarrollo del Ovejero Alemán, Doberman y Gran Danés. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.29, n. 1, p.105-111, 1997.

CEBRA, C.K., GARRY, F.B., GETZY, D.M., FETTMAN, M.J. Hepatic lipidosis in anorectic, lactating Holstein cattle: a retrospective study of serum biochemical abnormalities. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 11, n. 4, p. 231-237, 1997.

CUNHA, T.J. **Horse feeding and nutrition**. 2th ed., San Diego: Academic Press 1991. 445p.

DOWNS, L.G, ZANI, V., WILLS, J.M., CRISPIN, S.M., BOLTON, C.H. Changes in plasma lipoprotein during the oestrous cycle of the bitch. **Research in Veterinary Science**, v. 56, n. 1, p. 82-88, 1994.

ECONOMIDES, S., LOUCA, A. Flock management in intensive goat systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, 1987, Brasília. **Proceedings...** Brasília: Embrapa CNPC, 1987. p.867-883.

FAJARDO, H., VIAMONTE, M. Algunas alteraciones metabólicas asociadas a la infertilidade de los ruminantes. **Revista Cubana de Ciências Veterinárias**, v. 23, n. 1, p. 33-44, 1992.

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

GONZÁLEZ, F.H.D., SCHEFFER, J.F.S. Perfil sangüíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29, 2002, Gramado-RS, Brasil. **Anais...** Gramado-RS: SBMV e SOVERGS, 2002. p. 5-17.

GRUMMER, R.R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3882-3896, 1993.

HADJIPANAYIOTOU, M. Intensive feedings systems for goats in the near east. In: IINTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, Brasilia, 1987. **Proceedings...** Brasilia: Embrapa CNPC, 1987. p. 1109-1141.

HALAR, P., HARUN, M., AUGUSTO, L., OTTO, F., BOGIN, E. Blood profile of Mozambican goats in relation to physiological state. **Israel Journal Veterinary Medicine**, v. 51, n. 1, p. 19-25, 1996.

HARVEY, J.W. Normal hematologic values. In: KOTERBA, A.M.; DRUMOND, W.H.; KOSCH, P.C. **Equine Clinical Neontology**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1990. p. 561-570.

HATFIELD, P.G., HEAD, W.A., FITZGERALD, J.A., HALLFORD, D.M. Effects of levels of energy intake and energy demand on growth hormone, insulin, and metabolites in Targhee and Suffolk ewes. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 10, p. 2757-2765, 1999.

HEAD, H.H., GULAY, M.S. Recentes avanços na nutrição de vacas no período de transição. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 2, 2001, Lavras-MG. **Anais...** Lavras, UFLA-FACPE, 2001. p. 121-137.

HOSKINS, J.D. Nutrição neonatal e pediátrica. In: ETTINGER, S.J.; FELDMAN, E. C. **Tratado de medicina interna veterinária**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. v. 1, 2004. Cap. 65, p. 251-255.

HOWARD, D.L. **Estudo dos componentes bioquímicos do plasma sanguíneo de cavalos BH (Brasileiro de Hipismo) criados no Estado de São Paulo: influência dos fatores etários**. 1998. 155 f. Dissertação (Mestrado em Patologia Clínica) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

HUSZENICZA, G., KULCSAR, M., RUDAS, P. Clinical endocrinology of thyroid gland function in ruminants. **Veterinarni Medicine-Czech.**, v. 47, n. 7, p. 199-210, 2002.

IHLE, S.L. Falha no crescimento . In: ETTINGER, S. J., FELDMAN, E. C. **Tratado de medicina interna veterinária**. 5ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v. 1, 2004. p. 77-80.

IKEUCHI, J., YOSHIZAKI, T., HIRATA, M. Plasma biochemistry values of young beagles dogs. **Journal of Toxicology Sciences Jpn**, v. 16, n. 1, p. 49-50, 1991.

JELINEK, P. GAJDÜŠEK, S., ILLEK, J. Relationship between selected indicators of milk and blood in sheep. **Small Ruminant Research.**, v. 20, n. 1, p. 53-57, 1996.

KHALED, N.F., ILLEK, J., GAJDŮŠEK, S. Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats. **Acta Veterinaria Brno**, v. 68, n. 4, p. 253-258, 1999.

KRAMER, J.W. Normal hematology of the horse. In: FELDMAN, B.F., ZINKL, J.G., JAIN, N.C. **Schalm's veterinary hematology**. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000, p. 1069-1074.

LASSEN, E.D., SWANRDON, C.J. Hematology and hemostasis in the horse: normal function and common abnormalities. **Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, v. 11, n. 3, p. 351-389, 1995.

LEGRAND-DEFRETIN, V. Alimentando a los perros a lo largo de su vida. **Waltham Focus**, v. 4, n. 1, p. 9-16, 1994.

LOWSETH, L.A., GILLETT, N.A., GERLACH, R.F, MUGGENBURG, B.A. The effects of aging on hematology and serum chemistry values in the Beagle dog. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 19 n. 1, p. 13-19, 1990.

MARCOS, E., MAZUR, A., CARDOT, P., RAYSSUIER, Y. The effect of pregnancy and lactation on serum lipid and apolipoprotein b and A-I levels in dairy cows. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 133-138, 1990.

MILLER, J.K., BRZEZINSKA-SLEBODZINSKA, E., MADEN, F. C. Oxidative stress, antioxidants and animal function. Symposium: antioxidants, immune response and animal function. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 9, p. 2812-2823, 1993.

NIEPONMISZCE, H. Estudios interdisciplinarios de las enfermedades tiroideas. **Revista Argentina Endocrinology Metabolisme**, v. 30, n. 1, p. 6-7, 1993.

NOGUEIRA, G.P., BARNABE, R.C., VERRESCHI, I.T.N. Puberty and growth rate in Thoroughbred fillies. **Theriogenology**, v. 48, n. 4, p. 581-588, 1997.

PAYNE J.M., PAYNE, S. **The metabolic profile test**. Oxford University Press, Oxford UK , 1987. 150p.

PYSERA, B., OPALKA, A. The effect of gestation and lactation of dairy cows on lipid and lipoprotein patterns and composition in serum during winter and summer feeding. **Journal of Animal and Feed Science**, v. 9, n. 3, p. 411-423, 2000.

QUEIROGA, R.C.R.E., COSTA, R.G. Qualidade do leite caprino. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS. RAÇAS NATIVAS PARA O SEMI-ÁRIDO, 01, 2004, Recife-PE. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004. p.161-171.

RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura: criação racional de caprinos**. Nobel: São Paulo, 1998. 320p.

RIJNBERK, A. Acromegalia. In: ETTINGER S. J., FELDMAN, E. C. **Tratado de medicina interna veterinária**. 5ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v. 2, 2004, p.1444-1448.

RIOS, C., MARÍN, M.P., CATAFAU, M., WITTWER, F. Concentraciones sanguíneas de β -hidroxibutirato, NEFA, colesterol e urea en cabras lecheras de tres rebaños con sistemas intensivos de producción y su relación con el balance nutricional. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 38, n. 1, p. 19-23, 2006.

ROSSATO, W. L. **Condição metabólica no pós-parto em vacas leiteiras de um rebanho do Rio Grande do Sul**. 2000. 150 f. Dissertação (Mestrado em Patobiologia Aplicada). Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

RUKKWAMSUK, T., KRUIP, T.A.M., WENSING, T. Relationship between overfeeding and overconditioning in the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. **Veterinary Quarterly**, v. 21, n. 1, p. 71-77, 1999.

SAASTAMOINEN, M.T. Serum urea and protein concentrations and growing rates of weaning foals. **Pferdeheikunde**, v. 12, n. 3, p. 323-325, 1996.

SAGGESE, G., BARONCELLI, G., BERTELLONI, S. Effects of long-term treatment with growth on bone and mineral metabolism in children with growth hormone deficiency. **Journal of Pediatrics**, v. 122, n. 1, p. 37-45, 1993.

SCHMITZ, D.G., JOYCE, J.R., REAGOR, J.C. Serum biochemical values in Quarter Horse foals in the 6 months of life. **Equine Practice**, v. 4, n. 9, p. 24-30, 1982.

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

SIMPLÍCIO, A.A., SIMPLÍCIO, K.M.M.G. Caprinocultura e ovinocultura de crote: desafios e oportunidades. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 12, n. 39, p. 7-18, 2006.

SIMPSON, J.W., ANDERSON, R.S., MARKWELL, P.J. **Clinical nutrition of the dog and cat**. London: Blackwell Scientific Publications, 1993. 151p.

SOUZA, S. N., CARNEIRO, S.C.M.C., FERREIRA, R.P., FIORAVANTI, M.C.S. Efeitos da superalimentação na morfologia óssea de cães da raça dogue alemão em crescimento (Resultados preliminares). In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG, 2, 2005. Goiânia. **Anais...Goiânia: UFG CONPEEX, 2005. [CD-ROM]**.

SWANSON, K.S., KUZMUK, K.N., SCHOOK, L.B.; FAHEY-JUNIOR, G.C. Diet effects nutrient digestibility, hematology and serum chemistry of senior and weaning dogs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 6, p. 1713-1724, 2004.

THOMPSON, K.N. Skeletal growth rates of weanling and yearling Thoroughbred horses. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2513-2517, 1995.

TRYFONIDOU, M.A., HOLL, M.S., VASTENBURG, M., OOSTERLAKEN-DIJKSTERHUIS, M.A., BIRKENHÄGER-FRENKEL, D.H., VAN DEN BROM, W.E., HAZEWINDEL, H.A.W. Hormonal regulation of calcium homeostasis in two breeds of dogs during growth at different rates. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 6, p. 1568-1580, 2003.

VALETTE, J.P., ROBERT, C., TOQUET, M.P., DENOIX, J.M., FORTIER, G. Evolution of some biochemical markers of growth in relation to osteoarticular status in young horses: results of a longitudinal study in three breeds. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 4, n. 1, p. 23-29, 2007.

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

WITTEWER, F., CONTRERAS, P.A. Consideraciones sobre al empleo de los perfiles metabólicos en ganado lechero. **Archivo de Medicina Veterinaria**, v. 12, n. 1, p. 180-188, 1980.

WITTEWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D., BARCELLOS, J.O.J. OSPINA, H. (Eds) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 9-22, 2000.

ZAMBOM, M.A. **Desempenho e qualidade do leite de cabras Saanen alimentadas com diferentes relações volumoso:concentrado, no pré-parto e lactação.** 2003. 46 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

**Influência da idade e sexo no perfil bioquímico sérico de potros Bretão
Postier em fase de crescimento**

**Influence of age and sex on the serum biochemical profile of Breton Postier
colts in the growth phase**

**Antonio Vicente Mundim¹; José Victor de Oliveira²; João Francisco dos
Santos²; Ednaldo Carvalho Guimarães³; Foued Salmen Espindola¹**

1. Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia. Av. Pará – 1720, Campus Umuarama, Bloco 2T, 38400.902. Uberlândia-MG, Brasil.
2. APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Colina – SP, Brasil.
3. Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil.

(Manuscrito redigido conforme as normas da revista **Research in Veterinary Science**).

Resumo

Com o objetivo de analisar a influência do sexo e da idade no perfil bioquímico sérico, analisaram-se 165 amostras de sangue coletadas de 33 potros Bretão Postier, criados em regime de pasto na fazenda experimental de Colina-SP. Realizaram-se, em cada potro, cinco coletas de sangue durante o período de um ano. Observou-se maior atividade das enzimas aspartato aminotransferase e creatina quinase nas fêmeas e influência das faixas etárias nos valores das proteínas totais, albumina, globulinas, relação A:G, uréia, ácido úrico, colesterol total, cálcio total, cálcio ionizado, fósforo, relação Ca:P, cloretos, aspartato aminotransferase, γ -glutamyltransferase, fosfatase alcalina e creatina quinase. Esses resultados indicam que existe influência da idade nos valores da maioria dos parâmetros bioquímicos analisados e que o sexo exerce pouca influência nos mesmos. Deste modo sugere-se que uma atenção especial deve ser dada na interpretação dos parâmetros bioquímicos séricos de potros com até um ano de idade.

Palavras chave: potros Bretão Postier, bioquímica sérica, fase de crescimento.

Abstract

To assess the influence of sex and age on the biochemical serum profile, an analysis was made of 165 blood samples collected from 33 pasture-bred Postier Breton colts and fillies raised on an experimental farm in Colina, SP, Brazil. Five blood samples were collected from each animal over a one-year period. Greater aspartate aminotransferase and creatine kinase enzymes activity was observed in the females, and age was found to influence the values of total proteins, albumin, globulins, A:G ratio, urea, uric acid, total cholesterol, total calcium, ionized calcium, phosphorus, Ca:P ratio, chlorides, aspartate aminotransferase, γ -glutamyltransferase, alkaline phosphatase and creatine kinase. These results indicate that age affects most of the biochemical parameters analyzed here, while sex exerts little influence, thus suggesting that special

attention should be given to the interpretation of the biochemical serum profiles of yearlings.

Keywords: Postier Breton colts. Serum biochemistry. Growth phase.

1. Introdução

O conhecimento das variações fisiológicas e intervalos de referência específicos são necessários para a adequada interpretação dos resultados hematológicos e bioquímicos séricos dos eqüinos nas diferentes fases da vida, constituindo-se em ferramenta eficaz na avaliação das alterações patológicas nos quadros mórbidos (Harvey et al., 1984).

Estudos têm demonstrado que vários fatores como idade, raça, sexo, manejo, estado fisiológico, atividade física e fatores ambientais podem influenciar nos valores fisiológicos (Ximenes et al., 1984; Sartor et al., 1985; Carlson, 1994), devendo, também, ser consideradas as condições técnicas especiais exigidas para certos constituintes bioquímicos sangüíneos e os valores de referência para cada laboratório de análise clínica (Messer, 1995).

Os parâmetros bioquímicos sangüíneos podem apresentar variações significativas a partir do nascimento até a idade adulta (Messer, 1995), especialmente no primeiro ano de vida, fase de intenso crescimento (Bauer et al., 1984; Harvey et al., 1984; Waelchli et al. 1992; Brommer et al., 2001). Esta fase demanda grande aporte de metabólitos, ficando os animais susceptíveis a alterações no desenvolvimento, no crescimento ósseo e outros transtornos de crescimento, comprometendo a performance produtiva e reprodutiva por toda a vida.

A dinâmica e variação no perfil bioquímico sérico com a evolução da idade em potros de diferentes raças têm sido estudadas por outros pesquisadores (Sato et al., 1978; Bauer et al., 1984; Edwards, 1990; Waelchli et al., 1992; Brommer et al. 2001), mas estudos em Bretão Postier do nascimento até dois anos de idade não foram encontrados na literatura consultada.

O processo de seleção do Bretão Postier, no Brasil, iniciou-se na década de 30, pela Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios em Colina, estado de São Paulo (SP), dando origem a uma linhagem própria e ao maior plantel da raça no país. Por ser um animal de temperamento dócil, rústico, maior força, trabalhando bem em terrenos duros e acidentados como nas terras aradas, tem sido preferido pelos pequenos e médios agricultores para a tração animal, substituindo com maior eficiência os burros, mulas e também o pequeno trator, barateando os custos. Embora pequeno, o plantel brasileiro já é o segundo no mundo.

Sabendo-se da escassez de estudos sobre o perfil bioquímico sérico de potros Bretão Postier em nosso país este estudo foi conduzido com o objetivo de investigar a influência do sexo e da idade nos valores das proteínas, metabólitos, minerais e enzimas séricas nesses animais com até 24 meses de idade.

2. Material e métodos

Utilizaram-se 33 potros da raça Bretão Postier, sendo 15 com idade variando de 9 a 30 dias (14 fêmeas e um macho) e 18 com idade entre 12 e 13 meses (10 fêmeas e 8 machos), criados em regime de pasto na fazenda experimental do Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios da Alta Mogiana em Colina-SP. Os animais foram acompanhados por um período de um ano até atingirem 12 e 24 meses respectivamente. Esses eram avaliados semanalmente pelo veterinário responsável, sendo submetidos a protocolo de vacinação e vermifugações periódicas, de acordo com as faixas etárias.

Realizaram-se em cada animal, cinco coletas de sangue a intervalos de três meses entre as coletas, assim distribuídas: primeira coleta em janeiro/2004, segunda abril/2004, terceira julho/2004, quarta outubro/2004 e a quinta em janeiro/2005. Foram coletados de cada animal 10 mL de sangue por venipuntura da jugular externa em cada coleta em frascos estéreis sem anticoagulante (vacutainer). Após a coagulação, as amostras de sangue foram centrifugadas a 720xg durante cinco minutos, o soro obtido foi transferido em alíquotas para microtubos (tipo eppendorf) e congelados a – 20° C até o momento de serem

transportados ao laboratório. Aproximadamente, 24 horas após a coleta as amostras de soro congeladas foram encaminhadas ao Laboratório Clínico Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia em caixas isotérmicas contendo gelo seco. Imediatamente após a chegada ao laboratório, as amostras de soro congeladas foram armazenadas a $- 80^{\circ}$ C até serem processadas as análises bioquímicas.

Determinaram-se em cada amostra as concentrações séricas de: proteína total - método do biureto; albumina - verde de bromocresol; globulinas - calculadas pela diferença entre a proteína total e a albumina; uréia - enzimático cinético UV; creatinina - picrato alcalino; ácido úrico, colesterol e triglicérides - enzimático Trinder; cálcio total - CPC cresolftaleina complexona; cálcio ionizado - calculado conforme recomendações do fabricante do kit; fósforo inorgânico - fosfomolibdato; magnésio - magon sulfonado; cloretos - tiocianato; alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) - cinético UV-IFCC; γ -glutamilttransferase (GGT) - Szasz modificado; fosfatase alcalina (ALP) - cinético otimizado e creatina quinase (CK) - Okinada modificado. As análises foram processadas colorimetricamente em analisador automático (Cobas Mira, Roche Diag. Incorporation, Bansal, Sweden), utilizando kits comerciais (Labtest Diagnóstica[®], Minas Gerais, Brasil). O analisador automático foi previamente submetido a calibrações em triplicata com soros calibradores específicos calibra 1 e 2 (Labtest Diagnóstica[®], Minas Gerais, Brasil). As concentrações séricas de sódio (Na) e potássio (K) foram determinadas em espectrofotômetro de chamas (Celm FC 180, CELM, São Paulo, Brasil).

Foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2 sexos e 4 idades). Para verificar o efeito da idade sobre os valores dos parâmetros bioquímicos analisados, as amostras de soro foram distribuídas em quatro grupos de acordo com a idade dos animais: grupo I constituído de 43 amostras dos potros com até seis meses de idade; grupo II 45 amostras dos potros entre sete a 12 meses; grupo III 38 amostras dos potros entre 13 e 18 meses e grupo IV 39 amostras dos potros com mais de 18 meses. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para comparação das médias dos parâmetros analisados entre as faixas etárias e entre os sexos, utilizou-se o teste de Tukey com 5% de significância. Todas as análises foram realizadas

utilizando-se o pacote estatístico do SAS (GLM versão 9 1.3, SAS Institute Inc, Cary, NC, 2005).

O estudo foi realizado segundo as normas semiológicas de contenção e exame clínico dos animais e com autorização prévia do proprietário dos animais.

3. Resultados

Os valores médios, desvios padrão e resultados da análise estatística dos parâmetros bioquímicos séricos mensurados nos animais deste estudo, encontram-se nas tabelas 1 e 2.

Comparando os valores dos parâmetros bioquímicos séricos analisados entre machos e fêmeas, observa-se que os valores da AST e CK nas fêmeas foram estatisticamente superiores aos dos machos (Tabela 1).

Com relação às faixas etárias (Tabela 2), observa-se que o valor da proteína total foi significativamente maior nos potros de 13 a 18 meses de idade. A concentração de albumina nos potros com até seis meses e nos de 13 a 18 meses foi superior à dos demais grupos etários. Nos potros com até seis meses de idade, a concentração de globulinas foi significativamente menor. A relação A:G foi significativamente maior até seis meses de idade, com os menores valores sendo observados dos sete a 12 meses e nos potros maiores de 18 meses de idade.

Quanto aos metabólitos, os valores médios da uréia nos potros de sete a 12 meses foram significativamente superiores aos demais grupos. O ácido úrico e colesterol total apresentaram redução significativa nas suas concentrações com o aumento da idade.

Entre os minerais observam-se concentrações significativamente maiores para o cálcio total e ionizado nos animais de 13 a 18 meses, ao passo que nos de sete a 12 meses de idade foram observadas as menores concentrações destes elementos. O valor médio do fósforo inorgânico nos animais até seis meses foi estatisticamente superior ao das demais faixas etárias estudadas. A relação Ca:P nos potros entre 13 e 18 meses foi estatisticamente superior quando comparado aos valores apresentados pelos potros com até 12 meses de idade.

Concentrações estatisticamente menores de cloretos e potássio foram observadas nos animais com até seis meses e nos de 13 a 18 meses de idade.

Entre as enzimas, maior atividade da GGT foi observada nos potros de sete a 12 meses de idade. O valor da AST dos potros de 13 a 18 meses foi superior a dos potros com até 12 meses de idade. Redução gradativa das concentrações da ALP e aumento gradual da CK foi observada com o aumento da idade dos potros durante o período experimental.

4. Discussão e conclusão

Embora existam na literatura estudos sobre perfil bioquímico sérico de eqüinos, estes são na maioria relacionados a animais adultos, não sendo encontrado na literatura consultada trabalhos relacionados a potros Bretão Postier em fase de crescimento, mantidos em regime de pasto.

Os valores da maioria dos parâmetros bioquímicos analisados nos animais deste estudo permaneceram dentro ou próximos dos intervalos citados por Kaneko et al. (1997) e Orsini e Divers (1998). Exceções foram para albumina e o cálcio que apresentaram valores inferiores e as globulinas, triglicérides e cloretos, valores superiores, aos da literatura acima referida. Os triglicérides permaneceram no limite observado por Bauer (1990) e abaixo do valor encontrado por Bugalia e Kumar (1996). Mesmo tendo a CK dos potros deste estudo apresentado valor superior ao citado por Kaneko et al. (1997), permaneceu dentro dos limites relatados por Orsini e Divers (1998). Atribui-se as diferenças observadas entre os valores dos parâmetros bioquímicos séricos dos potros deste estudo e os da literatura confrontada à idade dos animais, diferentes manejos, raças, condições ambientais, variações fisiológicas individuais e diferentes metodologias utilizadas.

A maior atividade sérica das enzimas AST e CK observada nas fêmeas em relação aos machos (Tabela 1) é provavelmente decorrente de danos à musculatura esquelética em alguns animais deste grupo, causado pela administração intramuscular de medicamentos, vacinas, ou até mesmo lesões traumáticas durante o manejo. Isto pode ser confirmado pelo encontro da atividade da CK superior a 396 U/L em 20 (16,70%) fêmeas e 1 (2,22%) macho e da AST acima de 409 U/L em 17 (14,17%) fêmeas e 1 (2,22%) macho, valores

estes considerados limites fisiológicos máximos para potros em crescimento (Orsini e Divers, 1998).

A semelhança observada nos valores da maioria dos parâmetros bioquímicos séricos entre machos e fêmeas, corrobora com Zinkl et al. (1990), Folch et al. (1997) e Caldin et al. (2005), que afirmam existir pouca influência do sexo nestes parâmetros.

Marcante influência da idade foi observada nos valores dos parâmetros bioquímicos séricos neste estudo (Tabela 2). De modo geral, as diferenças relacionadas às faixas etárias, condizem com outros pesquisadores que afirmam ser estas diferenças freqüentes, especialmente no primeiro ano de vida (Bauer et al., 1984; Waelchli et al., 1992; Brommer et al., 2001; Da Cás et al., 2001).

O aumento significativo da proteína total nos potros do grupo III é resultado do aumento simultâneo da albumina e globulinas (Tabela 2). Este achado condiz com Folch et al. (1997), que afirmaram ser freqüente o aumento das proteínas séricas com aumento da idade. A diferença significativa na relação A:G entre as faixas etárias estudadas, ocorreu em conseqüência das variações nas concentrações de albumina e/ou globulinas. A maior concentração de albumina nos potros do grupo I e III é justificada pelo adequado aporte de proteínas e aminoácidos na dieta, uma vez que, além dos animais com até seis meses de idade serem lactentes, as coletas nestes dois grupos de animais foram realizadas durante os meses de janeiro e abril, época em que as pastagens são mais abundantes e de melhor qualidade. O aumento das globulinas séricas observado nos potros com idade superior a seis meses é atribuído, segundo Koterba et al. (1990), ao aumento das gamaglobulinas, ao desenvolvimento da imunidade pelo potro em decorrência de vacinações e contato direto com diferentes patógenos presentes no meio ambiente.

O elevado metabolismo protéico justifica a maior concentração de uréia observada nos potros de sete a 12 meses de idade deste estudo. Nesta faixa etária os potros encontravam-se no período pós-desmama, passando por grandes adaptações, estresse, além de que, esta fase da vida ocorreu durante a época de pastagens fracas em quantidade e qualidade, o que levou o organismo animal utilizar as reservas de proteínas para manutenção das funções orgânicas e crescimento. Estes resultados corroboram com Rumbaugh e Adamson (1983) e

Bauer et al. (1984), que observaram aumento progressivo na concentração de uréia sanguínea em potros entre três e 14 meses de idade.

A maior concentração de ácido úrico e colesterol sérico observada nos potros com até seis meses de idade, está associada à dieta dos animais, que nesta faixa etária é predominantemente a base de leite e à intensa atividade metabólica nesta fase de acelerado crescimento corpóreo. Este achado corrobora com Carlson (1994) que afirma existir aumento do colesterol em animais lactentes. Concentrações significativamente maiores de colesterol sérico foram também observadas por Komarek (1986) em potros de dois a quatro meses de idade, por Bauer et al. (1989) até os nove meses e Waelchli et al. (1992) até nove semanas de idade.

As menores concentrações de cálcio total e cálcio ionizado nos potros do grupo II são decorrentes da demanda do mineral para suprir as necessidades do crescimento ósseo, associado ao período pós-desmama como também à baixa disponibilidade nas pastagens, geralmente de péssima qualidade durante o período da seca. Sabe-se que durante o primeiro ano de vida o crescimento do esqueleto é prioritário, período no qual o potro consegue obter 65% do peso e 90% de sua altura definitiva (Saastamoinen, 1996) sendo, portanto, alta a necessidade de cálcio.

O incremento observado na concentração de fósforo nos potros com até seis meses de idade é conseqüência da ação anabólica do hormônio do crescimento (GH) e do maior aporte deste elemento na dieta, uma vez que durante esta fase da vida, os potros recebem uma dieta constituída em grande parte por leite o qual é rico em fósforo, apresentando uma relação Ca:P de 1:1. Meyer e Harvey (1998) afirmam ser a maior concentração sérica de fósforo observada nos eqüinos jovens, em grande parte devido à intensa ação do GH. Para Zinkl et al. (1990), a redução na concentração do fósforo sérico em jumentos com o aumento da idade é, provavelmente, devido à redução do metabolismo ósseo. As variações e diferenças observadas nos valores da relação Ca:P foram em decorrência, da redução nas concentrações do fósforo sérico com o aumento da idade.

A hipótese para as menores concentrações de cloretos e potássio observadas nos potros do grupo I e III é a menor disponibilidade dos elementos

nas gramíneas com elevado teor de água durante a estação de elevado índice pluviométrico e à grande perda pela sudorese durante os períodos quentes do ano.

Atribui-se a maior atividade sérica da GGT observada nos potros de sete a doze meses de idade, à presença neste grupo de três animais apresentando concentrações séricas da enzima acima dos valores considerados fisiológicos para a espécie, o que caracteriza a presença de uma lesão hepática aguda ou colangite transitória, uma vez que os valores retornaram aos limites fisiológicos na coleta posterior. A GGT é uma enzima de indução, uma lesão hepática aguda é suficiente para causar elevação imediata de sua atividade sérica devido a liberação de fragmentos da membrana contendo a enzima (Thrall et al., 2004). Segundo estes pesquisadores a maior parte da GGT sérica é oriunda do fígado. Este achado contradiz os de Franciscato et al. (2006), que não observaram diferença nos valores da enzima entre potros de seis a doze meses de idade comparados aos adultos.

As razões para a maior atividade da AST sérica observada nos potros de 13 a 18 meses e o aumento gradual dos valores da CK com o decorrer do período experimental, são as variações fisiológicas decorrentes do aumento de massa muscular e atividade física. Segundo Bauer et al. (1984), o aumento da AST sérica está relacionado à maior atividade muscular dos potros devido aos exercícios mais intensos com o evoluir da idade.

A maior atividade sérica da fosfatase alcalina nos potros deste estudo com até seis meses de idade e a redução gradativa com o aumento da idade é justificada pela atividade osteoblástica e liberação de grande quantidade de isoenzimas ósseas, devido ao intenso crescimento ósseo observado durante esta fase da vida do animal. Bugalia e Kumar (1996), afirmaram ser o aumento significativo na atividade desta enzima entre a 4^a e 12^a semana de vida, reflexo da intensa atividade osteoblástica e acelerado metabolismo de carboidratos durante o período pré-puberal. Redução dos valores da fosfatase alcalina com o aumento da idade foi também observada por Sato et al. (1978) em potros Puro Sangue Inglês (PSI) do nascimento até 180 dias de idade; por Komarek (1986) em potros de um a 12 meses e Caldin et al. (2005) em jumentos com até três anos de idade.

Conclui-se existir influência da idade nos valores da maioria dos parâmetros bioquímicos séricos em potros Bretão Postier em fase de crescimento, especialmente nos animais com até um ano de idade, em consequência do crescimento e processo de diferenciação celular específico de animais jovens. O sexo exerce pouca influência no perfil bioquímico sérico de potros Bretão Postier em crescimento. Sugere-se que os resultados deste estudo podem contribuir com clínicos e patologistas clínicos veterinários na interpretação da bioquímica clínica de potros em fase de crescimento, bem como na obtenção dos valores de referência regional.

Referências

- Bauer, J.E., 1990. Normal blood chemistry. In: Koterba, A. M., Drummond, W. H., Kosch, P.C. *Equine Clinical Neonatology*. Lea and Febiger, Philadelphia, pp. 602-614.
- Bauer, J.E., Asquith, R.L., Kivipelto, J. 1989. Serum biochemical indicators of liver function in neonatal foals. *American Journal of Veterinary Research* 50, 2037-2041.
- Bauer, J.E., Harvey, J.W.; Asquith, R.L.; McNulty, P.K.; Kivipelto, J., 1984. Clinical chemistry reference values of foals during the first year of life. *Equine Veterinary Journal* 16, 361-363.
- Brommer, H., Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M.M., Kessels, B., 2001. Haematological and blood foals managed under three different rearing conditions from birth to 5 months of age. *Veterinary Quarterly* 23, 92-95.
- Bugalia, N.S., Kumar, D., 1996. Levels of biochemical, mineral and enzyme constituents in blood of male foals (*Equus caballus*). *Indian Veterinary Journal* 73, 633-636.
- Caldin, M., Furlanello, T., Solano-Gallego, L., De Lorenzi, D., Carli, E., Tasca, S., Lubs, G. 2005. Reference ranges for haematology, biochemical profile and electrophoresis in a single herd of Ragusana donkeys from Sicily (Italy). *Comparative Clinical Pathology* 14, 5-12.
- Carlson, G.P., 1994. Testes de química clínica. In: Smith, B. *Tratado de medicina interna de grandes animais*, v. 1. Manole, São Paulo, pp. 395-423.
- Da Cás, E.L., Brass, K.E., Greig, C.R., Deprá, N.M., Silva, C.A.M., 2001. Concentrações de creatina quinase, aspartato aminotransferase e desidrogenase láctica em potros do nascimento até os seis meses de idade. *Ciência Rural* 31, 1003-1006.

- Edwards, D.J., 1990. Indices of renal function: values in eight normal foals from birth to 56 days. *Australian Veterinary Journal* 67, 251-254.
- Folch, P., Jordana, J., Cuenca, R. 1997. Reference ranges and the influence of age and sex on haematological values of the endangered Catalanian donkey. *Veterinary Journal* 154, 163-168.
- Franciscato, C., Lopes, S. T. A., Veiga, A. P.M.; Martins, D. B., Emanuelli, M. P., Oliveira, L. S. S. 2006. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos crioulos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41, 1561-1565.
- Harvey, R.B., Hambright, M.B., Rowe, L.D., 1984. Clinical biochemical and hematological values of the American miniature horse: reference values. *American Journal of Veterinary Research* 45, 987-990.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L., 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th ed. Academic Press, San Diego. 932p.
- Komarek, J., 1986. Biochemical reference values of the blood of foals and their significance in monitoring their health. *Veterinarstvi* 36, 502-504.
- Koterba, A.M., Drummond, W.H., Kosch, P.C., 1990. *Equine clinical neonatology*. Williams and Wilkins, Baltimore. 846p.
- Messer, N.T., 1995. The use of laboratory tests in equine practice. *Veterinary clinics of North America: Equine practice* 11, 345-350.
- Meyer, J.D., Harvey, J.W., 1998. *Veterinary laboratory medicine: Interpretation and Diagnosis*, 2nd ed. Saunders, Philadelphia. 373p.
- Orsini, J.A., Divers, T.J., 1998. *Manual of equine emergencies. Treatment and procedures*. 1998. Saunders, Philadelphia, pp. 686-694.

- Rumbaugh, G.E., Adamson, P.J.W., 1983. Automated serum chemical analysis in the foal. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 183, 769-772.
- Saastamoinen, M.T., 1996. Serum urea and protein concentrations and growing rates of weaning foals. *Pferdeheilkunde* 12, 323-325.
- Sato, T., Oda, K., Kubo, M., 1978. Hematological and biochemical values of Thoroughbred foals in the first six months of life. *Cornell Veterinary* 69, 3-19.
- Sartor, F.I., Jacobson, R.G.S., Kohayagawa, A., Machado, M.A., Curi, P.S. 1985. Determinações bioquímicas de fosfatase alcalina, aspartato aminotransferase, alanino aminotransferase, proteínas totais, albumina, bilirrubina total e direta no soro de eqüinos da raça quarto de milha. *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 37, 229-239.
- Statistical Analysis System, 2005. User's Guide. 9 1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Thrall, M. A., Baker, D.C., Campbell, T. W., DeNicola, D., Fettman, M. J., Lassen, E.D., Debar, A., Weiser, G. 2004. *Veterinary hematology and clinical chemistry*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. 518p.
- Ximenes, L.A., Pintori, G., Coda, S., Cubeddu, G. M., Puddu, P., 1984. Indagine u costante ematochimiche di equine anglo-arabo-sarde. *La Clinica Veterinaria*, 107, 49-51.
- Waelchli, R.O., Lutz, H., Hermann, M., Eggenberger, E., 1992. Klinisch-chemische blutparameter beim fohlen in den ersten zwei lebensmonaten. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde* 134, 471-482.

Zinkl, J.G., Mae, D., Merida, P.G., Farver, T.B., Humble, J.A., 1990. Reference ranges and the influence of age and sex on hematologic and serum biochemical values in donkeys (*Equus asinus*). American Journal of Veterinary Research 51, 408-413.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão (DP) dos parâmetros bioquímicos séricos de potros Bretão Postier em crescimento

Parâmetro bioquímico		Machos (n=45)	Fêmeas (n=120)	Macho/fêmea (n=165)
		Média± DP	Média ± DP	Média ± DP
Proteínas totais	g/dL	7,21±0,85a	7,47±1,11a	7,40±1,05
Albumina	g/dL	2,18±0,41a	2,31±0,46a	2,28±0,44
Globulinas	g/dL	5,02±0,87a	5,16±0,89a	5,12±0,89
Relação A:G		0,45±0,12a	0,46±0,11a	0,45±0,11
Uréia	mg/dL	32,87±8,07a	29,58±7,55a	30,47±6,83
Creatinina	mg/dL	1,27±0,26a	1,29±0,31a	1,29±0,29
Ácido úrico	mg/dL	1,01±0,54a	0,89±0,42a	0,92±0,45
Colesterol total	mg/dL	105,84±31,84a	106,33±33,69a	106,20±33,10
Triglicérides	mg/dL	62,09±33,27a	59,29±32,00a	60,05±32,27
Cálcio total	mg/dL	9,04±1,58a	9,46±2,06a	9,34±1,95
Cálcio ionizado	mg/dL	5,57±0,79a	5,65±1,01a	5,63±0,98
Fósforo	mg/dL	4,92±0,70a	4,83±0,62a	4,86±0,64
Relação Ca:P		1,87±0,42a	1,97±0,47a	1,94±0,46
Magnésio	mg/dL	2,63±0,91a	2,80±0,89a	2,76±0,90
Cloretos	mEq/L	113,04±20,25a	111,69±20,04a	112,06±0,05
Sódio	mEq/L	138,49±11,38a	137,07±10,40a	137,45±10,66
Potássio	mEq/L	4,18±0,45a	4,22±0,52a	4,21±0,50
ALT	U/L	14,93±11,42a	16,52±9,29a	16,08±9,90
AST	U/L	238,29±56,16b	315,26±147,38a	294,14±133,28
GGT	U/L	18,73±17,63a	17,73±18,37a	17,85±15,11
Fosfatase alcalina	U/L	357,00±122,52a	343,03±132,50a	346,33±129,65
CK	U/L	182,93±70,27b	273,13±141,30a	248,38±131,97

(a,b) Médias nas linhas seguidas de letras diferentes, são estatisticamente diferentes ($p<0,05$), n = número de amostras.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão (DP) dos parâmetros bioquímicos séricos de potros Bretão Postier, de acordo com a faixa etária.

Parâmetro bioquímico		Grupo I (n=43)	Grupo II (n=45)	Grupo III (n=38)	Grupo IV (n=39)
		(até 6 meses)	(7 a 12 meses)	(13 a 18 meses)	(> 18 meses)
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Proteínas totais	g/dL	7,15 ± 1,25b	7,23 ± 0,65b	8,00 ± 1,19a	7,29 ± 0,84b
Albumina	g/dL	2,49 ± 0,36a	2,04 ± 0,31b	2,53 ± 0,48a	2,07 ± 0,40b
Globulinas	g/dL	4,66 ± 0,98b	5,19 ± 0,61a	5,47 ± 1,02a	5,21 ± 0,72a
Relação A:G		0,54 ± 0,09a	0,40 ± 0,08c	0,47 ± 0,11b	0,40 ± 0,09c
Uréia	mg/dL	28,09 ± 6,64b	35,76 ± 6,49a	29,95 ± 5,54b	27,51 ± 5,05b
Creatinina	mg/dL	1,20 ± 0,33a	1,36 ± 0,21a	1,32 ± 0,28a	1,26 ± 0,32a
Ácido úrico	mg/dL	1,25 ± 0,58a	0,88 ± 0,28b	0,89 ± 0,40b	0,64 ± 0,26c
Colesterol total	mg/dL	132,77 ± 38,53a	93,58 ± 15,00bc	109,58 ± 33,04b	88,18 ± 20,79c
Triglicérides	mg/dL	59,07 ± 33,81a	60,82 ± 28,88a	64,18 ± 41,38a	56,23 ± 23,74a
Cálcio total	mg/dL	9,87 ± 2,09ab	8,34 ± 1,07c	10,34 ± 2,30a	8,94 ± 1,54bc
Cálcio ionizado	mg/dL	5,87 ± 1,05ab	5,21 ± 0,62c	6,04 ± 0,98a	5,44 ± 0,94bc
Fósforo	mg/dL	5,32 ± 0,50a	4,80 ± 0,59b	4,74 ± 0,60b	4,53 ± 0,63b
Relação Ca:P		1,87 ± 0,47b	1,77 ± 0,34b	2,19 ± 0,46a	1,99 ± 0,47ab
Magnésio	mg/dL	2,56 ± 1,09a	2,56 ± 0,65a	3,04 ± 0,98a	2,91 ± 0,72a
Cloretos	mEq/L	103,05 ± 19,55b	121,24 ± 16,86a	103,42 ± 18,65b	119,82 ± 17,79a
Sódio	mEq/L	140,98 ± 14,19a	137,29 ± 7,14a	134,84 ± 10,54a	136,31 ± 8,86a
Potássio	mEq/L	4,04 ± 0,41b	4,27 ± 0,43ab	4,03 ± 0,50b	4,51 ± 0,54a
ALT	U/L	19,37 ± 10,33a	14,20 ± 8,38a	19,00 ± 10,54a	15,26 ± 10,68a
AST	U/L	251,44 ± 43,02b	256,02 ± 84,57b	363,74 ± 192,96a	318,00 ± 144,81ab
GGT	U/L	12,70 ± 4,33b	26,39 ± 22,77a	16,08 ± 7,42b	15,62 ± 14,01b
Fosfatase alcalina	U/L	473,95 ± 130,53a	312,22 ± 66,17bc	331,00 ± 129,49b	259,90 ± 67,89c
CK	U/L	146,37 ± 57,65c	242,73 ± 94,05b	283,63 ± 161,97ab	335,26 ± 122,65a

(a,b,c) Médias nas linhas seguidas de letras diferentes, são estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), n = número de amostras.

Influência da idade e sexo no perfil bioquímico sérico de cães Doberman em fase de crescimento

Influence of age and sex on the serum biochemical profile of Doberman dogs in the growth phase

Antonio Vicente Mundim¹, Aline Oliveira Coelho¹, Sirlei Manzan Hortêncio², Ednaldo Carvalho Guimarães³, Foued Salmen Espindola⁴

1. Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia. Av. Pará – 1720, Campus Umuarama, Bloco 2T, 38400.902. Uberlândia-MG, Brasil.
2. Centro de Diagnóstico Veterinário – Uberlândia- MG, Brasil
3. Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil
4. Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil.

(Artigo publicado na revista **Comparative Clinical Pathology**, v. 16, n. 1, p. 41-46, 2007 - DOI: 10.107/s00580-006-653-z).

Resumo

Para avaliar as variações fisiológicas, influência do sexo e idade no perfil bioquímico sérico de cães, analisaram-se 132 amostras de sangue de 44 cães Doberman recém-desmamados e adultos jovens, com idade entre dois e 36 meses, procedentes de um canil particular. As análises foram processadas colorimetricamente em analisador automático, utilizando kits comerciais. Os valores médios dos parâmetros bioquímicos séricos analisados permaneceram em sua maioria dentro dos intervalos fisiológicos. As diferenças encontradas foram para albumina que apresentou valores superiores e os cloretos valores inferiores aos da literatura confrontados. Isto sugere o bom estado de saúde dos animais. Diferença significativa entre as faixas etárias foi observada nas concentrações séricas de proteína total, albumina, globulinas, relação A/G, uréia, creatinina, colesterol, cálcio total, cálcio ionizado, fósforo, ferro, alanina aminotransferase (ALT) e fosfatase alcalina (ALP). Com relação ao sexo, o valor do fósforo foi maior nos machos e da relação Ca/P maior nas fêmeas. Infere-se existir influência da idade em vários parâmetros bioquímicos séricos de cães da raça Doberman jovens, em especial com até 6 meses de idade e o sexo influencia apenas na concentração sérica de fósforo e na relação Ca/P.

Palavras chave: Perfil bioquímico sérico, cães, Doberman.

Abstract

The physiological variations and the influence of sex and age on the serum biochemical profile of dogs were evaluated based on an analysis of 132 blood specimens from 44 newly weaned and young adult Doberman dogs, ranging in age from 2 to 36 months, from a private kennel. The analyses were processed colorimetrically in an automatic analyzer using commercial kits. The mean values of the serum biochemical parameters analyzed here remained mostly within the physiological reference intervals. The only differences were albumin, which showed higher values and chloride with lower values than those reported in the

literature, suggesting that the animals were in good health. The age brackets showed significant differences in serum concentrations of total protein, albumin, globulins, albumin/globulins (A/G) ratio, urea, creatinine, cholesterol, total calcium, ionized calcium, phosphorus, iron, alanine aminotransferase (ALT) and alkaline phosphatase (ALP). In terms of sex-related differences, phosphorus was higher in males and the calcium/phosphorus (Ca/P) ratio was higher in females. Age appeared to influence several serum biochemical parameters in young Doberman dogs, especially up to 6 months of age, while sex influenced only the serum phosphorus concentration and the Ca/P ratio.

Keywords: Serum biochemical profile. Dogs. Doberman.

Introdução

Os perfis bioquímicos plasmáticos e/ou séricos têm sido extensivamente utilizados em Medicina Veterinária na avaliação clínica e metabólica tanto em animais individualmente como em grupos ou rebanhos. Quando processados e corretamente interpretados, fornecem relevantes informações sobre a condição clínica, estado nutricional do animal, bem como, para prescrição, monitoramento de um protocolo terapêutico específico e estabelecimento do prognóstico (Payne e Payne 1987). Sua utilização na clínica de pequenos animais tem aumentado em virtude da maior disponibilidade de laboratórios para sua realização, praticidade e pelo grande valor na prática clínica.

O desenvolvimento corporal do cão resulta da interação de influências genéticas, ambientais e nutricionais. A nutrição é de fundamental importância para evitar manifestação das doenças do esqueleto nas raças de grande porte em fase de crescimento (Case et al. 2000). Nesta fase da vida o animal deve receber uma alimentação balanceada, a qual fornecerá componentes necessários para suprimento de energia, nos processos de crescimento ou reparação de tecidos e também no fornecimento de substâncias que regulam as atividades metabólicas (Simpson et al. 1993).

Cães em fase de crescimento apresentam características fisiológicas e necessidades nutricionais especiais, necessitando ingerir duas vezes mais calorias por unidade de peso corporal, comparados aos cães adultos (Case et al. 2000). Fase esta que se inicia no nascimento do animal e tem uma duração média de 8 a 18 meses, podendo chegar a 24 meses nos animais de raça gigante como o São Bernardo.

Está comprovado que o consumo excessivo de energia, deficiências de minerais, vitaminas e hormônios durante a fase de crescimento, podem causar vários efeitos negativos no desenvolvimento esquelético do cão que resultará em anomalias ósseas em cães de grande porte e gigantes (Tryfonidou et al. 2003).

As raças de grande porte como o Pastor alemão e Doberman são propensas aos distúrbios do crescimento do esqueleto quando comparados aos de raça de pequeno porte (Castillo et al. 1997; Tryfonidou et al. 2003), distúrbios estes que podem ser diagnosticados e tratados antes mesmo do aparecimento de lesões irreversíveis, pela análise do perfil bioquímico sérico do animal.

Vários fatores podem influenciar nos valores fisiológicos dos marcadores bioquímicos séricos, entre eles sexo, idade, raça, alimentação, atividade muscular, condições ambientais, gestação, puerpério, lactação e fase do ciclo estral (Lowseth et al. 1990; Downs et al. 1994). Outros fatores como local e sistema de coleta da amostra de sangue, metodologia, analisadores bioquímicos, reagentes utilizados no processamento das análises podem, também, influenciar nos resultados finais (Almagor e Lavid-Levy 2001).

Estudo do perfil bioquímico sérico tem sido realizado em cães mestiços e das raças Pastor Alemão, Beagle, Boxer, Dálmata, Collie, entre outros (Lowseth et al. 1990; Altunok et al. 2001; González et al. 2001). Embora seja uma raça difundida, informações sobre as variações dos constituintes bioquímicos sanguíneos em cães da raça Doberman são escassos, principalmente em animais na fase de crescimento, destacando-se o estudo de Castillo et al. (1997).

Objetivou-se com o presente estudo verificar as variações fisiológicas, o efeito do sexo e da idade no perfil bioquímico sérico de cães da raça Doberman com idade entre dois a 36 meses.

Materiais e métodos

Este estudo foi realizado em 132 amostras de sangue coletadas de 44 cães da raça Doberman (30 fêmeas e 14 machos), com pedigree, idades entre dois e 36 meses, procedentes de um canil da cidade de Uberlândia-MG. Realizou-se em cada animal três coletas de sangue com intervalos de quatro meses entre coletas.

Os animais foram avaliados semanalmente pelo veterinário responsável, submetidos a rigoroso protocolo de vacinação e vermifugação, alimentados com ração Premium (Royal Canin®) específica para cada faixa etária. Em cada coleta, sempre no período da manhã (entre 8 h e 9 h), após jejum de 12 horas, foram coletados de cada animal 4 mL de sangue por venipuntura da cefálica e/ou radial, em seringas descartáveis. Imediatamente após a coleta, as amostras de sangue foram transferidas para tubos sem anticoagulante e encaminhadas ao Laboratório Clínico da Faculdade de Medicina Veterinária, onde foram processadas.

No laboratório as amostras de sangue foram centrifugadas a 720xg durante cinco minutos, os soros obtidos foram transferidos em alíquotas para microtubos (tipo eppendorf) mantidos sob refrigeração (-20°C) por 24 a 72 horas, até o processamento das análises bioquímicas. Determinou-se em cada amostra as concentrações séricas de proteínas totais (método biureto), albumina (método verde de bromocresol), uréia (método urease cinético UV), creatinina (método Heinegard e Triderstram's modificado), ácido úrico (método uricase Trinder), colesterol (método enzimático Trinder), triglicérides (método enzimático Trinder), cálcio total (método CPC cresoltaleína-complexona), cálcio ionizado (calculado conforme recomendações do fabricante do kit), fósforo (método fosfomolibdato), ferro (método Godwin modificado), magnésio (método azul de xilidina), cloretos (método tiocianato), alanina aminotransferase (método cinético UV IFCC), aspartato aminotransferase (método cinético UV IFCC), γ -glutamilttransferase (método Szasz modificado) e fosfatase alcalina (método Cinético otimizado), colorimetricamente em analisador automático Cobas Mira (Roche Diag. Syst. Corporation, Basel Switzerland), à temperatura de 37° C, utilizando kits comerciais (Labtest Diagnóstica®, Lagoa Santa–MG). Os valores das globulinas foram calculados pela diferença entre as concentrações de proteínas totais e albumina. As concentrações séricas de sódio e potássio foram determinadas em fotômetro de chama (Celm FC 180, Celm, Barueri, SP, Brasil).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial (2 sexos e 4 idades). Para verificar o efeito da idade sobre os valores dos parâmetros bioquímicos analisados, as amostras de soro foram distribuídas em quatro grupos de acordo com a idade dos animais: grupo I, constituído de 36 amostras de cães com até 6 meses de idade; grupo II, 30 amostras de cães entre sete a 12 meses; grupo III, 30 amostras de cães entre 13 e 24 meses e grupo IV, 36 amostras de cães acima de 24 meses. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, para comparação das médias dos parâmetros analisados entre as faixas etárias e entre os sexos, utilizou-se o teste de Tukey com 5% de significância, utilizando-se o pacote estatístico do SAS (2005).

Resultados

Os valores das médias, desvios padrão, valores mínimos e máximos, resultados da análise estatística dos parâmetros bioquímicos séricos analisados encontram-se nas tabelas 1, 2 e 3. A tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros bioquímicos séricos dos animais em função da idade e sexo. Observa-se que os mesmos permaneceram dentro dos limites considerados fisiológicos para a espécie quando comparados com os valores de referência. A exceção foram os valores da albumina e triglicérides que apresentaram superiores e dos cloretos inferiores aos de referência.

Comparados os valores dos parâmetros bioquímicos séricos analisados entre machos e fêmeas, observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) apenas nas concentrações de fósforo, as quais foram mais elevadas nos cães machos e na relação Ca/P, maior nas fêmeas (Tabela 2).

Confrontados os valores dos parâmetros bioquímicos séricos entre as faixas etárias estudadas (Tabela 3), observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) nos valores das proteínas totais, albumina, globulinas, relação A:G, uréia, creatinina, colesterol, cálcio total, cálcio ionizado, fósforo, ferro, relação Ca/P, ALT e fosfatase alcalina.

Interação positiva significativa do sexo e idade foi observada somente para a creatinina sérica ($P < 0,05$).

Discussão

Embora existam na literatura estudos sobre perfil bioquímico sérico na espécie canina, estes são na sua maioria relacionados à raça Beagle, sendo escassos os resultados obtidos com cães da raça Doberman. Neste estudo avaliou-se o perfil bioquímico sérico de cães da raça Doberman de dois a 36 meses de idade, submetidos a semelhante manejo sanitário e nutricional.

As diferenças observadas nos valores da albumina, triglicérides e cloretos quando comparados aos valores de referência (Kaneko et al. 1997), podem ser atribuídas a vários fatores. Entre estes destacam-se as variações fisiológicas individuais, raças, faixas etárias estudadas, alimentação, manejo, fatores ambientais e diferentes metodologias empregadas pelos pesquisadores. No entanto, a concentração de triglicérides permaneceu na faixa de valores observada por Strasser et al. (1993) e Takeguchi et al. (2005).

A diferença significativa ($P < 0,05$) observada nas concentrações de fósforo entre os sexos, corrobora com os achados de Matsuzawa et al. (1993), que encontraram níveis de fósforo sérico mais elevado nos cães machos. A menor concentração sérica de fósforo e a maior relação Ca/P observada nas fêmeas deste estudo podem ser atribuída a maior utilização de fósforo pelas fêmeas durante o período de gestação e/ou lactação.

A semelhança entre os valores da maioria dos parâmetros bioquímicos séricos analisados em nosso estudo entre machos e fêmeas, corrobora com outros pesquisadores (Castillo et al. 1997; Altunok et al. 2001), que também não verificaram influência do sexo sobre os elementos bioquímicos sanguíneos por eles avaliados. Por outro lado, Fukuda et al. (1989) observaram influência do sexo nos valores de proteína total, creatinina, AST, ALT e fosfatase alcalina.

Com relação à faixa etária, as diferenças significativas ($P < 0,05$) observadas nos parâmetros bioquímicos séricos dos animais deste estudo entre as faixas estudadas, corroboram com Fukuda et al. (1989) e Castillo et al. (1997), que observaram influência da idade nos valores de proteínas totais, creatinina e fosfatase alcalina. Condiz com Matsuzawa et al. (1993), que encontraram nos cães estudados, aumento progressivo das proteínas totais até 32 meses de idade, do nitrogênio uréico sérico (NUS) nos cães de seis a 12 meses e redução do

fósforo e fosfatase alcalina com o aumento da idade. Em estudo mais recente, Chuang et al. (2001) observaram menores concentrações de proteínas totais e albumina séricas em cães jovens comparados aos adultos.

O aumento nas concentrações séricas de proteínas totais e globulinas nos animais com idade superior a sete meses, provavelmente seja devido em parte ao aumento das gamaglobulinas induzido por vacinações e contato direto com microorganismos do meio ambiente. O menor valor da albumina nos animais deste estudo com idade inferior a seis meses é justificado pela maior demanda desta proteína durante esta fase de intenso crescimento. Segundo Castillo et al. (1997) a fase compreendida entre o nascimento e cinco meses de idade é uma fase de requerimento nutricional intenso. Os dados mostram ser a redução da relação A/G nos animais acima de 24 meses consequência do maior valor das globulinas observado nesta faixa etária.

Postula-se ser o maior valor da uréia sérica observado nos animais com idade entre sete e doze meses, em decorrência do elevado metabolismo protéico, por se tratar de animais ainda em fase de crescimento. Este achado reforça os de Matsuzawa et al. (1993), que encontraram aumento do nitrogênio uréico sérico (NUS) em animais entre seis e doze meses de idade. Para Ikeuchi et al. (1991) os níveis de NUS são afetados pelo conteúdo protéico da dieta.

O menor volume da massa muscular nos animais com até seis meses de idade comparados aos demais, pode ser responsável pelo menor valor da creatinina sérica observado nestes animais. Achados semelhantes aos observados por Fukuda et al. (1989) e Castilho et al. (1997).

A diferença e maior concentração de colesterol sérico observada nos animais com até um ano de idade pode ser atribuída ao hipotireoidismo subclínico, freqüente em cães durante a fase de crescimento, decorrente do maior consumo dos hormônios tireoidianos (T3 e T4) na osteogênese (Nieponmiszce 1993), e na síntese e liberação de mediadores do hormônio do crescimento (GH). Em consequência disto, ocorre redução na degradação de lipídios no sangue, na excreção dos ácidos biliares e aumento do colesterol sérico (Jeusette et al. 2004).

Valores mais elevados para o cálcio total e fósforo em cães com idade inferior a seis meses, também, foram observados por outros pesquisadores

(Wolford et al. 1988; Ikeuchi et al. 1991; Swanson et al. 2004). Nesta faixa etária a ação do GH e a osteossíntese é máxima, com formação dos núcleos de ossificação, crescimento longitudinal e maturação óssea, refletindo assim altos níveis fisiológicos destes marcadores bioquímicos séricos (Castillo et al. 1997).

O menor valor do ferro sérico observado nos animais até seis meses, pode ser explicado pelo reduzido aporte na dieta e elevada demanda pelo organismo animal, em decorrência do rápido crescimento (Smith 1989).

A maior atividade sérica da ALT verificada nos animais acima de seis meses de idade em nosso estudo, reforça os achados de Wolford et al. (1988) e Harper et al. (2003), que detectaram menor atividade sérica da enzima em cães com até três meses e entre 3,1 e oito semanas de idade, respectivamente. Esta maior atividade da ALT a partir dos seis meses de idade é devida às variações fisiológicas relacionadas à idade, ação hormonal, estágios reprodutivos (gestação, lactação), além da presença no grupo de 21 animais com idade acima de sete meses apresentando valores da enzima acima dos limites fisiológicos, sugestivos de alguma desordem hepática primária e distúrbios metabólicos clinicamente não perceptíveis.

A redução da atividade da fosfatase alcalina sérica nos animais deste estudo com o aumento da idade, conforme também observado por Wolford et al. (1988), Ikeuchi et al. (1991) e Castillo et al. (1997), reforçam a afirmação de ser a atividade sérica desta enzima fisiologicamente mais elevada nos animais jovens, diminuindo significativamente nos animais adultos devido o fechamento das epífises ósseas e redução do crescimento (Van Hoof et al. 1990; Kaneko et al. 1997; Itoh et al. 2002).

Com base nos resultados, pode-se inferir existir influência da idade nos valores de vários parâmetros bioquímicos séricos de cães da raça Doberman, em especial nos animais com até seis meses de idade, influência esta que deve ser considerada quando da análise e interpretação dos resultados. Quanto ao sexo sua influência foi observada apenas na concentração sérica de fósforo e na relação Ca/P. Portanto, os resultados obtidos irão servir para orientar clínicos e patologistas clínicos veterinários na interpretação dos resultados da bioquímica

clínica em cães jovens em fase de crescimento e contribuir em futuros estudos com cães da raça Doberman.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Sr. Alfredo Júlio Rezende proprietário do Canil Evita, pela liberação dos animais para a coleta das amostras de sangue utilizadas para realização deste estudo e ao técnico em laboratório Sebastião Firmiano de Araújo pelo auxílio no processamento das análises bioquímicas.

Referências

- Almagor M, Lavid-Levy O (2001) Effects of blood-collection systems and tubes on hematologic, chemical and coagulation tests and on plasma hemoglobin. *Clin Chem* 47:794-795
- Altunok V, Maen M, Nizamlioglu M et al (2001) Some of the frequently used biochemical values of serum and plasma in three different populations of Anatolian Shepherd dog. *Revue Méd Vét* 152:261-264
- Case LP, Carey DP, Hirakawa DA, Daristotle L (2000) *Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals*. 2th ed. Mosby, St Luois, MO, USA
- Castillo V, Marquez A, Rodríguez M, Lalia J (1997) Parámetros bioquímico-endocrinos de utilidad en la etapa del crecimiento y desarrollo del Ovejero Alemán, Doberman y Gran Danés. *Arch Med Vet* 29:105-111
- Chuang ST, Fung HP, Chang LTC, Lai FJ, Liu PC (2001) The serum protein and its electrophoretic profile of young Formosan dogs. *J Chin Soc Vet Sci* 27:262-272
- Downs LG, Zani V, Wills JM, Crispin SM, Bolton CH (1994) Changes in plasma lipoprotein during the oestrous cycle of the bitch. *Res Vet Sci* 56:82-88
- Fukuda S, Kawashima N, Iida H, Aoki J, Tokita K (1989) Age dependency of hematological values and concentrations of serum biochemical constituents in normal Beagles from 1 to 14 years of age. *Jap J Vet Sci* 51: 636-641
- González FHD, Carvalho V, Möller VA, Duarte F R (2001) Perfil bioquímico sangüíneo de cães e gatos na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Arq Fac Vet UFRGS* 29:1-6

- Harper JE, Hackett RM, Wilkinson J, Heaton PR (2003) Age-related variations in hematologic and plasma biochemical test results in Beagles and Labrador retrievers. *J Am Vet Med Assoc* 223:1436-1442
- Ikeuchi J, Yoshizaki T, Hirata M (1991) Plasma biochemistry values of young Beagles dogs. *J Toxicol Sci Jpn* 16:49-59
- Itoh H, Kakuta T, Genda G, Sakonju I, Takase K (2002) Canine serum alkaline phosphatase isoenzymes detected by polyacrilamide gel disk electrophoresis. *J Vet Med Sci* 64:35-39
- Jeusette I, Istasse L, Diez M (2004) Métabolisme lipidique et hyperlipémies chez le chien. *Ann Méd Vét* 148:79-89
- Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML (Eds.) (1997) *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th ed. Academic Press, San Diego USA
- Lowseth LA, Gillett NA, Gerlach RF, Muggenburg BA (1990) The effects of aging on hematology and serum chemistry values in the Beagle dog. *Vet Clin Pathol* 19:13-19
- Matsuzawa T, Nomura M, Unno T (1993) Clinical pathology reference ranges of laboratory animals. *J Vet Med Sci* 55:351-362
- Nieponmiszce H (1993) Estudios interdisciplinarios de las enfermedades tiroideas. *Rev Arg End Metabolisme* 30:6-7
- Payne JM, Payne S (1987) *The metabolic profile test*. Oxford University Press, Oxford UK
- Statistical Analysis System (2005) *User's Guide*. 9 1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC.

- Simpson JW, Anderson RS, Markwell PJ (1993) Clinical nutrition of the dog and cat. Blackwell Scientific Publications, London UK
- Smith JE (1989) Iron metabolism and its diseases. In: Kaneko JJ Clinical biochemistry of domestic animals. 4th ed Academic Press, San Diego USA p. 256- 273
- Strasser A, Niedermüller H, Hofecker G, Laber, G (1993) The effect of aging on laboratory values in dogs. J Vet Med Series A 40:720-730
- Swanson KS, Kuzmuk KN, Schook LB, Fahey-Junior GC (2004) Diet affects nutrient digestibility, hematology, and serum chemistry of senior and weanling dogs. J Anim Sci 82: 1713-1724
- Takeguchi A, Urabe S, Tanaka A, Sako T, Washizu T, Morinaga N, Kimura N, Arai T (2005) Activities of enzymes in some types of peripheral leucocytes may reflect the differences in nutrient metabolism between dogs and cats. Res Vet Sci 78:21-24
- Tryfonidou MA, Holl MS, Vastenburg M, Oosterlaken-Dijksterhuis MA, Birkenhäger-Frenkel DH, van den Brom WE, Hazewinkel HAW (2003) Hormonal regulation of calcium homeostasis in two breeds of dogs during growth at different rates. J Anim Sci 81:1568-1580
- Van Hoof OV, Hoylaerts MF, Geryl H, Van Mullem M, Lepoutre LG, De Broe ME (1990) Age and sex distribution of alkaline phosphatase isoenzymes by agarose electrophoresis. Clin Chem 36:875-878
- Wolford ST, Schroer RA, Gohs F X, Gallo PP, Falk H B, Dente AR (1988) Effect of age on serum chemistry profile, electrophoresis and thyroid hormones in Beagles dogs two weeks to one year of age. Vet Clin Pathol 17:35-42.

Tabela 1 Médias, desvios-padrão, valores mínimo e máximo dos parâmetros bioquímicos séricos de cães Doberman em fase de crescimento

Parâmetros bioquímicos				V A L O R E S			
		Média	Desvio	Mín.	Max.	Referência *	
Proteína total	g/dL	6,75	0,83	5,28	8,85	5,4 -	7,1
Albumina	g/dL	3,67	0,30	3,10	4,60	2,6 -	3,3
Globulinas	g/dL	3,08	0,70	1,93	4,72	2,7 -	4,4
Relação A/G		1,25	0,26	0,67	1,84	0,5 -	1,3
Uréia	mg/dL	27,93	9,56	14,01	63,51	21,0 -	60,0
Creatinina	mg/dL	0,73	0,21	0,36	1,56	0,5 -	1,5
Ácido úrico	mg/dL	0,71	0,28	0,00	1,50	0,0 -	2,0
Colesterol total	mg/dL	221,59	41,57	133,00	328,00	135,0 -	270,0
Triglicérides	mg/dL	72,75	20,53	32,00	140,00	38,1	
Cálcio total	mg/dL	9,47	1,92	6,90	15,20	9,0 -	11,3
Cálcio ionizado	mg/dL	5,06	1,14	3,61	8,21	----	
Fósforo	mg/dL	5,05	1,82	2,62	9,23	2,6 -	6,2
Ferro	µg/dL	115,78	36,65	34,00	212,00	30,0 -	180,0
Magnésio	mg/dL	2,06	0,25	1,33	2,48	1,8 -	2,4
Cloretos	mEq/L	93,24	8,05	76,00	111,00	105,0 -	115,0
Sódio	mEq/L	147,83	13,86	130,00	176,00	141,0 -	152,0
Potássio	mEq/L	4,59	0,73	3,10	6,80	4,4 -	5,3
Relação Ca/P		2,06	0,65	0,90	3,61	-----	
ALT	U/L	76,10	74,97	26,00	398,00	0,0 -	102,0
AST	U/L	37,95	18,92	19,00	229,00	0,0 -	66,0
GGT	U/L	5,88	5,65	0,00	44,00	0,0 -	10,0
Fosfatase alcalina	U/L	115,34	99,25	25,00	692,00	0,0 -	156,0

* Kaneko et al. (1997).

Min.: mínimo, Max.: máximo.

ALT: alanina aminotransferase, AST: aspartato aminotransferase,

GGT: γ-glutamilttransferase

Tabela 2 Médias e desvios-padrão dos valores dos parâmetros bioquímicos séricos de cães Doberman em fase de crescimento, de acordo com o sexo

Parâmetros bioquímicos		Machos (n= 42)		Fêmeas (n= 90)	
		Média	Desvio	Média	Desvio
Proteínas totais	g/dL	6,71a	0,79	6,76a	0,85
Albumina	g/dL	3,66a	0,29	3,68a	0,30
Globulinas	g/dL	3,05a	0,66	3,09a	0,72
Relação A/G		1,24a	0,24	1,25a	0,28
Uréia	mg/dL	30,63a	11,26	26,72a	8,13
Creatinina	mg/dL	0,77a	0,26	0,72a	0,19
Ácido úrico	mg/dL	0,80a	0,25	0,68a	0,28
Colesterol total	mg/dL	224,82a	43,28	220,16a	40,96
Triglicérides	mg/dL	73,38a	22,51	72,47a	19,72
Cálcio total	mg/dL	9,25a	2,07	9,57a	1,86
Cálcio ionizado	mg/dL	4,95a	1,23	5,11a	1,10
Fósforo	mg/dL	5,41a	1,78	4,89b	1,82
Ferro	µg/dL	113,53a	30,77	116,76a	39,06
Magnésio	mg/dL	2,02a	0,20	2,06a	0,24
Cloretos	mEq/L	94,08a	8,73	92,88a	7,76
Sódio	mEq/L	147,66a	14,36	144,92a	13,71
Potássio	mEq/L	4,64a	0,72	4,55a	0,74
Relação Ca/P		1,84b	0,55	2,15a	0,67
ALT	U/L	78,72a	77,69	74,92a	74,15
AST	U/L	39,79a	7,80	37,14a	22,13
GGT	U/L	5,67a	8,37	5,98a	3,98
Fosfatase alcalina	U/L	118,62a	122,12	113,89a	88,00

(a, b) Médias nas linhas seguidas de letras diferentes, são estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

n = número de amostras.

ALT: alanina aminotransferase, AST: aspartato aminotransferase, GGT: γ -glutamilttransferase

Tabela 3 Médias e desvios-padrão dos parâmetros bioquímicos séricos de cães Doberman, de acordo com a faixa etária

Parâmetros bioquímicos		Grupo I (n =36)		Grupo II (n =30)		Grupo III (n =30)		Grupo IV (n =36)	
		Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
Proteínas totais	g/dL	5,97b	0,52	6,87a	0,79	7,10a	0,75	7,13a	0,66
Albumina	g/dL	3,40b	0,10	3,80a	0,22	3,83a	0,32	3,73a	0,26
Globulinas	g/dL	2,57b	0,51	3,07a	0,71	3,27a	0,71	3,43a	0,55
Relação A:G		1,37a	0,25	1,30a,b	0,28	1,23a,b	0,28	1,12b	0,18
Uréia	mg/dL	24,82b	7,01	33,43a	9,31	28,05a,b	8,63	27,25b	11,37
Creatinina	mg/dL	0,49b	0,09	0,80a	0,11	0,80a	0,16	0,88a	0,21
Ácido úrico	mg/dL	0,66a	0,25	0,76a	0,33	0,76a	0,29	0,70a	0,26
Colesterol total	mg/dL	252,75a	34,81	232,04a	25,56	201,29b	39,32	200,94b	37,43
Triglicérides	mg/dL	76,53a	17,47	67,25a	20,36	67,90a	22,14	76,81a	21,22
Cálcio total	mg/dL	10,84a	2,40	9,28b	0,96	8,56b	0,90	9,00b	1,85
Cálcio ionizado	mg/dL	6,04a	1,39	4,86b	0,49	4,44b	0,46	4,75b	0,97
Fósforo	mg/dL	7,47a	0,75	4,85b	1,21	3,96c	0,70	3,70c	0,98
Ferro	µg/dL	79,89b	22,29	124,04a	30,16	127,07a	22,40	136,26a	36,85
Magnésio	mg/dL	1,88a	0,20	1,96a	0,18	2,03a	0,16	2,03a	0,20
Cloretos	mEq/L	92,42a	5,05	94,39a	8,37	92,90a	9,57	93,61a	8,84
Sódio	mEq/L	144,86a	11,84	152,14a	11,33	148,54a	14,92	146,44a	14,68
Potássio	mEq/L	4,21a	0,58	4,54a	0,60	4,61a	0,79	4,79a	0,74
Relação Ca ⁺ :P		1,46c	0,30	2,04b	0,57	2,23a,b	0,55	2,53a	0,57
ALT	U/L	45,64b	42,79	98,42a	94,82	88,40a	90,77	81,42a	63,65
AST	U/L	35,94a	4,72	37,42a	9,94	38,52a	9,32	39,83a	33,39
GGT	U/L	5,44a	7,08	6,43a	6,44	6,14a	3,91	5,76a	3,35
Fosfatase alcalina	U/L	201,28a	54,37	119,50a,b	127,55	84,03b,c	98,29	53,58c	36,80

(a, b ,c) Médias nas linhas seguidas de letras diferentes, são estatisticamente diferentes ($P<0,05$). n = número de amostras.

ALT: alanina aminotransferase, AST: aspartato aminotransferase; GGT: γ -glutamilttransferase.

**Influência da ordem e estádios da lactação no perfil bioquímico sanguíneo
de cabras da raça Saanen**

*[Influence of parity and stages of lactation on the blood biochemical profile of
Saanen goats]*

A. V. Mundim¹, A. S. Costa², S. A. P. Mundim², E. C. Guimarães³, F. S. Espindola³

1. Aluno de pós-graduação -UFU - Uberlândia, MG.

2. Médico veterinário autônomo.

3. Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia, MG

Av. Pará, 1720

38400-902 - Uberlândia, MG

(Artigo publicado na revista **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 2, p. 306-312, 2007)

RESUMO

O perfil bioquímico sérico de cabras da raça Saanen lactantes foi investigado com o objetivo de analisar as variações fisiológicas e a influência da ordem e estágio da lactação, em função de possíveis biomarcadores, para monitorar o balanço energético, adequação metabólica durante a lactação. Foram analisadas amostras de sangue de cabras lactantes de primeira, segunda e terceira lactação, colhidas da veia jugular em tubo vacutainer com gel separador para obtenção de soro e determinação das concentrações de proteínas, metabólitos, minerais e enzimas. Observou-se influência da ordem de lactação nos valores das proteínas totais, glicose, triglicérides, cálcio total e ionizado, aspartato aminotransferase (AST), fosfatase alcalina e dos estádios da lactação nas concentrações séricas das proteínas totais, glicose, triglicérides, magnésio, AST e fosfatase alcalina. Conclui-se que a glicose, triglicérides, cálcio total, cálcio ionizado, magnésio, AST e fosfatase alcalina são biomarcadores eficazes para detecção de desbalanço energético e mineral em cabras lactantes.

Palavras-chave: cabras Saanen, perfil bioquímico, lactação.

ABSTRACT

The serum biochemical profile of Saanen dairy goat was investigated with the purpose of analyzing the physiological variations and the influence of lactation order and stage in terms of possible biomarkers to monitor energetic balance and the metabolic adequacy during lactation. Blood samples were taken from lactating goats at first, second and third lactation. They were collected from the jugular vein in a vacutainer tube with separator gel to obtain sera and to determine protein, metabolite, mineral and enzyme concentrations. The lactation order influence was

observed on total protein, glucose, triglycerides, total and ionized calcium, aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase values and the lactation stages on serum concentrations of total proteins, glucose, triglycerides and magnesium, AST and alkaline phosphatase. It was inferred that glucose, triglycerides, total calcium, ionized calcium, magnesium, AST and alkaline phosphatase are effective biomarkers to detect the energetic and mineral imbalance in Saanen dairy goats.

Keywords: goat Saanen, biochemical profile, lactation.

INTRODUÇÃO

A exploração de caprinos, voltada para a produção de leite e derivados, apresenta acentuado crescimento no país devido à crescente demanda e à melhor remuneração obtida com os produtos lácteos. Como consequência, intensificaram-se os sistemas de exploração para alcançar a rentabilidade almejada, o que aumentou, também, os riscos de ocorrência de transtornos metabólicos na cabra, em função de desequilíbrios entre o aporte de nutrientes ao organismo, a capacidade de metabolização destes componentes e o nível de produção alcançado.

Sabe-se que as variações fisiológicas podem ser influenciadas pela raça, idade, sexo, atividade física, condições nutricionais e ambientais, regime de manejo, estágio reprodutivo e da lactação, estação do ano e produção leiteira (Avidar et al., 1981; Kaneko, 1989; Gomide et al., 2004).

Durante a lactação, é grande o aporte de glicose, para a síntese de lactose pelos alvéolos, de aminoácidos, para a síntese de caseína e lactoalbumina, e de ácidos graxos para a síntese de gordura no leite. Rebanhos de alta produção de leite necessitam de adequado balanço nutricional, especialmente no início da lactação. Ressalta-se que até 60 dias pós-parto, a cabra atinge o pico de

produção de leite, mesmo se o consumo de alimento estiver deprimido, o que resulta em mobilização de suas reservas corporais para suprir os elevados requisitos metabólicos. Segundo Barros et al. (1992), no início da lactação a cabra encontra-se em balanço energético negativo e durante a lactação há declínio linear na produção de leite de aproximadamente 10% ao mês.

A avaliação clínica de rebanhos com problemas reprodutivos e de produção pode ser complementada pela análise do perfil metabólico dos animais. No estudo dos parâmetros bioquímicos do sangue, glicose, colesterol e triglicérides representam o metabolismo energético; uréia, proteínas totais, albumina e globulinas representam o metabolismo protéico; cálcio, fósforo inorgânico, magnésio, ferro, sódio e potássio representam os minerais. A atividade das enzimas aspartato aminotransferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT), alanina aminotransferase (ALT) e fosfatase alcalina (ALP) são biomarcadores sangüíneos de grande valor para avaliar distúrbios metabólicos, funcionamento hepático, alterações ósseas e desbalanço na relação cálcio:fósforo, embora seja a ALT de pouco valor diagnóstico em ruminantes (González e Silva, 2003).

Estudos da bioquímica sangüínea são importantes para se entender a relação entre os componentes metabólicos e nutricionais em rebanhos leiteiros. A escassez de estudos sobre a bioquímica sangüínea de cabras lactantes, no país, norteou este trabalho cujo objetivo foi estimar as variações fisiológicas e a influência da ordem e estádios da lactação sobre o perfil bioquímico sangüíneo de cabras Saanen lactantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se 123 cabras da raça Saanen lactantes, sendo 40 de primeira, 43 de segunda e 40 de terceira lactação, ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, com produção média de 2kg de leite/dia. Os animais, mantidos em confinamento, receberam silagem e concentrado no cocho, diariamente e suplementação mineral.

Coletaram-se, por venipuntura da jugular, 6ml de sangue, em tubo vacutainer com gel separador para obtenção de soro. As amostras de sangue foram transportadas imediatamente em caixas isotérmicas ao laboratório, centrifugadas a 720xg durante cinco minutos para obtenção de soro e processamento das análises.

Determinaram-se as concentrações séricas de proteínas totais - método biureto; albumina - verde de bromocresol; glicose, triglicérides, colesterol e ácido úrico - método enzimático; uréia - enzimático UV; cálcio total, magnésio - colorimétrico; fósforo - UV de ponto final; sódio, potássio e cloretos - íons eletrodo seletivo; ferro - Goodwin modificado; amilase - método cinético CNPG; alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) - cinético UV-IFCC; fosfatase alcalina - cinético otimizado e gama glutamiltransferase (GGT) - cinético. Todas as análises foram processadas em analisador automático¹, utilizando *kits* específicos². Os valores das globulinas foram obtidos pela diferença entre os valores das proteínas totais e albumina, e o do cálcio ionizado calculado segundo recomendação da Analisa... (2002).

Utilizou-se um delineamento inteiramente ao acaso. Na análise de variância, agruparam-se os animais de acordo com a ordem de lactação - primeira, segunda e terceira lactações, e estágio da lactação - inicial, até 100 dias e final, acima de 100 dias de lactação. Calcularam-se as médias aritméticas, desvios-padrão e valores mínimos e máximos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos parâmetros bioquímicos séricos estão relacionados nas Tab. 1, 2 e 3.

¹ Cobas Integra, Roche Diagnostics, Basel, Switzerland.

² Roche Diagnostics, Basel, Switzerland.

Tabela 1. Médias, desvios-padrão (DP), valores mínimos, máximos e referenciais dos parâmetros bioquímicos séricos de 123 cabras lactantes da raça Saanen

Parâmetro bioquímico	Média ±DP	V a l o r e s		
		Mínimo	Maximo	Referenciais *
Proteínas totais g/dL	7,09±0,49	6,10	8,40	6,4 - 7,0
Albumina (A) g/dL	3,07±0,41	1,90	3,70	2,7 - 3,9
Globulinas (G) g/dL	4,02±0,62	2,90	5,70	2,7 - 4,1
Relação A/G	0,79±0,19	0,37	1,13	0,63 - 1,26
Glicose mg/dL	52,56±6,07	37,00	69,00	50,0 - 75,0
Uréia mg/dL	52,79±12,59	28,00	104,00	10,0 - 20,0
Triglicérides mg/dL	14,84±6,00	6,00	32,00	-----
Colesterol mg/dL	115,16±23,36	70,00	175,00	80,0 - 130,0
Ácido úrico mg/dL	0,34±0,14	0,10	0,80	0,3 - 1,0
Cálcio total mg/dL	8,70±0,82	6,40	10,30	8,9 - 11,7
Cálcio ionizado mg/dL	4,87±0,47	3,40	5,80	-----
Fósforo mg/dL	6,44±1,60	3,30	12,50	6,5
Relação Ca/P	1,44±0,40	0,53	2,64	-----
Ferro µg/dL	126,23±32,02	53,00	254,00	-----
Magnésio mg/dL	3,00±0,44	2,20	4,60	2,8 - 3,6
Sódio mEq/L	142,83±2,90	133,00	149,00	142,0 - 155,0
Cloretos mEq/L	106,45±2,47	98,00	112,00	99,0 - 110,3
Potássio mEq/L	4,23±0,37	3,40	5,40	3,5 - 6,7
Amilase U/L	25,22±8,34	11,00	62,00	-----
AST U/L	102,40±32,73	56,00	247,00	167,0 513,0
ALT U/L	19,43±3,31	11,00	28,00	24,0 - 83,0
Fosfatase alcalina U/L	72,62±46,05	27,00	344,00	93,0 - 386,0
GGT U/L	37,47±12,17	23,00	111,00	20,0 - 56,0

* Kaneko (1989) e Carlson (1994)

AST= Aspartato aminotransferase, ALT= alanina aminotransferase,

GGT= gama glutamiltransferase.

A maioria dos valores (Tab.1) permaneceu dentro dos limites ou ficou próximo dos valores descritos por Kaneko (1989) e Carlson (1994). Embora a uréia tenha apresentado concentrações mais elevadas que as citadas por Kaneko (1989) e Carlson (1994), ainda assim permaneceram dentro do intervalo de 34,94 a 61,45mg/dL, observado por Halar et al. (1996).

A relação Ca:P manteve-se no intervalo de 1:1 a 2:1, descrita por McDowell (1992) como sendo a proporção sérica fisiológica para suprir as necessidades de crescimento, formação óssea e manutenção da produção de leite. As concentrações séricas de ferro são pouco avaliadas em cabras lactantes, sendo um parâmetro importante em caprinos jovens por serem mais propensos às anemias ferroprivas. Neste estudo, seu valor médio manteve-se entre 16 a 34 $\mu\text{mol/l}$, observado por Raviart et al. (1987).

Com relação à atividade das enzimas, a GGT manteve-se dentro dos limites citados por Kaneko (1989), a AST, ALT, fosfatase alcalina apresentaram valores médios inferiores aos descritos por Kaneko (1989) e Carlson (1994), e a amilase sérica manteve-se entre 12,1 a 37,1 U/L observado por Halar et al.(1996).

As diferenças entre os valores da uréia, AST, ALT e fosfatase alcalina observados neste estudo e os dados da literatura possivelmente são decorrentes de variações fisiológicas individuais, idade dos animais, manejo, produção de leite e fatores ambientais.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão (DP) dos parâmetros bioquímicos séricos de cabras lactantes da raça Saanen, de acordo com a ordem de lactação

Parâmetro bioquímico		1ª lactação	2ª lactação	3ª lactação
		(n = 40)	(n = 43)	(n = 40)
		Média±DP	Média±DP	Média±DP
Proteínas totais	g/dL	7,05±0,49ab	7,22±0,51a	6,96±0,41b
Albumina	g/dL	2,99±0,44a	3,17±0,37a	3,01±0,41a
Globulinas	g/dL	4,06±0,74a	4,05±0,59a	3,95±0,52a
Relação A/G		0,77±0,22a	0,81±0,18a	0,78±0,18a
Glicose	mg/dL	55,84±5,63a	50,72±6,25b	51,84±4,97b
Uréia	mg/dL	53,03±12,47a	51,23±11,66a	54,71±14,00a
Triglicérides	mg/dL	15,84±6,83ab	13,09±5,19b	16,26±5,74a
Colesterol	mg/dL	110,39±25,01a	116,65±20,04a	117,87±25,88a
Ácido úrico	mg/dL	0,32±0,10a	0,36±0,15a	0,37±0,17a
Cálcio total	mg/dL	9,11±0,79a	8,79±0,73a	8,17±0,71b
Cálcio ionizado	mg/dL	5,16±0,40a	4,86±0,41b	4,62±0,46c
Fósforo	mg/dL	6,74±1,45a	6,18±1,37a	6,51±2,00a
Relação Ca/P		1,43±0,39a	1,50±0,38a	1,38±0,44a
Ferro	µg/dL	120,90±33,44a	132,02±30,84a	123,52±31,91a
Magnésio	mg/dL	3,00±0,43a	3,12±0,44a	2,98±0,43a
Sódio	mEq/L	143,00±3,03a	142,28±2,39a	143,42±3,32a
Cloretos	mEq/L	106,35±2,59a	106,30±2,13a	106,74±2,80a
Potássio	mEq/L	4,20±0,38a	4,27±0,33a	4,18±0,43a
Amilase	U/L	24,16±7,54a	27,81±8,95a	24,68±8,36a
AST	U/L	96,87±26,30b	112,81±41,55a	93,48±18,28b
ALT	U/L	19,26±3,65a	19,79±3,20a	19,10±3,17a
Fosfatase alcalina	U/L	103,27±57,25a	64,84±40,12b	52,06±16,72b
G GT	U/L	37,74±11,06a	39,49±15,22a	34,39±7,11a

AST= aspartato aminotransferase, ALT= alanina aminotransferase, GGT= gama glutamiltransferase.

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05).

A menor concentração de proteínas totais observada nos animais de terceira lactação (Tab. 2), não é um achado expressivo, uma vez que este valor permaneceu dentro dos limites considerados fisiológicos para a espécie caprina, e resultou de concentrações mais baixas de albumina e globulinas. As menores concentrações séricas de glicose nas cabras de segunda e terceira lactações são decorrentes do maior aporte desse metabólito pela glândula mamária, para obtenção de energia e síntese da lactose, pois sabe-se que estas são as ordens de maior produção de leite. Esse resultado condiz com os de Kappel et al. (1984), que observaram valores significativamente mais elevados de glicose em vacas de primeira lactação comparadas às de segunda e terceira lactações. Segundo Ingraham e Kappel (1988), a concentração sérica de glicose apresenta correlação negativa com a produção de leite.

A concentração de triglicérides foi significativamente menor nos animais de segunda lactação (Tab. 2). Essa redução é um reflexo do aumento da produção de leite durante a segunda lactação, da menor reserva de ácidos graxos livres disponíveis, da lipólise para obtenção de energia e maior aporte de triglicérides circulantes pela glândula mamária para síntese de gordura do leite. As fêmeas de segunda lactação são as mais propensas aos distúrbios metabólicos como desbalanços energéticos e cetose subclínica. Cerca de dois terços dos triglicérides circulantes são precursores lipídicos sangüíneos utilizados na síntese de gordura do leite (Marcos et al., 1990; Byers e Schelling, 1993).

A menor concentração sérica de cálcio total nos animais de terceira lactação e a redução gradativa na concentração do cálcio ionizado, associadas ao aumento do número de lactações, provavelmente, decorre da maior eliminação desse elemento no leite, em consequência da maior produção de leite durante a segunda e a terceira lactações. Esse resultado assemelha-se ao de Mbassa e Poulsen (1991), que afirmaram existir alterações significativas nos eletrólitos plasmáticos devido à gestação e à lactação e são mais pronunciadas em animais com maior número de gestações e lactações.

A maior atividade da AST nas cabras de segunda lactação decorre da maior mobilização de gordura e do aumento de corpos cetônicos, que causam dano aos hepatócitos, e conseqüente extravasamento dessa enzima para o sangue circulante.

A diferença significativa e o maior valor da fosfatase alcalina nos animais de primeira lactação, condizem com os achados de Halar et al. (1996), que encontraram valores mais elevados desta enzima no grupo de cabras jovens. Essa elevação justifica-se pelo fato de serem animais jovens em crescimento, que apresentam alta concentração de isoformas ósseas, próprias de animais jovens, e que se reduzem com a maturidade. Este resultado confirma o de Sarma e Ray (1985), ao afirmarem que o número de partos e a idade exercem influência na atividade da fosfatase alcalina.

Tabela 3. Médias e desvios-padrão (DP) dos parâmetros bioquímicos séricos de cabras lactantes da raça Saanen, de acordo com o estágio da lactação

Parâmetro bioquímico		Início da lactação (n = 61)	Final da lactação (n = 62)
		Média±DP	Média±DP
Proteínas totais	g/dL	7,18±0,50a	6,98±0,44b
Albumina	g/dL	3,14±0,42a	2,99±0,38a
Globulinas	g/dL	4,05±0,61a	3,98±0,63a
Relação A/G		0,80±0,18a	0,78±0,20a
Glicose	mg/dL	51,14±5,47b	54,39±6,36a
Uréia	mg/dL	52,37±12,38a	53,33±12,96a
Triglicérides	mg/dL	13,25±5,29b	16,87±6,30a
Colesterol	mg/dL	118,61±22,06a	110,74±24,46a
Ácido úrico	mg/dL	0,34±0,13a	0,34±0,16a
Cálcio total	mg/dL	8,66±0,81a	8,75±0,85a
Cálcio ionizado	mg/dL	4,82±0,44a	4,96±0,49a
Fósforo	mg/dL	6,43±1,74a	6,47±1,42a
Relação Ca/P		1,45±0,42a	1,43±0,38a
Ferro	µg/dL	122,97±28,78a	130,41±35,63a
Magnésio	mg/dL	3,12±0,48a	2,96±0,35b
Sódio	mEq/L	142,75±2,86a	142,93±2,97a
Cloretos	mEq/L	106,22±2,25a	106,74±2,71a
Potássio	mEq/L	4,25±0,35a	4,20±0,40a
Amilase	U/L	26,29±8,17a	23,85±8,45a
AST	U/L	109,86±36,59a	92,83±24,13b
ALT	U/L	19,93±3,41a	18,78±3,09a
Fosfatase alcalina	U/L	64,73±42,64b	82,74±48,68a
GGT	U/L	37,47±12,39a	37,46±12,01a

AST = aspartato aminotransferase, ALT = alanina aminotransferase, GGT = gama glutamiltransferase.

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem entre si (P<0,05).

A redução significativa observada nos valores das proteínas totais durante o estágio final da lactação decorre da discreta redução nos valores de albumina e globulinas (Tab.3). Neste estágio da lactação, a maioria das cabras está gestante, necessitando de maior aporte protéico para suprir as funções de lactante e gestante.

O menor valor observado para a glicose em cabras no estágio inicial da lactação (Tab. 3) assemelha-se ao resultado encontrado por Forshell et al. (1991), que relataram redução da glicose sérica em vacas no estágio inicial da lactação. Segundo Fahey Júnior e Berger (1993), essa redução é consequência do grande consumo pelo feto no final da gestação e do gasto no início da lactação, que ocasionam balanço energético negativo durante o período.

A diferença e a menor concentração de triglicérides observada nos animais no estágio inicial da lactação são explicadas pelo maior consumo de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e de ácidos graxos livres pela glândula mamária no início da lactação, para a produção de leite. Calcula-se que um terço dos ácidos graxos não esterificados circulantes dão origem a ácidos graxos de cadeia longa do leite (Byers e Schelling, 1993).

A redução dos valores séricos de magnésio no estágio final da lactação decorre do maior aporte desse mineral para manutenção da produção de leite e desenvolvimento do feto. Esse resultado confirma o de Ahmed et al. (2000), que observaram concentrações mais baixas de magnésio no sangue de cabras durante a gestação, devido à passagem desse elemento da mãe para o feto, favorecida por alteração fisicoquímica. Similarmente, a produção de leite reduz o magnésio plasmático, daí a necessidade de mobilizar o magnésio dos sítios de origem para ser secretado no leite. Apesar da redução do magnésio no estágio final da lactação deste estudo, seu valor médio permaneceu dentro dos limites fisiológicos para a espécie, e não ocorreu quadro de hipomagnesemia, que é raramente observado, porque as cabras têm grande capacidade de reduzir a excreção deste mineral, quando alimentadas com rações deficitárias neste elemento, o que impediu a ocorrência de deficiências séricas.

A maior atividade da AST observada em animais no estágio inicial da lactação e sua redução com o avançar da lactação (Tab. 3), condizem com os achados de Mbassa e Poulsen (1991), que notaram maior atividade da enzima no estágio inicial da lactação. Esta maior atividade da AST é provavelmente consequência de esteatose hepática, associada à excessiva mobilização de gordura induzida pelo balanço energético negativo, de freqüente ocorrência durante o puerpério. Ressalta-se que uma suave ou moderada lipidose hepática pode resultar em aumento da atividade sérica das enzimas hepato-específicas, sem destruição de hepatócitos (Rukkwamsuk et al., 1999). Roussel et al. (1997) afirmaram que a atividade sérica da AST correlaciona-se com a lipidose hepática.

A razão para o incremento na atividade da fosfatase alcalina nas cabras em estágio final da lactação é a aumentada produção de isoenzimas ósseas relacionadas à intensa atividade osteoblástica durante o desenvolvimento fetal, visto que, em rebanhos submetidos a regime de manejo adequado, a grande maioria das cabras estará gestante nesse estágio da lactação.

CONCLUSÃO

Glicose, triglicérides, cálcio total, cálcio ionizado, magnésio, AST e fosfatase alcalina são biomarcadores eficazes para diagnosticar o desbalanço energético e mineral em cabras lactantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, M.M.M.; SIHAM, A.K.; BARRI, M.E.S. Macromineral profile in the plasma of Nubian goats as affected by the physiological state. *Small Rumin. Res.*, v.38, p.249-254, 2000.

ANALISA Diagnóstica. Cálcio. In:_____ *Manual de produtos e técnicas*. Belo Horizonte, 2000. p.28-31.

AVIDAR, Y.; DAVIDSON, M.; ISRAELI, B. et al. Factors affecting the level of blood constituents of Israeli dairy cows. *Zentbl. Vet. Med. A.*, v.28, p.373-380, 1981.

BARROS, N.N.; MESQUITA, R.C.M.; SOUZA NETO, J.S. et al. Efeito de níveis de energia sobre a produção de leite em cabras da raça Anglo-nubiana. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.27, p.119-130, 1992.

BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. Los lipidos en la nutricion de los rumientes. In: CHURCH, C.D. (Ed). *El ruminante: fisiologia digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acribia, 1993. p.339-356.

CARLSON, P.G. Testes de química clínica. In: SMITH, B. (Ed). *Tratado de medicina interna de grandes animais*. São Paulo: Manole, 1994. v.1, p.395-423.

FAHEY JÚNIOR, G.C.; BERGER, L.L. Los carbohidratos en la nutrición de los ruminantes. In: CHURCH, C.D. (Ed). *El ruminante: fisiologia digestiva y nutrición*. Zaragoza: Acribia, 1993. p.305-337.

FORSHELL, K.P.; ANDERSSON, L.; PEHRSON, B. The relationships between the fertility of dairy cows and clinical and biochemical measurements, with special reference to plasma glucose and milk acetone. *J. Vet. Med.*, v.38, p.608-616, 1991.

GOMIDE, C.A.; ZANETTI, M.A.; PENTEADO, M.V.C. et al. Influência da diferença cátion-aniônica da dieta sobre o balanço, fósforo e magnésio em ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, p. 363-369, 2004.

GONZÁLEZ, F.H.; SILVA, S.C. *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 198p.

HALAR, P.; HARUN, M.; AUGUSTO, L. et al. Blood profile of Mozambican goats in relation to physiological state. *Isr. J. Vet. Med.*, v.51, p.19-25,1996.

INGRAHAM, R.H.; KAPPEL, L.C. Metabolic profile testing. *Vet. Clin. N. Amer.: Food Anim. Pract.*, v.4, p.391-411,1988.

KANEKO, J.J. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 4.ed. San Diego: Academic, 1989. 932p.

KAPPEL, L.C.; INGRAHAM, R.H.; MORGAN, E.B. et al. Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentrations in Holstein cows. *Am. J. Vet. Res.*,v.45, p.2607-2612, 1984.

MARCOS, E.; MAZUR, A.; CARDOT, P. et al. The effect of pregnancy and lactation on serum lipid and apolipoprotein B and A-I levels in dairy cows. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.64, p.133-138, 1990.

MBASSA, G.K.; POULSEN, J.S.D. Influence of pregnancy, lactation and environment on some clinical chemical reference values in Danish Landrace dairy goats (*Capras hircus*) of different parity – I. Electrolytes and enzymes. *Comp. Biochem. Physiol.*, v.100B, p.413-422, 1991.

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

RAVIART, I.; BÉZILLE, P.; BRAUN, J.P. et al. Profils biochimiques plasmatiques des chevreaux nouveau-nés et des mères dans la période péri-partum. *Rec. Med. Vet.*, v.163, p.547-553, 1987.

ROUSSEL, J.A.; WHITNEY, S.M.; JOLE, J.D. Interpreting a bovine serum chemistry profile; part II. *Vet. Med.*, v.92, p.559-566, 1997.

RUKKWAMSUK, T.; KRUIP, T.A.; WENSING, T. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dairy period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. *Vet. Q.*, v.21, p.71-77, 1999.

SARMA, P.V.; RAY, T.K. Effect of physiological states on some blood enzyme levels and its relation to milk production. *Indian J. Dairy Sci.*, v.38, p.237-239, 1985.

CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir:

- 1) Existe influência da idade nos valores da maioria dos parâmetros bioquímicos séricos em potros Bretão Postier com até 24 meses de idade, especialmente nos animais com até um ano de idade.
- 2) O sexo exerce pouca influência nos valores bioquímicos séricos de potros Bretão Postier em fase de crescimento.
- 3) As faixas etárias influenciam significativamente nos valores de vários parâmetros bioquímicos séricos de cães da raça Doberman, em especial nos animais com até seis meses de idade.
- 4) Existe influência do sexo dos cães estudados nas concentrações de fósforo e na relação Ca:P.
- 5) A glicose, triglicérides, cálcio total, cálcio ionizado, magnésio, aspartato aminotransferase e fosfatase alcalina são biomarcadores eficazes na detecção de desbalanço energético e mineral em cabras Saanen lactantes.
- 6) Os resultados deste estudo contribuirão para facilitar a interpretação dos resultados bioquímicos clínicos das espécies referidas, assim como para o estabelecimento dos valores de referência em nosso laboratório, para esta população de animais.