

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA e CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
CÂMPUS DE ARAÇATUBA

**DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE ABSORÇÃO DE
IMUNOGLOBULINAS PELA MUCOSA INTESTINAL DE
CABRITOS: INFLUÊNCIA DO TEMPO DECORRIDO
ENTRE O NASCIMENTO E A INGESTÃO DE COLOSTRO
NOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS,
HEMOGASOMÉTRICOS E IMUNOLÓGICOS DE
CAPRINOS RECÉM-NASCIDOS**

Rodrigo Yanaka
Médico Veterinário

ARAÇATUBA – SP
2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA e CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA
CÂMPUS DE ARAÇATUBA

**DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE ABSORÇÃO DE
IMUNOGLOBULINAS PELA MUCOSA INTESTINAL DE
CABRITOS: INFLUÊNCIA DO TEMPO DECORRIDO
ENTRE O NASCIMENTO E A INGESTÃO DE COLOSTRO
NOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS,
HEMOGASOMÉTRICOS E IMUNOLÓGICOS DE
CAPRINOS RECÉM-NASCIDOS**

Rodrigo Yanaka

Orientador: Prof. Adj. Francisco Leydson Formiga Feitosa

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Fisiopatologia Médica e Cirúrgica).

ARAÇATUBA – SP

2009



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba

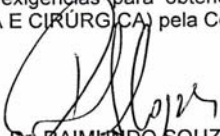
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "Determinação do período de absorção de imunoglobinas pela mucosa intestinal de cabritos: Influência do tempo decorrido entre o nascimento e a ingestão de colostro nos parâmetros bioquímicos, hemogasométricos e imunológicos de caprinos recém-nascidos".

AUTOR: RODRIGO YANAKA

ORIENTADOR: Dr. FRANCISCO LEYDSON FORMIGA FEITOSA

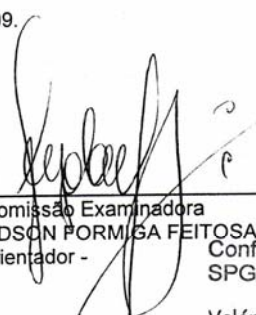
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL (FISIOPATOLOGIA MÉDICA E CIRÚRGICA) pela Comissão Examinadora.

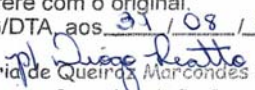

Dr. RAIMUNDO SOUZA LOPES


Dr. JOSE JURANDIR FAGLIARI


Dr. FRANCISCO LEYDSON FORMIGA FEITOSA

DATA DA REALIZAÇÃO: 27 de agosto de 2009.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. FRANCISCO LEYDSON FORMIGA FEITOSA
- Orientador -

Confere com o original.
SPG/DTA aos 31 / 08 / 2009

Valéria de Queiroz Marcondes Zagatto
Supervisor de Seção

Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária - Seção de Pós-Graduação
Rua José Bonifácio, 1193 CEP 16015-050 Araçatuba - SP
Tel (18) 3636-3224 E-mail: posgrad@foa.unesp.br

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RODRIGO YANAKA – nascido em Tupã, em 13 de junho de 1979, graduação em medicina veterinária pela Universidade Estadual de Londrina em 2004, residência veterinária nas áreas de Clínica Médica, Cirurgia e Anestesiologia de Grandes Animais pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Araçatuba, 2005-2007.

“Em relação a todos os atos de iniciativa e de criação, existe uma verdade fundamental cujo desconhecimento mata inúmeras idéias e planos esplêndidos: a de que no momento em que nos comprometemos definitivamente, a providência move-se também. Toda uma corrente de acontecimentos brota da decisão, fazendo surgir a nosso favor toda sorte de incidentes e encontros e assistência material que nenhum homem sonharia que viesse em sua direção. O que quer que você possa fazer ou sonhe que possa, faça. Coragem contém genialidade, poder e magia. Comece agora.”

Johann Wolfgang Von Goethe

Dedico a realização desta conquista a meus pais, que sempre me apoiaram em todas as minhas escolhas, e me incentivaram a buscar o conhecimento e enfrentar os desafios que nos são propostos. À Valéria Cristina Garcia, que com seu amor, carinho e força, me motivou a vencer os obstáculos da vida pessoal e profissional. E à Nair Bonfim Pizzulin (*in memoriam*) pelo amor de mãe, e ensinamentos sobre humildade, perseverança e bondade.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo carinho, apoio incondicional e incentivo.

À Valéria Cristina Garcia, pelo auxílio e companhia nas horas vagas, compreensão da minha ausência devido à realização deste trabalho, e por aturar o mau humor ocasional.

À Francisco Leydson F. Feitosa, por aceitar me orientar em mais esta etapa, e ser não somente orientador, mas também, amigo, pai e exemplo a ser seguido. Por identificar e compreender minhas falhas e dificuldades, e assim, ajudar a corrigi-las.

À Diogo Gaubeur de Camargo, Wildemberto Arena Santos e Bruno da Silva Cavassano pelas risadas, amizade, companheirismo e auxílio fundamental na coleta e processamento.

Aos amigos e irmãos dos tempos de colégio Márcio Ematsu e Marco Antonio Castro Campos, a amizade destas pessoas incríveis fez com que me tornasse uma pessoa melhor.

Aos professores de clínica e cirurgia de grandes animais, Celso Antonio Rodrigues, Fabiano Antonio Cadioli, Juliana Regina Peiró e Luiz Cláudio Nogueira Mendes, e de anestesiologia, Paulo Sérgio Patto dos Santos e Valéria Nobre Leal de Souza Oliva, que sempre me apoiaram e foram grandes incentivadores do meu crescimento pessoal e profissional desde a residência.

A todos os colegas e amigos da época da residência.

Aos professores da graduação, Peter Reichmann e Júlio Augusto Naylor Lisboa, que me ensinaram a buscar meu espaço, vencendo a insegurança e timidez.

Aos professores Paulo César Ciarlini e Suely Regina Mogami Bomfim pelos ensinamentos laboratoriais, incentivo e amizade.

À Beatriz Helena da Costa Cardoso e Laine Margareth Gabas pelo apoio e auxílio no processamento bioquímico, mesmo com a “rebeldia” dos aparelhos.

À pós-graduanda Adriana Cardina Rodrigues Almeida Silva pelas análises bioquímicas.

Aos residentes do Laboratório Clínico do Hospital Veterinário “Luiz Quintiliano de Oliveira” da Unesp, Câmpus de Araçatuba, pelo auxílio no processamento das amostras.

À professora Flávia de Rezende Eugênio pela correção gramatical da dissertação.

A todos os professores da pós-graduação, com quem tive a oportunidade de conviver, pelos preciosos ensinamentos.

Aos alunos da graduação Filipe Daniel Assis, Maíra Ribeiro Dócusse e Thales Bregadiole pelo auxílio nas coletas e processamento das amostras.

A todos os colegas e amigos da pós-graduação que compartilharam esta etapa.

Ao professor José Jurandir Fagliari da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Câmpus de Jaboticabal, por permitir que parte do processamento fosse realizado no Laboratório de Apoio à Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária.

À Biomédica Renata Lemos Nagib Jorge da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Câmpus de Jaboticabal, pelo auxílio nas análises bioquímicas.

Às funcionárias da biblioteca, Alexandra, Fátima e Isabel pelo auxílio na consulta bibliográfica.

Aos proprietários e funcionários das propriedades onde se realizaram as colheitas.

À coordenação do Curso de Pós-graduação em Ciência Animal e aos funcionários do setor de Pós-graduação desta unidade pelo apoio e suporte.

À Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária da Unesp, Câmpus de Araçatuba, por permitir que realizasse mais esta etapa acadêmica.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de auxílio à pesquisa e bolsa de mestrado (Processos 07/55829-9 e 06/58492-2).

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
Objetivos.....	17
Referências.....	18
CAPÍTULO 2 – PERÍODO DE ABSORÇÃO INTESTINAL DE MACROMOLÉCULAS EM CABRITOS RECÉM-NASCIDOS APÓS A INGESTÃO DE COLOSTRO BOVINO.....	23
Resumo.....	23
Palavras-Chave.....	24
Summary.....	25
Keywords.....	26
Introdução.....	27
Material e Métodos.....	30
Resultados e Discussão.....	33
Conclusões.....	48
Referências.....	49
CAPÍTULO 3 – VARIAÇÃO SÉRICA DO PERFIL PROTEICO, BIOQUÍMICO E GLICÊMICO DE CABRITOS E CABRAS.....	56
Resumo.....	56
Palavras-Chave.....	56
Summary.....	57
Keywords.....	57
Introdução.....	58
Material e Métodos.....	60
Resultados e Discussão.....	63
Conclusões.....	74
Referências.....	74
CAPÍTULO 4 – PARÂMETROS HEMOGASOMÉTRICOS E EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO DE CABRAS E CABRITOS.....	79
Resumo.....	79
Palavras-Chave.....	79
Summary.....	80
Keywords.....	80
Introdução.....	81
Material e Métodos.....	83
Resultados e Discussão.....	85
Conclusões.....	93
Referências.....	93

**DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE ABSORÇÃO DE IMUNOGLOBULINAS
PELA MUCOSA INTESTINAL DE CABRITOS: INFLUÊNCIA DO TEMPO
DECORRIDO ENTRE O NASCIMENTO E A INGESTÃO DE COLOSTRO NOS
PARÂMETROS BIOQUÍMICOS, HEMOGASOMÉTRICOS E IMUNOLÓGICOS
DE CAPRINOS RECÉM-NASCIDOS**

RESUMO – Os objetivos deste estudo foram determinar o período de absorção intestinal de macromoléculas colostrais em cabritos alimentados com colostro bovino e caprino, e avaliar a variação dos parâmetros bioquímicos, hemogasométricos e imunológicos de cabras e cabritos no período até 75 dias pós-parto. Para tanto, determinaram-se as concentrações séricas de proteína total (refratometria), separação eletroforética das frações protéicas (eletroforese em acetato de celulose), imunoglobulina G (IgG) bovina e caprina (imunodifusão radial), as atividades séricas de aspartatoaminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), gamaglutamiltransferase (GGT), os teores de creatinina e ureia, e os valores hemogasométricos e glicêmicos, nos momentos zero, dois, sete, 15, 30 e 75 dias pós-parto. Os cabritos que ingeriram colostro bovino até 12 horas pós-nascimento adquiriram títulos regulares de imunoglobulinas. Após 22 horas pós-parto, os cabritos não tiveram absorção adequada de macromoléculas colostrais, sendo classificados como portadores de falha de transferência de imunidade passiva. Aos 75 dias, todos os cabritos possuíam inadequadas concentrações de IgG. Os cabritos alimentados com colostro caprino tiveram concentrações mais elevadas de IgG quando comparados aos daqueles que ingeriram colostro bovino. Aos dois dias pós-nascimento a concentração de GGT teve correlação significativa com a IgG, podendo, esta enzima, ser utilizada na avaliação da transferência de imunidade passiva. As cabras e os cabritos tiveram variações protéicas, bioquímicas e hemogasométricas até os 75 dias pós-parto, com pouca relevância clínica.

Palavras-Chave: Anticorpos, concentração de íons de hidrogênio, eletroforese, gama-glutamilttransferase, imunoglobulina G, ruminantes

GOAT KIDS INTESTINAL ABSORPTION PERIOD: TIME INFLUENCE OF COLOSTRUM INTAKE ON BIOCHEMISTRY AND BLOOD GAS AND IMMUNOLOGIC PARAMETERS OF NEWBORN KIDS

SUMMARY – The aims of this study was to determine the absorption period of colostrum macromolecules by intestinal wall of goat kids fed bovine or caprine colostrum, and evaluate the variation of biochemistry, blood gas and immunologic parameters of goats and kids at post-partum period until 75 days. To accomplish these objectives the serum concentrations of total protein (refractometry), electrophoretic proteins fractions separation (acetate cellulose electrophoresis), bovine and caprine immunoglobulin G (IgG) by radial immunodiffusion assay, biochemical assays for aspartateaminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), gammaglutamyltransferase (GGT), creatinine and urea, whole blood assays for blood gas parameters and glycemia were determined at zero, two, seven, 15, 30 and 75 days postpartum. Kids which fed bovine colostrum until 12 hours after birth have acquired regular immunoglobulins titres. After 22 hours postpartum kids didn't presented adequate absorption of colostrum macromolecules, being classified as failure of passive immunity transference. Although all kids presented bovine IgG at 75 days after birth, their low concentrations doesn't provide adequate protection. Kids fed caprine colostrum presented higher concentrations of IgG compared to those fed bovine colostrum. At two days after birth GGT concentration correlated significantly with IgG, so it can be used as passive immunity predictor. Goats and kids had variations on protein, biochemical and blood gas variables until 75 days postpartum, but with physiological and/or nutritional causes, these findings had little clinical relevance for the animals.

Keywords: Antibodies, electrophoresis, gamma-glutamyltransferase, hydrogen-ion concentration, immunoglobulin G, ruminants

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Brasil possui número efetivo de 12,6 milhões de caprinos, ocupando, desse modo, a 11ª posição no mercado mundial (BRASIL, 2005). No entanto, a caprinocultura de corte e de leite no Brasil não progride qualitativamente na proporção de sua importância sócio-econômica, embora possua inúmeras características que deveriam colocá-la como prioritária no contexto da agropecuária brasileira (GOUVEIA, 2003).

Apesar de a caprinocultura estar evoluindo de uma atividade considerada essencialmente extrativista, baseada em sistema de criação extensivo, para procedimentos mais racionalizados (PIMENTA FILHO; ALMEIDA, 1995), ainda registram-se perdas significativas decorrentes de elevados índices de mortalidade perinatal nos sistemas tradicionais de criação de caprinos (MORAND-FEHR, 1987).

As mortes, após o parto, podem ocorrer de forma imediata, ou seja, no primeiro dia de vida; no pós-parto dilatado, quando ocorrem até o terceiro dia de vida; e no pós-parto tardio, quando o registro do óbito é feito entre o terceiro e o vigésimo oitavo dias (DENNIS, 1972).

Pinheiro et al. (2000) citaram taxa de mortalidade de 22,8% em cabritos criados no nordeste do Brasil. Percentual alarmante foi referido por Radel (2002) que considerou mortalidade média no rebanho caprino brasileiro de 45%.

A alta taxa de mortalidade de animais jovens foi considerada por Maia e Costa (1998) como sendo um dos fatores envolvidos no baixo desempenho produtivo do rebanho caprino, pois reduz o número de animais disponível para a venda. Segundo estudos realizados por Medeiros et al. (2005), o maior registro de mortes (64,40%) ocorre no pós-parto dilatado e tardio, associado, principalmente, às infecções neonatais, especialmente às afecções digestivas, respiratórias e umbilicais, demonstrando a necessidade de considerar os 28 primeiros dias de vida como período crítico para a sobrevivência dos cabritos. Os autores relacionaram, ainda, o fornecimento inadequado de colostro como uma das principais falhas de manejo.

Há três razões principais para a falha de transferência de imunidade, a saber: produção insuficiente ou de má qualidade; consumo inadequado; e, por fim, deficiente absorção intestinal de imunoglobulinas pelo neonato (TIZARD, 2002). A falha de transferência passiva, mesmo sob ingestão controlada de colostro, pode ser decorrente de fatores individuais, como acidose respiratória pós-natal e/ou prematuridade (BESSER et al., 1990; JOHNSTON; STEWART, 1986).

A importância do colostro para crescimento e saúde do recém-nascido é bem conhecida. No colostro bovino, os anticorpos e o sistema complemento apresentam importante efeito antimicrobiano frente a uma ampla variedade de microorganismos (KORHONEN, 1998). Os anticorpos adquiridos de forma passiva protegem o cabrito até as primeiras seis semanas de vida, quando, a partir de então, o estabelecimento da imunidade ativa passa a ser de grande relevância (KINNE, 2002).

A imunoglobulina G (IgG) é considerada a gamaglobulina mais importante na imunização passiva de bezerros, respondendo por cerca de 50% do total de imunoglobulinas séricas desses animais (MENANTEAU-HORTA, et al., 1985). Segundo Besser e Gay (1994), as imunoglobulinas colostrais absorvidas possuem meia-vida curta na circulação de neonatos ruminantes. A variação fisiológica das concentrações de imunoglobulinas séricas relacionada à idade é conhecida e demonstrada por vários trabalhos (COSTA, 2000; FAGLIARI et al., 1998; FEITOSA, 1998; MORAES et al., 1997; PAULETTI et al., 2003; RIBEIRO et al., 1983). De forma geral, segue-se ao pico de concentração sérica de IgG, às 24 horas de vida, redução progressiva até os 30 ou 45 dias de idade, após o qual se estabelece nova curva ascendente. Este, dentre outros aspectos fisiológicos, merece ser investigado de forma mais aprofundada, nos neonatos da espécie caprina, já que alguns autores acreditam que os animais dessa espécie possam a capacidade de absorver imunoglobulinas por até quatro dias (RADOSTITS et al., 2007), ou seja, período superior aos mencionados para a espécie bovina (FEITOSA, 1998).

Muitos trabalhos demonstraram a correlação existente entre a baixa concentração de imunoglobulinas séricas com as perdas ocasionadas por infecções (CONSTANT et al., 1994; O'BRIEN; SHERMAN, 1993; VIHAN, 1988). Segundo Cabana (2001), o baixo nível de anticorpos é considerado o fator predisponente mais importante para as diarreias e as desordens respiratórias. No México, as infecções neonatais, especialmente as enterites e pneumonias, foram importantes causas de mortalidade em cabritos (RAMÍREZ-BRIBIESCA et al., 2001).

Lopez et al. (1988) verificaram correlação significativa entre a proteína sérica total e a concentração de gamaglobulinas, após ingestão de colostro. O mesmo pôde ser demonstrado em caprinos, por Simões et al. (2005), que observou o predomínio da fração globulina sobre a fração albumina, após a alimentação com colostro. A concentração sérica de proteína total tornou-se método eficaz de avaliação da aquisição de imunidade passiva, devido a correlação positiva e altamente significativa com os valores da fração gamaglobulina (FEITOSA, 1998).

Por sua vez, Thompson e Pauli (1981) indicaram a determinação da atividade da gamaglutamiltransferase (GGT) como indicadora de falha na transferência de imunidade passiva em bezerros neonatos. Trabalhos subsequentes demonstraram correlação positiva entre a atividade da GGT e as concentrações séricas de gamaglobulina em bezerros de raça holandesa (FAGLIARI et al., 1996; FEITOSA, 1998), em cordeiros (MADEN et al., 2003), e em búfalos (AVALLONE et al., 2001; LOMBARDI et al., 2001), corroborando as recomendações de Thompson e Pauli (1981). No entanto, não foi demonstrada correlação significativa entre os níveis séricos de gamaglobulinas e as atividades enzimáticas de aspartatoaminotransferase (AST) e de fosfatase alcalina (FA), não sendo, portanto, consideradas como boas indicadoras de transferência de imunidade passiva (FAGLIARI et al., 1996).

Existem, na literatura, trabalhos comparando os níveis séricos de imunoglobulinas em cabritos recém-nascidos alimentados com colostro bovino, ovino, e substitutos comerciais, demonstrando que nenhum dos substitutos do

colostro caprino foi adequado como fonte de imunoglobulinas (ARGÜELLO et al., 2004; GOES; TEIXEIRA, 1998; ORSEL et al., 2000; ZADOKS et al., 2001). Contrariando as afirmações feitas pelos autores anteriormente descritos, Castro et al. (2005) compararam o efeito do uso de colostro liofilizado e colostro congelado na transferência passiva de IgG em cabritos e constataram níveis séricos satisfatórios desta imunoglobulina de ambas as fontes.

Contudo, a utilização de substituto de colostro não é prática empregada na criação de caprinos como fonte alimentar alternativa para a transferência de imunidade passiva aos cabritos recém-nascidos oriundos de rebanhos contaminados com o vírus da artrite encefalite caprina (CAEV – “Caprine Arthritis Encephalitis Virus”), que é doença viral endêmica no Brasil responsável por importantes perdas econômicas (ASSIS; GOUVEIA, 1994), pois há legislação que proíbe a importação de produtos que contenham proteínas de origem animal, como os sucedâneos de colostro para ruminantes. Alternativas foram e são empregadas com o intuito de minimizar a disseminação do vírus da CAE no rebanho caprino brasileiro sem prejudicar a transferência de imunidade passiva aos recém-nascidos. Dentre elas, a utilização de colostro de vacas, o fornecimento do próprio colostro de cabras aquecido a 56° C, durante 60 minutos, e de colostro pasteurizado (SILVA, 2005).

Santos e Grongnet (1990) constataram que as concentrações plasmáticas de IgG de cabritos recém-nascidos da raça Saanen alimentados com colostro de cabra foram significativamente maiores àquelas de animais alimentados com colostro de vaca, tanto 12 quanto 24 horas após o nascimento. Porém, os valores plasmáticos de IgG dos cabritos que receberam colostro de vaca mostraram-se suficientes para promover adequada proteção. Segundo os autores, esta variação verificada entre os tratamentos pode ser decorrente das diferentes concentrações de imunoglobulinas nos colostros de cabra e de vacas.

Para o bom desempenho profissional na clínica médica veterinária, sempre que possível é importante a utilização de exames laboratoriais

complementares para a definição do diagnóstico, pois as enfermidades que acometem os animais domésticos, além de influenciarem diretamente os constituintes sanguíneos, apresentam quadros sintomáticos variáveis. Desta forma, os valores de referência são indispensáveis para a interpretação dos resultados. No entanto, poucos dados são apresentados em relação à espécie caprina, principalmente na fase perinatal. A literatura nacional, a exemplo da internacional, concentra a maioria dos esforços de investigação em bovinos leiteiros (COSTA, 2000; FAGLIARI et al., 1996; FEITOSA, 1998; FEITOSA et al., 2001; MORAES et al., 1997; PAULETTI et al., 2003; RIBEIRO et al., 1983), tornando evidente a necessidade da realização de estudos dessa natureza.

OBJETIVOS

Objetivo geral:

- Avaliar os efeitos do fornecimento de colostro de vacas na transferência de imunidade passiva e em constituintes séricos de caprinos ao longo de 75 dias pós-nascimento.

Objetivos específicos:

- Avaliar o tempo de permeabilidade à passagem de algumas macromoléculas pelo epitélio intestinal de cabritos alimentados com colostro de vacas, de acordo com diferentes tempos de administração;
- Avaliar a transferência de imunidade passiva em cabritos recém-nascidos alimentados com colostro de vacas e cabras, mediante a determinação das concentrações séricas de proteína total, da fração gamaglobulina e de imunoglobulina G;
- Avaliar a atividade sérica de gamaglutamiltransferase (GGT) como possível indicadora de transferência de imunidade passiva de caprinos alimentados com colostro de vacas e cabras;
- Determinar a dinâmica dos perfis bioquímicos, proteicos e hemogasométricos de cabras e cabritos.

REFERÊNCIAS

- ARGÜELLO, A. et al. Passive transfer of immunity in kid goats fed refrigerated and frozen goat colostrum and commercial sheep colostrum. **Small Rumin. Res.**, v. 54, p. 237-241, 2004.
- ASSIS, A. P. M. V.; GOUVEIA, A. M. G. Evidência sorológica de lentivirus (Maedi Visna/artrite encefalite caprina) em rebanhos nos Estados de MG, RJ, BA e CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 23, 1994. Olinda. **Anais...** Olinda: Sociedade Pernambucana de Medicina Veterinária, 1994, p. 104.
- AVALLONE, L. et al. Evaluation of buffalo colostrum quality by estimation of enzyme activity levels. **J. Food Prot.**, v. 64, p. 1265-1267, 2001.
- BESSER, T. E.; GAY, C. C. The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. **Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.**, v. 10, p. 107-117, 1994.
- BESSER, T. E.; SZENCI, O.; GAY, C. C. Decreased colostral immunoglobulins absorption in calves with postnatal respiratory acidosis. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 196, p. 1239-1243, 1990.
- BRASIL, MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura Brasileira em números – Anuário 2005**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 8 abr. 2009.
- CABANA, E. M. 2001. **Neonatal diseases: basic considerations**. Disponível em: <<http://mozcom.com/~emcdvm/neonate.html>>. Acesso em: 02 jul. 2009.
- CASTRO, N. et al. Effects of lyophilized colostrum and different colostrum feeding regimens on passive transfer of immunoglobulin G in Majorera goat kids. **J. Dairy Sci.**, v. 88, p. 3650-3654, 2005.
- CONSTANT, S. B. et al. Serum immunoglobulin G concentration in goat kids fed colostrum or a colostrum substitute. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 205, p. 1759-1762, 1994.
- COSTA, J. N. **Leucograma, metabolismo oxidativo dos neutrófilos, proteinograma e imunoglobulinas de bovinos da raça holandesa (Bos**

taurus). **Influência do desenvolvimento etário e da suplementação com vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol)**. 2000. 209 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

DENNIS, S. M. Perinatal lamb mortality. **Cornell Vet.**, v. 63, p. 253-263, 1972.

FAGLIARI, J. J. et al. Constituintes sanguíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalis bubalus*) da raça Murrah. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 50, p. 253-262, 1998.

FAGLIARI, J. J. et al. Relação entre o nível sérico de gamaglobulinas e as atividades de gamaglutamiltransferase, fosfatase alcalina e aspartato aminotransferase de bezerros recém-nascidos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 48, p. 105-112, 1996.

FEITOSA, F. L. F. **Dinâmica do proteinograma e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo de bezerros desde o nascimento até um ano de vida e de vacas antes e após o parto, da raça holandesa**. 1998. 219 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

FEITOSA, F. L. F. et al. Diagnóstico de falha de transferência de imunidade passiva em bezerros através da determinação de proteína total e de suas frações eletroforéticas, imunoglobulinas G e M e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo. **Ciênc. Rural**, v. 31, p. 251-255, 2001.

GOUVEIA, A. M. G. Aspectos sanitários da caprino-ovinocultura no Brasil. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, **Anais...** João Pessoa, 2003, p. 115-131.

JOHNSTON, N. E.; STEWART, J. A. The effect of glucocorticoids and prematurity on absorption of colostral immunoglobulins in the calf. **Aust. Vet. J.**, v. 63, p. 191-192, 1986.

- KINNE, M. **Neonatal mortality in kids**. 2002. Disponível em: <<http://members.aol.com/-hta/goatlist/neomort.htm?mtbbrand=AOL-US>>. Acesso em: 02 jul. 2009.
- KORHONEN, H. Colostrum immunoglobulins and the complement system – Potential ingredients of functional foods. **Bulletin FIL IDF**, n. 336, p. 36-40, 1998.
- LOMBARDI, P. et al. Evaluation of buffalo colostrum quality by estimation of enzyme activity levels. **J. Food Prot.**, v. 64, p. 1265–1267, 2001.
- LOPEZ, J. W. et al. Rotavirus and *Cryptosporidium* shedding in dairy calf feces and its relationship to colostrum immune transfer. **J. Dairy Sci.**, v. 71, p. 1288-1294, 1988.
- MADEN, M. et al. Blood and colostrum/milk serum γ -glutamyltransferase activity as a predictor of passive transfer status in lambs. **J. Vet. Med.**, v. 50, p. 128-131, 2003.
- MAIA, M. S.; COSTA, A. N. Influência da amamentação sobre a sobrevivência de cabritos ao desmame. **Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 35, Botucatu, SP, p. 217-219, 1998.
- MEDEIROS, J. M. et al. Mortalidade perinatal em cabritos no semi-árido da Paraíba. **Pesq. Vet. Bras.**, n. 25, p. 201-206, 2005.
- MENANTEAU-HORTA, A. M. et al. Effect of maternal antibody upon vaccination with infectious bovine rhinotracheitis and bovine virus diarrhea vaccines. **Can. J. Comp. Med.**, v. 49, p. 10-14, 1985.
- MORAES, M. P. et al. Evolução da imunidade passiva em fêmeas bovinas da raça Holandesa. **Ciênc. Rural**, v. 27, p. 435-440, 1997.
- MORAND-FEHR, P. Management programs for the prevention of kids losses. INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4., 1987. **Anais...** Brasília, 1987, p. 405-423.
- O'BRIEN, J. P.; SHERMAN, D. M. Serum immunoglobulin concentrations of newborn goat kids and subsequent kid survival through weaning. **Small Rumin. Res.**, v. 11, p. 71-77, 1993.

- ORSEL, K. et al. Serum gamma globulin titre in goat kids after colostrum administration: effect of time of administration, volume and type of colostrum. **Tijdschr. Diergeneeskde.**, v. 125, p. 709-712, 2000.
- PAULETTI, P. et al. Quality of colostrum passive immunity and pattern of serum protein fluctuation in newborn calves. **Sci. Agric.**, v. 60, p. 453-456, 2003.
- PIMENTA FILHO, E. C.; ALMEIDA, C. C. **Instalação para exploração leiteira**. João Pessoa: Gráfica União, 1995, 79p.
- PINHEIRO, R. R. et al. Aspectos epidemiológicos da caprinocultura cearense. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 52, p. 534-543, 2000.
- RADEL G. Caprinocultores: Investimento viável para o semi-rido. **Jornal à Tarde**, 2002. Disponível em: <http://www.accoba.com.br/ap_info_dc.asp?idInfo=155>. Acesso em: 23 mai. 2009.
- RADOSTITS, O. M. et al. **Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 10. ed. Elsevier Saunders, 2007. 2156 p.
- RAMÍREZ-BRIBIESCA, J. E. et al. Main causes of mortality in dairy goat kids from the Mexican plateau. **Small Rumin. Res.**, v. 44, p. 77-80, 2001.
- RIBEIRO, M. F. B. et al. Hipogamaglobulinemia em bezerros. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 35, p. 537-546, 1983.
- SANTOS, G. T.; GRONGNET, J. F. Transmissão de imunidade passiva colostrum em ruminantes. **Gado Holandês**, v. 178, p. 17-30, 1990.
- SILVA, S. L. **Constituintes séricos e hematológicos de cabritos recém-nascidos alimentados com colostro de cabras submetido ou não a tratamento térmico e com colostro de vaca**. 2005. 76 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- SIMÕES, S. V. D. et al. Imunidade passiva, morbidade neonatal e desempenho de cabritos em diferentes manejos de colostro. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 25, p. 219-224, 2005.
- THOMPSON, J. C.; PAULI, J. V. Colostral transfer of gamma glutamyl transpeptidase in calves. **New Zealand Vet. J.**, v. 29, p. 223-226, 1981.

TIZARD, I. R. **Imunologia veterinária**: uma introdução. 6. ed. São Paulo: Roca, 2002. 532 p.

VIHAN, V. S. Immunoglobulin levels and their effect on neonatal survival in sheep and goats. **Small Rumin. Res.**, v. 1, p. 135-144, 1988.

ZADOKS, R. N. et al. Serum gammaglobulin titre in goat kids after colostrum administration: effect of commercial colostrum replacers. **Tijdschr. Diergeneeskd.**, v. 126, p. 646-650, 2001.

CAPÍTULO 2 – PERÍODO DE ABSORÇÃO INTESTINAL DE MACROMOLÉCULAS EM CABRITOS RECÉM-NASCIDOS APÓS A INGESTÃO DE COLOSTRO BOVINO

RESUMO – Após o nascimento os cabritos são dependentes das imunoglobulinas colostrais devido às características placentárias que não permitem a passagem de macromoléculas da circulação materna. De acordo com a literatura os cabritos possuem capacidade absorviva por até quatro dias. Muitos aspectos fisiológicos de outras espécies são aceitos e utilizados para caprinos, mas aqueles relacionados à transferência de imunidade passiva precisam de investigação. Os objetivos do presente estudo foram determinar o período de passagem de macromoléculas da mucosa intestinal para a circulação e a duração da proteção humoral transferida passivamente pela ingestão de colostro bovino e caprino. Sessenta cabritos recém-nascidos foram distribuídos em seis tratamentos: T 0 (n=25) – ingestão natural de colostro caprino à vontade; T 1 (n=7) – colostro bovino entre o nascimento e duas horas pós-parto; T 2 (n=7) – ingestão de colostro bovino entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 (n=7) – leite nas primeiras oito horas e colostro bovino entre 10 e 12 horas pós-parto; T 4 (n=7) – ingestão de leite até 18 horas e colostro bovino entre 22 e 24 horas pós-nascimento; T 5 (n=7) – leite até 30 horas e ingestão de colostro bovino entre 34 e 36 horas pós-parto. Determinaram-se as concentrações séricas de proteína total (PT), gamaglobulina, imunoglobulina G (IgG) e a atividade sérica de gamaglutamiltransferase (GGT). Ao nascimento, todos os neonatos tiveram valores mais baixos das variáveis, com aumento significativo da PT e gamaglobulina, após dois dias, nos grupos T 0, T 1 e T 2; a IgG e GGT aumentaram em todos os grupos. Os tratamentos T 3, T 4 e T 5 foram considerados como indutores de falha de transferência de imunidade passiva. A absorção de macromoléculas pelo trato intestinal dos cabritos ocorreu até 36 horas pós-parto, sendo mais efetiva até 12 horas. Os níveis de anticorpos

persistiram até 75 dias após a ingestão de colostro bovino, porém, com concentrações inadequadas.

Palavras-Chave: Caprino, gamaglobulina, gama-glutamiltransferase, imunidade passiva, imunoglobulina G, proteína total

MACROMOLECULES INTESTINAL ABSORPTION PERIOD OF GOAT KIDS AFTER BOVINE COLOSTRUM INTAKE

SUMMARY – After birth goat kids are dependent of colostrum immunoglobulins due to placental characteristics that don't allow macromolecules passage from dam's circulation. According to literature goat kids have colostrum immunoglobulin absorption capability for up to four days. Many physiological aspects of other species have been accepted and used for goats, but those related to passive immunity transference needs more investigation. The goals of the present study was to determine the period of macromolecules passage through gut wall to circulation until 36 hours postpartum and verify the duration of protective humoral immunity transferred by the ingestion of bovine and caprine colostrum. Sixty newborn goat kids were allocated into six treatment groups: T 0 (n=25) – non-restricted natural ingestion of goat colostrum; T 1 (n=7) – bovine colostrum from birth to two hours postpartum; T 2 (n=7) – bovine colostrum ingestion between four to six hours after birth; T 3 (n=7) – milk intake until the first eight hours and bovine colostrum administration between 10 to 12 hours postpartum; T 4 (n=7) – milk ingestion for the first 18 hours and bovine colostrum ingestion between 22 and 24 hours after birth; T 5 (n=7) – milk administration until 30 hours and bovine colostrum intake between 34 to 36 hours postpartum. The total protein (TP), gammaglobulin, immunoglobulin G (IgG) and gammaglutamyltransferase (GGT) serum concentrations were determined. At birth all neonates presented lower values of the variables, with significant increase of TP and gammaglobulin at two days in groups T 0, T 1 and T 2, IgG and GGT increased in all groups. The treatments T 3, T 4 and T 5 were considered to induce failure of immunity passive transfer. The absorption of macromolecules by kid's intestinal tract occurred until 36 hours postpartum, with better effectiveness until 12 hours. Antibody levels persist up to 75 days after bovine colostrum ingestion, but at this time their low concentrations doesn't provide adequate protection.

Keywords: Caprine, gammaglobulin, gamma-glutamyltransferase, immunoglobulin G, passive immunity, total protein

INTRODUÇÃO

Depois de ser formado em ambiente estéril como o útero, os recém-nascidos encontram-se frente a um meio repleto de agentes causadores de doenças e não são capazes de demonstrar resposta imunológica eficaz no momento do nascimento (ALVES, 1999).

A placenta dos ruminantes é sindesmocorial, ou seja, o epitélio coriônico fica em contato direto com os tecidos uterinos, dificultando a passagem transplacentária das moléculas de imunoglobulinas. Os recém-nascidos dessas espécies são, dessa forma, completamente dependentes dos anticorpos recebidos através do colostro (TIZARD, 2002).

No manejo do período neonatal, a ingestão do colostro representa uma das mais importantes recomendações dentro do conjunto de medidas sanitárias do rebanho (SIMÕES et al., 2005).

A transferência de imunidade passiva por ingestão de colostro rico em imunoglobulinas nas primeiras horas de vida é evento de importância capital para a saúde e sobrevivência do recém-nascido. As imunoglobulinas colostrais absorvidas possuem meia-vida curta (20 dias para a imunoglobulina G) na circulação dos bezerros recém-nascidos (BESSER; GAY, 1994).

É conhecida, no bezerro holandês, a variação fisiológica das imunoglobulinas séricas relacionada à idade (COSTA, 2000; FAGLIARI et al., 1998; FEITOSA, 1998; MORAES et al., 1997; PAULETTI et al., 2003; RIBEIRO et al., 1983). De forma geral, segue-se ao pico de concentração sérica, às 24 horas de vida, redução progressiva até os 30 ou 45 dias de idade, após, o que, estabelece-se nova curva ascendente. Esta elevação deve-se à síntese ativa de anticorpos pelo sistema imunológico já competente (FEITOSA, 1998).

Este fato, dentre outros aspectos fisiológicos, merece ser investigado de forma mais aprofundada nos neonatos da espécie caprina, já que as diferenças entre as espécies devem ser conhecidas e elucidadas. Como exemplo: existe, ainda, dúvida com relação ao período de absorção de imunoglobulinas pelo epitélio intestinal dos caprinos, já que alguns autores acreditam que os animais

dessa espécie possuem a capacidade de absorver imunoglobulinas por até quatro dias (RADOSTITS et al., 2007; SMITH; SHERMAN, 1994), ou seja, período esse bem superior ao mencionado para a espécie bovina.

Segundo Perino et al. (1993), a parede intestinal de bovinos neonatos tem a capacidade de absorver macromoléculas intactas nas primeiras 24 horas de vida, e tal característica, provavelmente, também estaria presente nos recém-nascidos da espécie caprina. Desta forma, o mais importante para o animal recém-nascido talvez seja a determinação do tempo limite para que haja o fornecimento do colostro, uma vez que a capacidade do animal em absorver as gamaglobulinas decresce significativamente com o tempo, independente da espécie.

A maior parte do conhecimento sobre os aspectos fisiológicos envolvidos e os fatores capazes de determinar falhas na transferência da imunidade passiva originou-se de pesquisas com bovinos de leite (BESSER; GAY, 1994).

O colostro de vacas, ovelhas e cabras apresenta alta atividade de gamaglutamiltransferase (GGT) que, juntamente com os anticorpos colostrais, é facilmente transportada da parede intestinal do neonato para o plasma (KRAMER, 1989).

O uso da atividade enzimática da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo, como meio alternativo para a identificação indireta de bezerros imunologicamente deficientes por inadequada transferência passiva de imunoglobulinas, foi demonstrada por Feitosa et al. (2001). A utilização dessa enzima com essa finalidade foi também observada por Britti et al. (2005) para animais da espécie ovina, onde se denotou correlação significativa entre a concentração de IgG e a atividade sérica da GGT. Há dúvidas, entretanto, de que estes conceitos possam ser simplesmente extrapolados e/ou completamente aceitos para os animais da espécie caprina.

O nível de gamaglobulinas no soro é significativamente menor em cabritos que recebem 100 mL de colostro, quando comparados aos que recebem 150 a 200 mL em até 90 minutos pós-nascimento (ORSEL et al., 2000), demonstrando que, além da qualidade do colostro, a quantidade

ingerida está diretamente relacionada à concentração de imunoglobulinas no soro sanguíneo de caprinos.

Existem, na literatura, trabalhos comparando o título de imunoglobulinas em cabritos recém-nascidos alimentados com colostro caprino, bovino, ovino e substitutos comerciais, e todos apontam para resultado comum, qual seja, que nenhum dos substitutos do colostro caprino é adequado como fonte de imunoglobulinas (ARGÜELLO et al., 2004; GOES; TEIXEIRA, 1998; ORSEL et al., 2000; ZADOKS et al., 2001). Porém, no manejo do recém-nascido nos criatórios, muitas vezes faz-se necessário o uso de colostros de outras espécies ou fontes para suprir deficiências na sua produção, como no caso de mastite, ou então para evitar a transmissão de determinadas enfermidades, como a CAE, que, sabidamente, possui característica de transmissão vertical através do colostro/leite.

O uso de colostro caprino refrigerado ou congelado, na quantidade diária de 10% do peso vivo, não apresentou diferenças até os 30 dias de vida (ARGÜELLO et al., 2004). Comparando-se o efeito no uso de colostro liofilizado e colostro congelado na transferência passiva de imunoglobulinas G (IgG) em cabritos, no mesmo manejo alimentar e mesma massa de IgG por kg de peso vivo, foi demonstrado efeito satisfatório em ambas as fontes de IgG (CASTRO et al., 2005).

A sobrevivência de cabritos está intimamente vinculada à boa transferência de imunidade passiva por meio do colostro, pois quanto mais elevados os níveis de imunoglobulinas no soro, melhor será, teoricamente, a defesa contra ataques de agentes infecciosos (SANTANA et al., 2003).

O presente estudo objetivou testar a hipótese de que cabritos recém-nascidos possuem adequada capacidade de absorção intestinal de macromoléculas presentes no colostro bovino até 36 horas pós-nascimento, e determinar a duração da proteção humoral transmitida passivamente para os cabritos pelos colostros bovino e caprino.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 60 cabritos, hígidos, nascidos de partos eutócicos, machos e fêmeas, sendo 25 cabritos da raça Bôer, denominados como grupo controle, submetidos ao Tratamento 0 (T 0) – após o parto estes animais mamaram colostro à vontade em suas respectivas mães. Outros 35 cabritos, das raças Saanen e Pardo Alpino, foram separados das cabras imediatamente após o nascimento, divididos em cinco grupos com sete animais cada, e submetidos a diferentes manejos de colostro bovino, em uma única mamada, a saber: Tratamento 1 (T 1) – fornecimento de colostro até duas horas pós-nascimento; Tratamento 2 (T 2) – fornecimento de colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; Tratamento 3 (T 3) – administração de leite nas primeiras oito horas de vida, e de colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; Tratamento 4 (T 4) – fornecimento de leite durante as primeiras 18 horas de vida, e de colostro de vaca, entre 22 e 24 horas de nascidos; e Tratamento 5 (T 5) – leite administrado até as 30 horas de vida, e colostro, entre 34 e 36 horas.

Os animais tratados com colostro de vaca receberam quantidade correspondente a 10% do peso vivo, proveniente dos quatro quartos de úbere, de primeira ordenha, obtido de vacas pluríparas, logo após o parto. O colostro foi imediatamente avaliado em colostrômetro¹, que fornece medida indireta da concentração total das imunoglobulinas no mesmo. O “pool” de colostro utilizado apresentava concentração de imunoglobulinas de 90 mg/mL, dentro do intervalo de 51 a 140 mg/mL, pontuação atribuída aos colostros de ótima qualidade, segundo recomendações do fabricante. O colostro era mantido congelado a – 20 °C até a sua utilização, sendo descongelado em banho-maria a 35°C.

Após a ingestão de colostro bovino pelos animais dos grupos T 1 a T 5, os mesmos foram alimentados exclusivamente com leite em quantidade equivalente a 10% do peso vivo/dia, dividida em duas alimentações diárias, não recebendo, assim, qualquer outra possível fonte de imunoglobulina.

¹ Colostrometer™, Biogenics®, 09359 Highway, Mapleton, Oregon, EUA.

Após os cuidados e avaliação física imediata após o nascimento, colheram-se amostras de sangue de cada cabrito logo após o parto, e antes da ingestão de colostro (zero dia), como também aos dois, sete, 15, 30 e 75 dias de vida. Realizaram-se as colheitas de sangue, após antissepsia local, por punção da veia jugular, utilizando-se agulhas 25x0,7 mm acopladas a tubos a vácuo siliconizados, sem anticoagulante, para volume de 10 mL. O sangue recolhido para obtenção do soro era mantido em temperatura ambiente, ao abrigo da luz, até a coagulação e retração do coágulo. Em seguida, centrifugado a 3.000 r.p.m., durante cinco minutos, para melhor separação do soro, sendo transferido para frascos de plástico apropriados, divididos em duas alíquotas, e congelados imediatamente a - 20° C, até o momento do seu processamento.

Determinou-se a proteína sérica total (PT), utilizando-se refratômetro clínico². A fração gamaglobulina, pela migração eletroforética para separação das frações proteicas do soro, segundo as técnicas descritas por Friedman (1961) e Kremers et al. (1967), citados por Strufaldi (1987), utilizando fitas de acetato de celulose³ de 2,5x14,0 cm, com leitura e interpretação do fracionamento eletroforético realizadas em densitômetro para eletroforese⁴, e por programa computacional⁵, com marcação automática das diferentes frações proteicas.

Realizaram-se as determinações séricas da imunoglobulina G segundo a técnica de Fahey e McKelvey (1965) e Mancini et al. (1965), utilizando-se placas de ágar incorporadas com anticorpos específicos para a classe de imunoglobulina G de bovinos⁶ e de caprinos⁷, de acordo com as recomendações do fabricante. A quantidade de imunoglobulina em questão era, então, estimada, observando-se a concentração de imunoglobulina correspondente a cada amostra, pela simulação, no computador, de gráfico

² Clinical refractometer Master-SUR/NM, Atago, Honcho, Itabashi-ku, Tóquio, Japão.

³ Cellogel®, M.A.L.T.A. Chemetron, Via Console Flamino 5, Milano, Itália.

⁴ Quickscan 2000, Helena Laboratories, Beaumont, Texas, EUA.

⁵ Quickscan 2000 Win, Helena Laboratories, Beaumont, Texas, EUA.

⁶ Bov IgG Test, IDBiotech, Avenue Marie Curie, Issoire, França.

⁷ Cap IgG Test, IDBiotech, Avenue Marie Curie, Issoire, França.

com os valores obtidos para os respectivos padrões de IgG, fornecidos com os “kits”.

As análises bioquímicas foram realizadas em analisador bioquímico semi-automatizado⁸, após verificação do controle de qualidade com controles comerciais 1H⁹ e 2H¹⁰, além do controle padrão interno do laboratório.

Determinou-se a atividade sérica da gamaglutamiltransferase de acordo com o método cinético colorimétrico recomendado pela “International Federation of Clinical Chemistry” (IFCC), usando-se “kit” comercial para GGT¹¹, segundo técnica modificada de Szasz (1969).

De acordo com os resultados dos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (Bartlett), os dados foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA) ou não paramétrica (Friedman) com medidas repetidas, seguidos dos testes de Tukey ou Dunn, respectivamente, para verificação das diferenças entre os momentos.

Para a determinação das diferenças entre os tratamentos, empregou-se a análise de variância paramétrica (ANOVA) ou não paramétrica (Kruskal-Wallis), seguidos dos testes de Tukey ou Dunn, respectivamente.

Em todas as variáveis foram descritas somente as médias e os desvios-padrões, de modo a facilitar a comparação com a literatura e a interpretação dos resultados.

Foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson ou de Spearman entre as variáveis: proteína total, gamaglobulina, imunoglobulina G e GGT. Os resultados foram significativos quando $p < 0,05$.

⁸ QuickLab 2, Drake Eletrônica Comércio Ltda., São Paulo, Brasil.

⁹ Qualitrol 1H, Labtest, Lagoa Santa, Minas Gerais.

¹⁰ Qualitrol 2H, Labtest, Lagoa Santa, Minas Gerais.

¹¹ GGT, Katal Biotecnológica, cod. 20B, Belo Horizonte, Minas Gerais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando comparados os teores séricos de proteína total nos diferentes tratamentos de fornecimento de colostro (Tabela 1), observou-se que não houve diferença significativa entre os mesmos, antes da ingestão de colostro, sugerindo não haver diferenças entre as raças ao nascimento. Estes valores foram semelhantes aos teores verificados por Santana et al. (2003), de 4,2 g/dL em cabritos mestiços das raças Toggemburg, Saanen e Pardo Alpino, e aos constatados por Simões et al. (2005), em cabritos da raça Saanen antes da ingestão de colostro, de 3,75 a 4,00 g/dL, sendo que ambos os autores utilizaram o método do biureto para as determinações.

Tabela 1 – Médias e desvios-padrões da proteína total sérica (g/dL) de cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida, submetidos a diferentes manejos no fornecimento de colostro: T 0 – colostro caprino com ingestão voluntária à vontade; T 1 – ingestão de colostro bovino até duas horas pós-nascimento; T 2 – colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 – leite nas primeiras oito horas de vida e colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; T 4 – leite durante as primeiras 18 horas de vida e colostro de vaca entre 22 e 24 horas de nascidos; e T 5 – leite até as 30 horas de vida e colostro entre 34 e 36 horas

Tratamento	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
T 0	3,76 ^{Ae} (0,40)	6,82 ^{Aa} (0,91)	6,56 ^{Aab} (0,65)	6,05 ^{Aabc} (0,42)	5,63 ^{Acd} (0,34)	5,18 ^{Bde} (0,51)
T 1	4,06 ^{Ac} (0,22)	4,80 ^{ABab} (0,54)	4,37 ^{Bbc} (0,58)	4,20 ^{Bbc} (0,57)	4,30 ^{Bbc} (0,57)	5,08 ^{Ba} (0,34)
T 2	3,54 ^{Ad} (0,49)	4,40 ^{Bbc} (0,52)	4,14 ^{Bbcd} (0,22)	4,31 ^{Bbcd} (0,47)	4,83 ^{Bab} (0,53)	5,51 ^{Aab} (0,63)
T 3	4,17 ^{Ac} (0,55)	4,40 ^{Bbc} (0,57)	4,34 ^{Bbc} (0,63)	4,47 ^{Bbc} (0,19)	5,30 ^{ABab} (0,73)	6,20 ^{Aa} (0,89)
T 4	4,00 ^{Abc} (0,64)	3,69 ^{Bc} (0,47)	3,77 ^{Bc} (0,56)	3,97 ^{Bbc} (0,69)	4,77 ^{Bab} (0,70)	5,46 ^{Aab} (0,40)
T 5	4,00 ^{Ab} (0,16)	3,89 ^{Bb} (0,16)	3,97 ^{Bb} (0,31)	4,20 ^{Bab} (0,35)	4,91 ^{ABab} (0,73)	5,63 ^{Aab} (0,58)

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ($p < 0,05$).

Os valores séricos de proteína total dos animais de todos os tratamentos no dia 0 (Tabela 1, Figura 1) foram menores que o intervalo de referência para caprinos adultos, de 6,4 a 7,0 g/dL (KANEKO, 1989) e de $7,2 \pm 1,1$ g/dL (PÉREZ et al., 2003), devido à menor concentração ou ausência da fração gamaglobulina no soro dos neonatos caprinos (CONSTANT et al., 1994; SIMÕES et al., 2005), visto que estes nascem agamaglobulinêmicos, pelo tipo de placenta, que impede a passagem destas macromoléculas da circulação materna para a fetal (TIZARD, 2002). Níveis mais baixos de PT antes da ingestão de colostro também foram observados em bezerros (COSTA et al., 2007; FAGLIARI et al., 1988; FEITOSA, 1998; JONES, et al., 2004; KINDLEIN et al., 2007; PERINO et al., 1993).

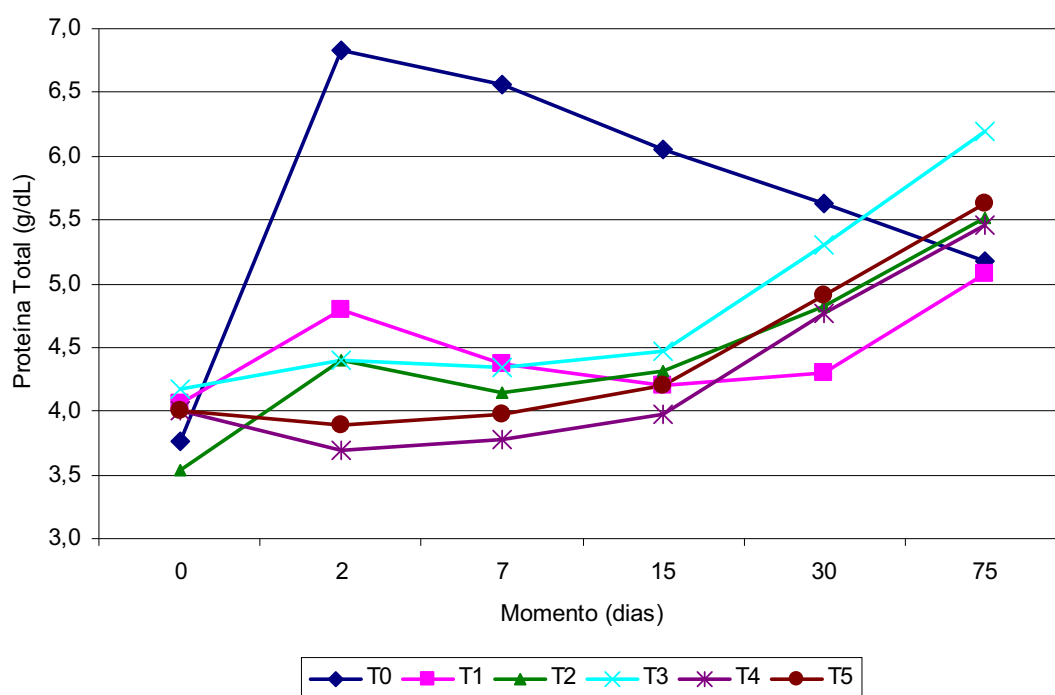


FIGURA 1 – Dinâmica das concentrações séricas de proteína total (g/dL) em cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida submetidos a diferentes manejos no fornecimento de colostro: T 0 – colostro caprino com ingestão voluntária à vontade; T 1 – ingestão de colostro bovino até duas horas pós-nascimento; T 2 – colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 – leite nas primeiras oito horas de vida e colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; T 4 – leite durante as primeiras 18 horas de vida e colostro de vaca entre 22 e 24 horas de nascidos; e T 5 – leite até as 30 horas de vida e colostro entre 34 e 36 horas.

Aos dois dias de idade, os animais dos tratamentos T 0 a T 2 apresentaram aumento significativo da PT em relação ao do momento zero (Tabela 1); este fato se deveu à ingestão de colostro e consequente aumento dos níveis de gamaglobulinas séricas (CHEN et al., 1999; SANTANA et al., 2003; SILVA et al., 2007; SIMÕES et al., 2005). Já o grupo T 0, apresentou maior elevação, provavelmente devido à ingestão irrestrita de colostro, enquanto que, nos demais tratamentos, esta se restringia a uma única mamada com volume de 10% do peso vivo, que possivelmente excedeu a capacidade absorptiva de macromoléculas pela mucosa intestinal.

No tratamento T 3 observou-se que não houve diferença significativa da PT entre zero e dois dias (Tabela 1), demonstrando que, às 12 horas de vida, já começa a ocorrer comprometimento da eficácia de absorção de macromoléculas pela mucosa intestinal. Esta analogia encontra suporte nos resultados dos tratamentos T 4 e T 5, que apresentaram tendência à diminuição da concentração de proteína total aos dois dias de vida, mesmo tendo recebido a mesma proporção de colostro que os demais, contrariando, em parte, as afirmações de Radostits et al. (2007), que descreveram que os animais dessa espécie possuem capacidade de absorver imunoglobulinas por até quatro dias. Apesar de se constatar, mesmo desprovida de significância estatística, absorção de imunoglobulinas em todos os tratamentos (Tabelas 2 e 3), a mesma pode não ser suficiente para suprir as necessidades de proteção humoral, principalmente em ambientes com maior desafio antigênico.

Contudo, em todos os grupos que receberam colostro bovino, aos dois dias de idade, os valores de PT foram menores aos obtidos por Santana et al. (2003), de 5,8 a 6,6 g/dL, às 24 horas de vida, em cabritos recém-nascidos que ingeriram colostro caprino, e aos obtidos por Simões et al. (2005), que variaram de 5,77 a 7,00 g/dL, 30 horas após o fornecimento de colostro de cabras, sob diferentes manejos. Esses resultados declinaram, na maioria dos grupos, até os sete dias de idade. Os teores máximos da proteína total foram observados aos 75 dias de idade para todos os grupos experimentais, estando de acordo com os relatos de Ducker e Fraser (1976).

Nos dias sete e 15, o tratamento T 0 continuou com níveis de PT mais elevados que os demais grupos (Tabela 1), vindo a apresentar níveis próximos aos obtidos pelos animais que receberam os outros tratamentos, aos 30 e 75 dias de vida.

A dinâmica da variação das concentrações de PT dos cabritos submetidos aos diferentes tratamentos pode ser visualizada na Figura 1. É evidente a diferença desta dinâmica entre os tratamentos, com elevação mais precoce da concentração de PT nos tratamentos que receberam o colostro com intervalo maior após o nascimento.

Não se constatou diferença significativa na concentração sérica de gamaglobulina, antes da ingestão de colostro (momento zero), entre os tratamentos (Tabela 2), apresentando valores abaixo do intervalo de referência, de 900 a 3000 mg/dL (KANEKO, 1989), plenamente justificado pelo estado agama ou hipoglobulinêmico apresentado por ruminantes recém-nascidos (TIZARD, 2002). Porém, estes foram superiores aos encontrados por Simões et al. (2005), que não detectaram teores desta fração eletroforética, e aos descritos por Silva et al. (2007), que variaram de 23 ± 6 a 30 ± 7 mg/dL. Ambos os pesquisadores utilizaram a técnica de eletroforese em gel de agarose no soro de cabritos, antes da ingestão de colostro, sob diferentes manejos de colostro. Essa baixa concentração de gamaglobulinas também foi observada em bezerros (BORGES et al., 2001; FAGLIARI et al., 1988; FEITOSA, 1998).

Tabela 2 – Médias e desvios-padrões de gamaglobulina sérica (mg/dL) de cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida, submetidos a diferentes manejos no fornecimento de colostro: T 0 – colostro caprino com ingestão voluntária à vontade; T 1 – ingestão de colostro bovino até duas horas pós-nascimento; T 2 – colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 – leite nas primeiras oito horas de vida e colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; T 4 – leite durante as primeiras 18 horas de vida e colostro de vaca entre 22 e 24 horas de nascidos; e T 5 – leite até as 30 horas de vida e colostro entre 34 e 36 horas

Tratamento	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
T 0	90,40 ^{Ae} (33,72)	3051,60 ^{Aa} (850,37)	2272,00 ^{Aab} (403,15)	1638,40 ^{Abc} (384,01)	1067,20 ^{Ac} (203,19)	1053,60 ^{AcD} (237,59)
T 1	128,57 ^{Ab} (54,90)	1118,57 ^{ABa} (412,00)	948,57 ^{Aba} (404,70)	687,14 ^{ABab} (374,95)	422,86 ^{Bab} (171,53)	582,86 ^{Bab} (136,59)
T 2	77,14 ^{Ab} (23,60)	627,14 ^{Ba} (255,45)	498,57 ^{Ba} (141,71)	365,71 ^{Bab} (74,80)	332,86 ^{Bab} (85,97)	648,57 ^{Ba} (340,02)
T 3	145,71 ^{Ab} (91,26)	511,43 ^{Bab} (278,47)	398,57 ^{Bab} (182,43)	340,00 ^{Bb} (140,48)	575,71 ^{ABab} (286,76)	932,86 ^{Aab} (445,86)
T 4	115,71 ^{Ac} (67,54)	204,29 ^{Bbc} (25,07)	220,00 ^{Bbc} (120,28)	218,57 ^{Babc} (50,80)	322,86 ^{Bab} (69,21)	807,14 ^{Aab} (154,03)
T 5	97,14 ^{Ac} (28,70)	141,43 ^{Bbc} (39,76)	190,00 ^{Bbc} (100,66)	305,71 ^{Babc} (144,78)	527,14 ^{Bab} (247,23)	1151,43 ^{Aab} (674,89)

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ($p < 0,05$).

Nos tratamentos T 0 a T 2, que receberam colostro mais precocemente, observou-se aumento significativo de gamaglobulinas entre o nascimento e às 48 horas de vida (Tabela 2), em virtude da migração de todas as globulinas, que têm função de anticorpo, para a respectiva fração. Estes achados estão de acordo com Vihan (1988), que encontrou maiores concentrações da respectiva fração até os cinco dias de vida, sugerindo que, quanto menor o intervalo até a ingestão de colostro, melhor a taxa de absorção de imunoglobulinas. Seguiu-se, ao valor máximo da concentração sérica, redução contínua da respectiva fração proteica consequente à degradação e à sua combinação com antígenos. A curva obtida para a fração gamaglobulina, coerente com a variação de PT,

exibe o formato clássico representativo desse processo fisiológico (AMORIM, 2002; FEITOSA et al., 2001), como demonstrado na Figura 2.

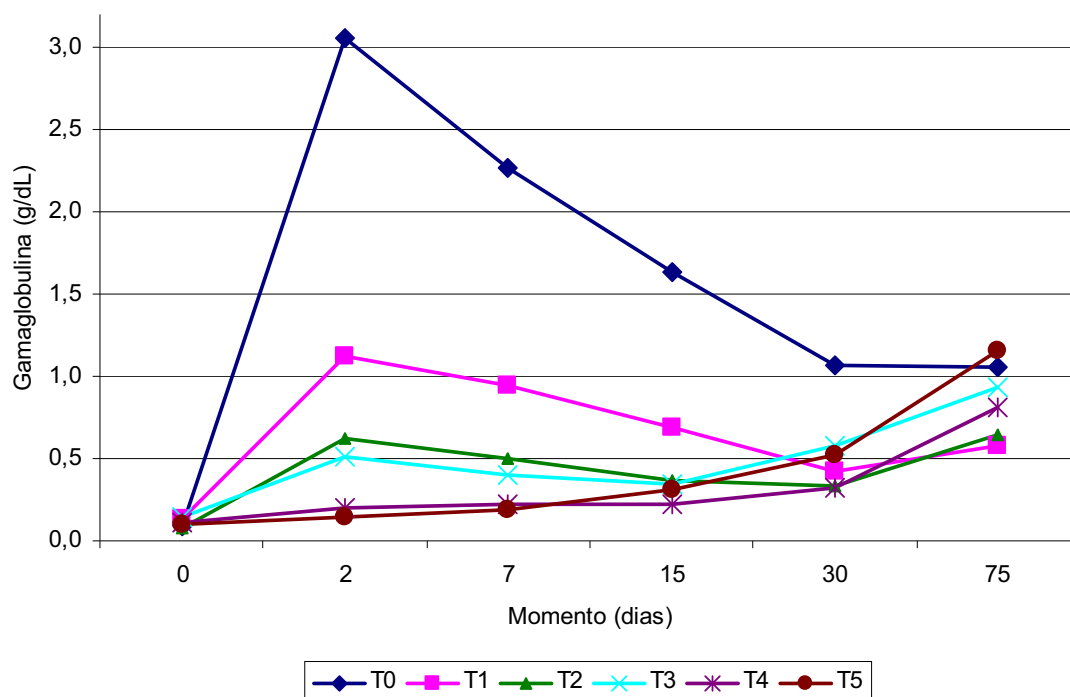


FIGURA 2 – Dinâmica das concentrações séricas de gamaglobulina (g/dL) em cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida submetidos a diferentes manejos no fornecimento de colostro: T 0 – colostro caprino com ingestão voluntária à vontade; T 1 – ingestão de colostro bovino até duas horas pós-nascimento; T 2 – colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 – leite nas primeiras oito horas de vida e colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; T 4 – leite durante as primeiras 18 horas de vida e colostro de vaca entre 22 e 24 horas de nascidos; e T 5 – leite até as 30 horas de vida e colostro entre 34 e 36 horas.

As concentrações de gamaglobulinas, para todos os tratamentos que ingeriram colostro bovino, às 48 horas de vida, foram inferiores às dos recém-nascidos que ingeriram colostro caprino sem restrições (Tabela 2), e às descritas por Silva et al. (2007), no mesmo momento de avaliação, em cabritos neonatos que receberam colostro caprino (2071 ± 911 mg/dL) e bovino (2233 ± 799 mg/dL), na quantidade de 10 a 15% do peso vivo, em duas ou mais mamadas, ao longo de 48 horas. Os valores foram menores aos dados apresentados por Simões et al. (2005), estudando cabritos da raça Saanen, 30 horas após a ingestão de colostro, com variação de 1,65 a 2,47 g/dL. Estas

diferenças, em relação ao presente estudo, deveram-se, provavelmente, à limitação da ingestão do colostro bovino em apenas uma mamada, o que, juntamente com os diferentes momentos de fornecimento, influenciou nos níveis de absorção de gamaglobulinas. Já os animais do grupo controle (T 0), apresentaram maiores níveis que os relatados pelos referidos autores, demonstrando que animais que ingerem o colostro naturalmente têm maior teor sérico de gamaglobulinas, e, portanto, melhor proteção imune humoral.

Em semelhança ao observado para os valores de proteína total, os grupos T 3, T 4 e T 5 apresentaram pouca variação na concentração de gamaglobulinas, o que reforça a hipótese de que a absorção de macromoléculas pela mucosa intestinal, 12 horas pós-nascimento, encontra-se suficientemente comprometida, aumentando a possibilidade de ocorrência de falha de transferência passiva nos neonatos após este tempo. Na Tabela 2, observa-se que o tratamento T 0 apresentou declínio a partir de dois até 75 dias de vida, enquanto os tratamentos T 1 e T2 demonstraram declínio até os 30 dias de idade, com posterior aumento; já o T 3 e T4 declinaram até os 15 dias, com incremento a partir do primeiro mês de vida, e, o T 5, apresentou ponto inicial de elevação da concentração de gamaglobulinas, aos sete dias de idade. Esta dinâmica apresentada sugere, que, quanto menor o fornecimento e/ou absorção de globulinas colostrais, mais precocemente se inicia a produção endógena de imunoglobulinas. Com exceção do T 0, onde se observou tendência de aumento aos 75 dias, devido provavelmente à produção endógena.

As concentrações séricas de imunoglobulina G obtidas por imunodifusão radial em caprinos recém-nascidos antes da primeira mamada de colostro e até as 75 dias de vida estão apresentadas na Tabela 3. A concentração sérica máxima de IgG foi verificada 48 horas após o nascimento, em todos os tratamentos, observando-se diminuição gradativa e contínua até os 75 dias de avaliação (Tabela 3), em virtude do catabolismo das imunoglobulinas provenientes do colostro, como verificado por Silva (2005).

Tabela 3 – Médias e desvios-padrões de imunoglobulina G (mg/dL) sérica de cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida, submetidos a diferentes manejos no fornecimento de colostro: T 0 – colostro caprino com ingestão voluntária à vontade; T 1 – ingestão de colostro bovino até duas horas pós-nascimento; T 2 – colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 – leite nas primeiras oito horas de vida e colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; T 4 – leite durante as primeiras 18 horas de vida e colostro de vaca entre 22 e 24 horas de nascidos; e T 5 – leite até as 30 horas de vida e colostro entre 34 e 36 horas

Tratamento	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
T 0	3,61 ^{Af} (1,34)	3166,24 ^{Aa} (1202,14)	2367,19 ^{Aab} (968,63)	1650,92 ^{Abcd} (611,02)	1318,38 ^{Acde} (410,20)	1711,68 ^{Abc} (655,16)
T 1	0,00 ^{Be} (0,00)	1485,96 ^{Aa} (610,07)	887,92 ^{ABb} (436,69)	806,62 ^{ABbc} (327,06)	643,20 ^{ABbcd} (304,76)	14,94 ^{Be} (11,25)
T 2	0,00 ^{Bb} (0,00)	960,21 ^{Aa} (471,46)	206,22 ^{BCb} (97,67)	118,71 ^{Bcb} (42,87)	30,45 ^{Bb} (21,98)	5,67 ^{Bb} (9,97)
T 3	0,00 ^{Bb} (0,00)	503,95 ^{Ba} (303,54)	123,71 ^{BCb} (61,81)	54,88 ^{BCb} (33,86)	16,44 ^{Bb} (3,14)	6,78 ^{Bb} (7,95)
T 4	0,00 ^{Be} (0,00)	59,98 ^{Ba} (20,49)	42,38 ^{BCb} (10,29)	31,22 ^{BCbc} (3,90)	15,35 ^{Bd} (5,11)	1,58 ^{Bde} (1,01)
T 5	0,00 ^{Bd} (0,00)	55,75 ^{Ba} (19,29)	16,99 ^{Cb} (12,21)	15,96 ^{Cbc} (14,36)	10,43 ^{Bbcd} (5,46)	0,15 ^{Bd} (0,34)

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ($p < 0,05$).

Há trabalhos, em bezerras, demonstrando que altas concentrações de anticorpos séricos podem retardar a produção endógena de imunoglobulinas (BESSI, 1996; DANIELE et al., 1994; RIBEIRO et al., 1983), fato que pode ter contribuído para a dinâmica apresentada pelos animais do tratamento T 0, como ilustrado na Figura 3. O conjunto de informações sugere que a síntese ativa de imunoglobulinas pelo sistema imunológico cada vez mais competente pode ser processo de desenvolvimento mais tardio nos neonatos da espécie caprina.

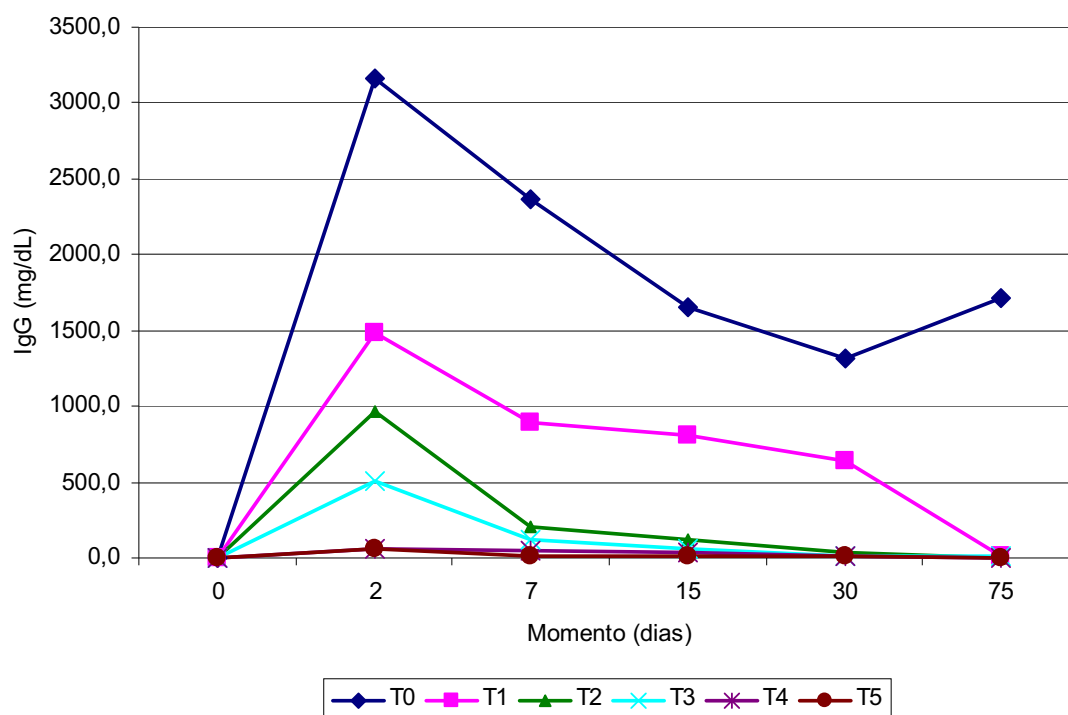


FIGURA 3 – Dinâmica das concentrações médias de IgG (mg/dL) em cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida submetidos a diferentes manejos no fornecimento de colostro: T 0 – colostro caprino com ingestão voluntária à vontade; T 1 – ingestão de colostro bovino até duas horas pós-nascimento; T 2 – colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 – leite nas primeiras oito horas de vida e colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; T 4 – leite durante as primeiras 18 horas de vida e colostro de vaca entre 22 e 24 horas de nascidos; e T 5 – leite até as 30 horas de vida e colostro entre 34 e 36 horas.

Segundo Machado Neto e Packer (1986) e Ribeiro et al. (1983), o momento de concentração mínima da proteína total refletiria a transição entre a fase de catabolismo das imunoglobulinas exógenas e o início da produção endógena da fração imunoglobulina G e de outras classes de imunoglobulinas. Nos animais dos tratamentos T 1, T 2 e T 3, os valores mínimos médios nos teores de PT ocorreram por volta dos sete e 15 dias de vida (Tabela 1), enquanto nos cabritos que receberam colostro mais tardiamente, entre 22 a 36 horas de nascidos; as menores concentrações médias foram constatadas aos dois dias de idade, sendo acompanhadas de concomitante elevação dos teores da fração gamaglobulina (Tabela 2). Porém, esta afirmação não pôde ser feita quanto às concentrações de IgG, pois nos tratamentos T 1 a T 5 foi mensurada

apenas a IgG bovina, que logicamente não apresentou elevação nos animais da espécie caprina, e sim, decréscimo até os 75 dias de vida, período no qual os menores valores desta imunoglobulina foram observados (Tabela 3).

Além da utilização do proteinograma como forma de se avaliar a efetiva aquisição de imunidade passiva, muitos autores relataram a possibilidade do uso da mensuração da atividade de algumas enzimas, como a aspartatoaminotransferase, gamaglutamiltransferase e fosfatase alcalina, geralmente utilizadas na rotina clínica para verificar lesões hepáticas, já que estas estariam presentes no colostro (BRAUN et al., 1982; RENDEL et al., 1964).

A eficácia da utilização da atividade da GGT como método auxiliar para diagnóstico de falha de transferência de imunidade passiva já foi comprovada por outros autores na espécie bovina (FEITOSA et al., 2001; PERINO et al., 1993), caprina (SILVA et al., 2007) e ovina (BRITTI et al., 2005; MADEN et al., 2003).

Como o colostro de vaca, ovelha e cabra contém grande atividade de GGT (KRAMER, 1989), espera-se que seus valores no soro sejam influenciados pela ingestão de macromoléculas presentes no colostro, ocorrendo a sua passagem através do trato digestório e, posteriormente, à corrente sanguínea do recém-nascido (FAGLIARI et al., 1996). A análise dos resultados permitiu constatar aumento significativo da atividade da gamaglutamiltransferase, em todos os grupos, entre zero e dois dias de idade (Tabela 4), em virtude da maior taxa de absorção desta enzima durante o período de maior permeabilidade do epitélio intestinal. De modo geral, todos os grupos, às 48 horas, apresentavam valores superiores ao intervalo de referência relatado na literatura para caprinos adultos, de 20 a 56 UI/L (KANEKO, 1989). Após este período, a atividade sérica decresceu gradativamente entre os 15 e 30 dias, comportamento este compatível com os descritos por Braun et al. (1982) e Zanker et al. (2001), quando, então, manteve-se próxima àquela de referência para animais adultos (KANEKO, 1989) e de $51,0 \pm 25,3$ UI/L (PÉREZ et al., 2003).

Tabela 4 – Médias e desvios-padrões das atividades séricas de gamaglutamiltransferase (UI/L) de cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida, submetidos a diferentes manejos de fornecimento de colostro: T 0 – colostro caprino com ingestão voluntária à vontade; T 1 – ingestão de colostro bovino até duas horas pós-nascimento; T 2 – colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 – leite nas primeiras oito horas de vida e colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; T 4 – leite durante as primeiras 18 horas de vida e colostro de vaca entre 22 e 24 horas de nascidos; e T 5 – leite até as 30 horas de vida e colostro entre 34 e 36 horas

Tratamento	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
T 0	39,70 ^{Ae} (8,18)	187,16 ^{ABa} (62,46)	75,71 ^{ABb} (18,40)	52,85 ^{AcD} (9,35)	46,83 ^{Ade} (7,45)	64,75 ^{Abc} (17,12)
T 1	30,16 ^{Ac} (5,04)	235,42 ^{Aa} (100,74)	96,96 ^{Aab} (40,16)	57,27 ^{ABabc} (18,53)	43,55 ^{Abc} (3,41)	47,88 ^{Babc} (5,06)
T 2	33,33 ^{Ab} (9,77)	134,77 ^{ABCa} (64,56)	59,19 ^{ABCab} (13,42)	43,19 ^{ABCb} (6,50)	46,90 ^{Aab} (5,55)	44,18 ^{Bab} (6,84)
T 3	39,09 ^{Ab} (7,43)	129,93 ^{ABCa} (63,39)	60,72 ^{ABCab} (26,06)	38,46 ^{BCb} (5,22)	40,80 ^{Ab} (3,45)	43,98 ^{Bab} (8,70)
T 4	38,79 ^{Ab} (4,70)	74,86 ^{Ca} (23,95)	50,14 ^{ABCab} (20,02)	44,48 ^{ABCb} (20,00)	47,53 ^{Aab} (11,23)	47,64 ^{Bab} (8,15)
T 5	36,96 ^{Ab} (10,09)	65,67 ^{Ca} (15,03)	38,50 ^{Cb} (7,22)	35,59 ^{Cb} (4,36)	43,34 ^{Aab} (6,08)	46,90 ^{Bab} (5,92)

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si ($p < 0,05$).

Segundo Braun et al. (1982), a atividade sérica de GGT foi baixa (≤ 28 UI/L) em cabritos recém-nascidos antes de mamar, sendo de 127 UI/L, às 24 horas após o nascimento, seguida de gradativo e contínuo decréscimo durante os dias subsequentes. Em ovinos, observou-se aumento da atividade sérica de GGT em cerca de 70 vezes, às 24 horas, quando comparados aos valores obtidos logo após o nascimento (BRITTI et al., 2005).

Aos dois dias de vida, quando comparados os tratamentos T 0 e T1 (Tabela 4), constatou-se nos animais que ingeriram colostro bovino mais precocemente, tendência à maior atividade da GGT, quando comparados aos animais que ingeriram colostro caprino (Tabela 4, Figura 4), dinâmica semelhante à apresentada por Silva et al. (2007), de $126,6 \pm 67,1$ UI/L, em

animais que ingeriram colostro caprino, e de $463,8 \pm 134,3$ UI/L, nos cabritos que receberam colostro bovino. O valor médio deste último foi superior aos dados observados no presente estudo, devido, provavelmente, ao manejo colostrado adotado, já que os autores acima descritos os fornecia em duas ou mais mamadas diárias, ao longo de 48 horas, aumentando, com isso, a disponibilidade da referida enzima na mucosa intestinal dos neonatos.

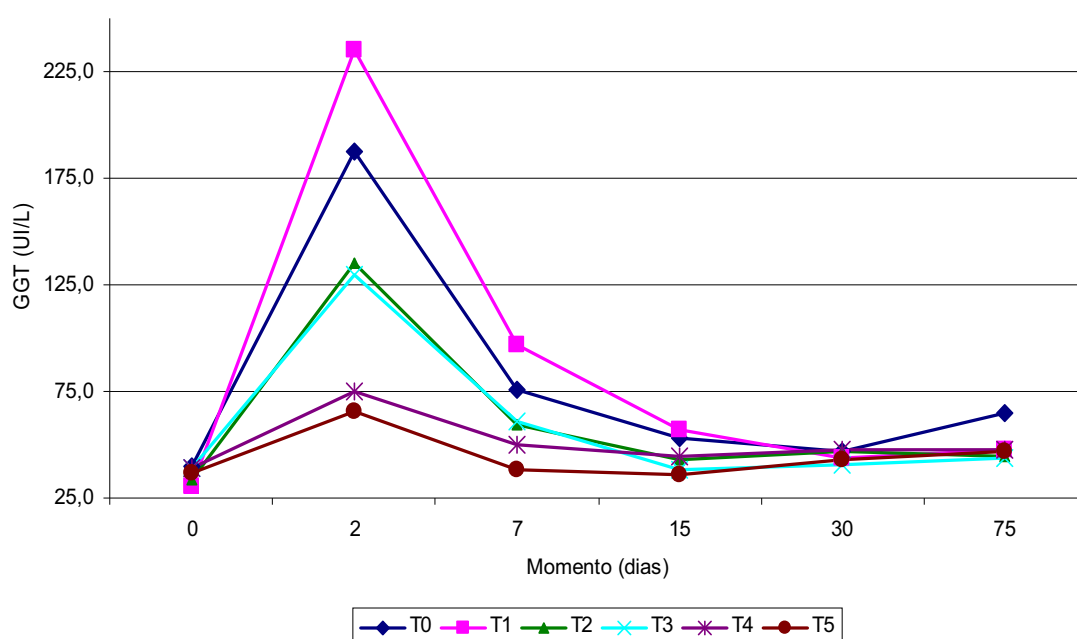


FIGURA 4 – Dinâmica das atividades séricas de GGT (UI/L) em cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida submetidos a diferentes manejos no fornecimento de colostro: T 0 – colostro caprino com ingestão voluntária à vontade; T 1 – ingestão de colostro bovino até duas horas pós-nascimento; T 2 – colostro entre quatro e seis horas pós-nascimento; T 3 – leite nas primeiras oito horas de vida e colostro entre 10 e 12 horas pós-nascimento; T 4 – leite durante as primeiras 18 horas de vida e colostro de vaca entre 22 e 24 horas de nascidos; e T 5 – leite até as 30 horas de vida e colostro entre 34 e 36 horas.

A exemplo do que foi observado nas variáveis do proteinograma, a atividade sérica da GGT dos tratamentos T 4 e T 5, às 48 horas, foi significativamente menor, quando comparada aos animais dos tratamentos T 0 e T 1 (Tabela 4), que receberam colostro mais precocemente, o que enfatiza a suposição de que os animais, após 12 horas de vida, já apresentam

comprometimento da capacidade de absorção de macromoléculas pela mucosa intestinal.

Estão descritos, na Tabela 5, os coeficientes de correlação entre as diferentes variáveis estudadas. Observou-se correlação positiva entre as variáveis aos dois dias de vida dos cabritos, demonstrando que as mesmas podem ser utilizadas como parâmetros de avaliação para a detecção de adequada transferência de imunidade passiva em cabritos.

Tabela 5 – Coeficientes de correlação entre as variáveis proteína total (PT), gamaglobulina (Gama), imunoglobulina G (IgG) e gamaglutamiltransferase (GGT) de cabritos, desde o nascimento até os 75 dias de vida

Variáveis	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
PT X GAMA	0,4515**	0,9298**	0,8707**	0,8263**	0,6907**	0,3134*
PT X IgG	-0,0689	0,7610**	0,7493**	0,7114**	0,4437**	-0,2926
PT X GGT	0,3187*	0,6412**	0,5350**	0,4654**	0,0041	-0,2528
GAMA X IgG	-0,0761	0,7828**	0,8162**	0,8150**	0,7117**	0,3406*
GAMA X GGT	-0,1193	0,7185**	0,5696**	0,5902**	0,0226	0,2784*
IgG X GGT	0,1850	0,4965**	0,4871**	0,5520**	0,2359	0,6106**

* p < 0,05 ** p < 0,001

Como esperado, e anteriormente observado, houve correlação significativa entre as variáveis do proteinograma, com dinâmica comportamental semelhante, justificada pela estreita relação fisiológica entre elas, principalmente entre o segundo e 30º dias de vida.

Na literatura nacional e internacional existem trabalhos que demonstraram correlação positiva entre a atividade da GGT e os valores de imunoglobulina G no soro de ovinos (BRITTI et al., 2005; MADEN et al., 2003), de bovinos (FAGLIARI et al., 1996; FEITOSA et al., 2001; PERINO et al., 1993), búfalos (LOMBARDI, et al.; 2001) e caprinos (SILVA et al., 2007).

Os resultados apresentados diferem dos observados por Silva et al. (2007), em cabritos, que verificaram correlação significativa da GGT apenas com a IgG, às 24 e 48 horas, sendo, as correlações com PT e gamaglobulina, observadas somente às 72 horas de vida.

A transferência adequada de imunidade passiva não pode ser avaliada unicamente pelo exame físico do animal, devendo, também, ser utilizados exames laboratoriais. Esta avaliação deve ser feita, preferencialmente, entre 24 e 48 horas de vida, que é o período de concentração máxima das imunoglobulinas maternas no soro sanguíneo (BARRINGTON; PARISH, 2001). Portanto, os resultados obtidos (Tabela 5) permitem inferir que as determinações séricas de PT por refratometria e da atividade de GGT fornecem subsídios para prever se houve transferência de imunidade passiva adequada em cabritos recém-nascidos, e que, devido à metodologia simples, podem ser executadas no campo e/ou em qualquer laboratório de análises clínicas.

A determinação da ocorrência ou não de falha de transferência de imunidade passiva neste período é importante do ponto de vista clínico, já que viabilizaria imediata intervenção veterinária, visando minimizar possíveis riscos de infecções. A utilização do termo “falha de transferência de imunidade passiva” para definir níveis insatisfatórios de proteção imune no animal recém-nascido exige, obrigatoriamente, a definição de parâmetros de normalidade para os teores de alguns componentes séricos circulantes. A avaliação dos animais, quanto ao sucesso ou não na obtenção da imunidade passiva, tem como base a determinação direta ou indireta da concentração das imunoglobulinas circulantes no soro dos recém-nascidos. É sabido da grande variabilidade dos valores de alguns componentes sanguíneos adotados pelos diferentes autores compulsados na literatura internacional, para estabelecer a ocorrência ou não de falha de transferência de imunidade passiva, tais como: Selin et al. (1995) consideraram o nível de 1,5 g/dL de gamaglobulinas como sendo satisfatório para fornecer boa imunidade a bezerros; trabalhos de O'Brien e Sherman (1993) trataram das relações entre baixas concentrações

de imunoglobulinas séricas ($< 1200,00$ mg/dL) e perdas de cabritos por causas infecciosas.

Segundo Nandakumar e Rajagopalaraja (1983), cabritos que apresentavam valores séricos de imunoglobulinas a partir de 800 mg/dL, possuíam menores taxas de morbidade e mortalidade do que animais com valores menores que 400 mg/dL; resultados semelhantes aos de Mellado et al. (1998), que indicaram concentração mínima de IgG de 800 mg/dL para melhorar a sobrevivência de cabritos. Mobini et al. (2004) acreditam que níveis inferiores a 0,5 g/dL podem significar falha de transferência de imunidade passiva em cordeiros e cabritos. Contrariando as constatações anteriores, Constant et al. (1994) relataram que animais possuidores de concentrações séricas de imunoglobulinas menores do que 0,4 g/dL permaneciam saudáveis, em decorrência das boas condições higiênico-sanitárias a que eram submetidos.

No presente estudo, ao se examinarem os valores individuais dos 35 cabritos que ingeriram colostro bovino, às 48 horas de vida, observou-se que foram registradas variações de 28,26 até 2700,00 mg/dL de IgG, sendo que, no grupo T 1, cinco animais apresentaram concentração maior que 1000 mg/dL; no grupo T 2, apenas um animal apresentou nível superior a este, e, nos demais grupos experimentais, todos os animais apresentaram menores valores, possuindo, os animais que ingeriram colostro entre 22 e 36 horas de vida (T 4 e T 5), níveis próximos aos obtidos antes da ingestão de colostro, o que caracterizaria inadequada transferência de imunidade passiva.

Mesmo com ingestão controlada, refletida pelo fornecimento de colostro de boa qualidade e em quantidade teoricamente adequada para os cabritos de todos os grupos experimentais, tal condição foi evidenciada quando os resultados individuais de IgG foram analisados. É sabido que a sobrevivência neonatal em ovinos e caprinos parece ser problemática nos países em desenvolvimento, principalmente quando o sistema de manejo não é apropriado às condições locais (VIHAN, 1988). Deve-se lembrar que o nível de anticorpos séricos em animais neonatos considerado ideal para a sua proteção

contra antígenos é relativo e não absoluto. Inúmeros fatores atuam determinando se um ou vários animais vão ou não sucumbir aos diferentes desafios antigênicos. Existe balanço delicado entre a susceptibilidade do hospedeiro ao agente infeccioso e o potencial de infectividade do referido patógeno. Indiscutivelmente, a imunoglobulina G confere proteção aos neonatos frente às agressões bacterianas e virais, mas parece que a susceptibilidade do hospedeiro às doenças infecciosas está mais relacionada com a patogenicidade de alguns microorganismos do que com a sua condição imunológica. Tal fato pôde ser observado no presente trabalho, já que foi constatado apenas um caso de infecção, diagnosticado como pneumonia bacteriana, em um animal do grupo T 1, que recebeu colostro mais precocemente, e que era possuidor de maiores níveis séricos de gamaglobulinas e IgG quando comparados àqueles dos outros grupos que ingeriram colostro bovino, e com níveis séricos de imunoglobulinas considerados como indicadores efetivos de falha de transferência de imunidade passiva. Esta baixa morbidade ocorreu, possivelmente, pelas adequadas condições de manejo adotadas na propriedade a que os animais do presente trabalho pertenciam, já que eram separados ao nascimento e colocados em gaiolas suspensas individuais. É bem provável que as taxas de morbidade e mortalidade fossem elevadas se estes animais tivessem sido alocados em ambientes relativamente contaminados. Aliado às condições de manejo e à rusticidade da espécie, os cabritos, muito provavelmente, necessitam de menores concentrações séricas de imunoglobulinas para a sua proteção que àquelas exigidas para bezerros.

CONCLUSÕES

Há absorção de macromoléculas presentes no colostro pela mucosa intestinal de cabritos recém-nascidos até as 36 horas de idade; porém, ela se torna extremamente diminuta a partir de 22 horas de vida. O período de maior

absorção ocorre até seis horas pós-nascimento. Em cabritos que receberam colostro bovino, uma única vez, as concentrações séricas de IgG são baixas até os 75 dias de vida, não propiciando proteção imune satisfatória. Nos animais que ingeriram colostro caprino sem restrições, a proteção humoral manteve-se em níveis adequados até os 75 dias de vida.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. S. F. Colostro caprino e sua importância imunológica e nutritiva. **Ciênc. Vet. Tróp.**, v. 2, p. 131-135, 1999.
- AMORIM, R. M. **Valores séricos e hepáticos de elementos minerais, atividade sérica de ceruloplasmina, hemograma, proteinograma e metabolismo oxidativo dos neutrófilos em bezerros da raça Nelore, nascidos de mães com nutrição adequada ou inadequada em cobre e zinco.** 2002. 158 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- ARGÜELLO, A. et al. Passive transfer of immunity in kid goats fed refrigerated and frozen goat colostrum and commercial sheep colostrum. **Small Rumin. Res.**, v. 54, p. 237-241, 2004.
- BARRINGTON, G. M.; PARISH, S. Bovine neonatal immunology. **Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.**, v. 17, p. 463-476, 2001.
- BESSER, T. E.; GAY, C. C. The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. **Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.**, v. 10, p. 107-117, 1994.
- BESSI, R. **Efeito de selênio e vitamina E sobre o desenvolvimento imunológico de bezerros.** 1996. 102 f. Dissertação (Mestrado). ESALQ, Piracicaba, 1996.

- BORGES, A. S. et al. Influência da forma de administração e da quantidade fornecida de colostro sobre a concentração de proteína total e de suas frações eletroforéticas no soro sangüíneo de bezerros da raça Holandesa. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 53, p. 629-634, 2001.
- BRAUN, J. P. et al. Early variations of blood plasma gamma-glutamyltransferase in newborn calves - a test of colostrum intake. **J. Dairy Sci.**, v. 65, p. 2178-2181, 1982.
- BRITTI, D. et al. Evaluation of serum enzyme activities as predictors of passive transfer status in lambs. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 226, p. 951-955, 2005.
- CASTRO, N. et al. Effects of lyophilized colostrum and different colostrum feeding regimens on passive transfer of immunoglobulin G in Majorera goat kids. **J. Dairy Sci.**, v. 88, p. 3650-3654, 2005.
- CHEN, J. C. et al. Serum protein levels and neonatal growth rate of Nubian goat kids in Taiwan area. **Small Rumin. Res.**, v. 32, p. 153-160, 1999.
- CONSTANT, S. B. et al. Serum immunoglobulin G concentration in goat kids fed colostrum or a colostrum substitute. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 205, p. 1759-1762, 1994.
- COSTA, J. N. **Leucograma, metabolismo oxidativo dos neutrófilos, proteinograma e imunoglobulinas de bovinos da raça holandesa (Bos taurus). Influência do desenvolvimento etário e da suplementação com vitamina E (acetato de DL-alfa-tocoferol)**. 2000. 209 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- COSTA, J. N. et al. Proteinograma sérico de bezerras da raça holandesa do nascimento aos 150 dias de idade. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v. 8, p. 267-275, 2007.
- DANIELE, C. et al. Efeito de diferentes manejos no fornecimento prolongado de colostro sobre o comportamento imunológico e desempenho de bezerros leiteiros recém-nascidos. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v. 23, p. 211-222, 1994.

- DUCKER, M. J.; FRASER, J. A note of the effect of time of uptake of colostrum on blood gamma-globulin levels, mortality and subsequent performance of housed lambs. **Anim. Prod.**, v. 22, p. 411-414, 1976.
- FAGLIARI, J. J. et al. Constituintes sanguíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (*Bos indicus*) e Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalis bubalus*) da raça Murrah. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 50, p. 253-262, 1998.
- FAGLIARI, J. J. et al. Relação entre o nível sérico de gamaglobulinas e as atividades de gamaglutamiltransferase, fosfatase alcalina e aspartato aminotransferase de bezerros recém-nascidos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 48, p. 105-112, 1996.
- FAGLIARI, J. J. et al. Valores padrões das proteínas séricas de bovinos da raça Guzerá II. Proteinograma sérico de bezerros recém-nascidos. **Ars Vet.**, v. 4, p. 225-232, 1988.
- FAHEY, J. L.; McKELVEY, E. M. Quantitative determination of serum immunoglobulins in antibody agar plates. **J. Immunol.**, v. 94, p. 84, 1965.
- FEITOSA, F. L. F. **Dinâmica do proteinograma e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo de bezerros desde o nascimento até um ano de vida e de vacas antes e após o parto, da raça holandesa.** 1998. 219 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- FEITOSA, F. L. F. et al. Diagnóstico de falha de transferência de imunidade passiva em bezerros através da determinação de proteína total e de suas frações eletroforéticas, imunoglobulinas G e M e da atividade da gamaglutamiltransferase no soro sanguíneo. **Ciênc. Rural**, v. 31, p. 251-255, 2001.
- FRIEDMAN, H. S. A standardized procedure for serum protein electrophoresis on cellulose acetate membrane strips. **Clin. Chim. Acta**, v. 6, p. 775-781, 1961.

- GOES, C. D. M. M. B.; TEIXEIRA, M. F. S. Avaliação de cabritos alimentados com diferentes tipos de colostro. ENCONTRO DE PESQUISADORES DA UECE, 5, 1998. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UECE, 1998, p. 240, 1998.
- JONES, C. M. et al. Influence of pooled colostrum or colostrum replacement on IgG and evaluation of animal plasma in milk replacer. **J. Dairy Sci.**, v. 87, p. 1806-1814, 2004.
- KANEKO, J. J. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. 932 p.
- KINDLEIN, L. et al. Efeito do fornecimento adicional de colostro sobre as concentrações séricas de IgG, PT e IGF-I de bezerros neonatos. **Rev. Bras. Saúde Anim.**, v. 8, p. 375-385, 2007.
- KRAMER, J. W. Clinical enzymology. KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. p. 338-363.
- KREMERS, B.; BRIERE, R. O.; BATASAKIS, J. G. Reflectance densitometry of cellulose acetate protein electrophoresis. **Am. J. Med. Technol.**, v. 33, p. 28-34, 1967.
- LOMBARDI, P. et al. Evaluation of buffalo colostrum quality by estimation of enzyme activity levels. **J. Food Prot.**, v. 64, p. 1265–1267, 2001.
- MACHADO NETO, R.; PACKER, I. U. Flutuação de imunoglobulina sérica em bezerros da raça holandesa submetidos a diferentes regimes de aleitamento. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, v. 15, p. 439-447, 1986.
- MADEN, M. et al. Blood and colostrum/milk serum γ -glutamyltransferase activity as a predictor of passive transfer status in lambs. **J. Vet. Med.**, v. 50, p. 128-131, 2003.
- MANCINI, G.; CARBONARA, A. O.; HEREMANS, J. F. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. **Immunochemistry**, v. 2, p. 235-254, 1965.
- MELLADO, M. et al. Immunoglobulin G concentration and neonatal survival of goat kids delivered in a pen or on open range. **Prev. Vet. Med.**, v. 37, p. 33-39, 1998.

MOBINI, S.; HEATH, A. M.; PUGH, D. G. Teriogenologia de ovinos e caprinos. In: PUGH D. G. (Ed.). **Clínica de ovinos e caprinos**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2004. p. 145-208.

MORAES, M. P. et al. Evolução da imunidade passiva em fêmeas bovinas da raça Holandesa. **Ciênc. Rural**, v. 27, p. 435-440, 1997.

NANDAKUMAR, P.; RAJAGOPALARAJA, C. A. Effect of genetic group, birth weight and type of birth on the post colostrum peak of serum immunoglobulin level in kids. **Kerala J. Vet. Sci.**, v. 14, p. 53-56, 1983.

O'BRIEN, J. P.; SHERMAN, D. M. Serum immunoglobulin concentrations of newborn goat kids and subsequent kid survival through weaning. **Small Rumin. Res.**, v. 11, p. 71-77, 1993.

ORSEL, K. et al. Serum gamma globulin titre in goat kids after colostrum administration: effect of time of administration, and amount and type of colostrum. **Tijdschr. Diergeneesk.**, v. 125, p. 709-712, 2000.

PAULETTI, P. et al. Quality of colostrum passive immunity and pattern of serum protein fluctuation in newborn calves. **Sci. Agric.**, v. 60, p. 453-456, 2003.

PÉREZ, J. M. et al. Hematologic and biochemical reference intervals for spanish Ibex. **J. Wildl. Dis.**, v. 39, p. 209-215, 2003.

PERINO, L. J.; SUTHERLAND, R. L.; WOOLLEN, N. E. Serum gamma-glutamyltransferase activity and protein concentration at birth and after suckling in calves with adequate and inadequate passive transfer immunoglobulin G. **Am. J. Vet. Res.**, v. 54, p. 56-59, 1993.

RADOSTITS, O. M. et al. **Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats**. 10. ed. Elsevier Saunders, 2007. 2156 p.

RENDEL, J. et al. The relationship between the alkaline phosphatase polymorphism and blood group O in sheep. **Genetics**, v. 50, p. 973-986, 1964.

RIBEIRO, M. F. B. et al. Hipogamaglobulinemia em bezerros. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 35, p. 537-546, 1983.

SANTANA, A. F. et al. Transferência de imunidade passiva em cabritos. CONGRESSO PERNAMBUCANO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 5., 2003.

SEMINÁRIO NORDESTINO DE CAPRINO-OVINOCULTURA, 6., 2003. **Anais...** Recife, 2003, p. 389-390.

SELIN, S. A. et al. Serum immunoglobulins in calves: their effects and two easy, reliable means of measurement. **Vet. Med.**, v. 90, p. 387-404, 1995.

SILVA, S. L. **Constituintes séricos e hematológicos de cabritos recém-nascidos alimentados com colostro de cabras submetido ou não a tratamento térmico e com colostro de vaca.** 2005. 76 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

SILVA, S. L. et al. Avaliação da imunidade passiva em caprinos recém-nascidos alimentados com colostro de cabras ou colostro de vacas. **Ars Vet.**, v. 23, p. 81-88, 2007.

SIMÕES, S. V. D. et al. Imunidade passiva, morbidade neonatal e desempenho de cabritos em diferentes manejos de colostro. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 25, p. 219-224, 2005.

SMITH, M. C.; SHERMAN, D. M. **Goat medicine.** 1. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994. 620 p.

STRUFALDI, B. **Prática de bioquímica clínica.** São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 1987. 339 p.

SZASZ, G. A kinetic photometric method for serum gamma-glutamyl transpeptidase. **Clin. Chem.**, v. 15, p. 124, 1969.

TIZARD, I. R. **Imunologia Veterinária: uma introdução.** 6. ed. São Paulo: Roca, 2002. 532 p.

VIHAN, V. S. Immunoglobulin levels and their effect on neonatal survival in sheep and goats. **Small Rumin. Res.**, v. 1, p. 135-144, 1988.

ZADOKS, R. N. et al. Serum gammaglobulin titre in goat kids after colostrum administration: effect of commercial colostrum replacers. **Tijdschr. Diergeneeskde.**, v. 126, p. 646-650, 2001.

ZANKER, I. A.; HAMMON, H. M.; BLUM, J. W. Activities of gamma-glutamyltransferase, alkaline phosphatase and aspartate-aminotransferase in colostrum, milk and blood plasma of calves fed first colostrum at 0-2, 6-7, 12-13 and 24-25 h after birth. **J. Vet. Med.**, v. 48, p. 179-185. 2001.

CAPÍTULO 3 – VARIAÇÃO SÉRICA DO PERFIL PROTEICO, BIOQUÍMICO E GLICÊMICO DE CABRITOS E CABRAS

RESUMO – Os cabritos recém-nascidos sofrem diversas adaptações à vida extra-uterina que afetam diversas funções sistêmicas e orgânicas. Eles precisam produzir calor, iniciar a atividade muscular e buscar alimento. Todos estes eventos levam à modificações em diversos constituintes sanguíneos, como proteínas e os parâmetros bioquímicos séricos. Outros estudos demonstraram estas variações, mas sem se estender além do período neonatal até a fase de animais jovens, e nem o período puerperal das cabras, avaliados de forma conjunta. Objetivou-se testar a hipótese de que ocorre variação dos parâmetros proteicos, bioquímicos e glicêmicos de cabritos desde o nascimento até 75 dias de vida e de cabras, no período puerperal. Para atingir estes objetivos utilizaram-se 25 cabritos e 11 cabras. As variáveis séricas proteína total (PT), albumina, α -globulina, β -globulina, γ -globulina, onde se inclui a imunoglobulina G (IgG), aspartatoaminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), gamaglutamiltransferase (GGT), creatinina, ureia e glicose foram determinadas em seis momentos: zero, dois, sete, 15, 30 e 75 dias pós-parto. Todas as variáveis dos cabritos tiveram diferenças significativas entre os momentos, mas somente a concentração de creatinina, nos momentos zero e dois dias pós-nascimento, foi maior que o intervalo de referência, devido, provavelmente, à imaturidade da função renal em animais neonatos. A β -globulina, IgG, creatinina e ureia das cabras não tiveram variação significativa, a glicose no dia zero foi maior que os valores de referência devido ao estímulo da glicogênese pelo aumento de cortisol no parto. Os constituintes sanguíneos dos cabritos e cabras tiveram variações no período de 75 dias avaliado, mas sem relevância clínica para os animais, por serem de causas fisiológicas e nutricionais.

Palavras-Chave: Albumina, caprino, fosfatase alcalina, glicose, globulinas, pós-parto

GOATS AND KIDS SERUM VARIATIONS OF PROTEIN, BIOCHEMISTRY AND GLYCEMIC PROFILES

SUMMARY – The newborn kids suffers several adaptations to extra-uterine life that includes many system and organ functions. They need to produce heat, initiate muscular activity and seek for food. All these events leads to modifications on several blood constituents like proteins and serum biochemical parameters. Other studies have shown some of these variations, but not extending the neonatal period up to the young animals, neither evaluating together the dam puerperal period. The goals were testing the hypothesis that protein, biochemical and glyceimic parameters of kids from birth to 75 days of life and goats at puerperal period vary between moments. To achieve this objective were used 25 kids and 11 goats. The serum total protein (TP), albumin, α -globulin, β -globulin, γ -globulin, including immunoglobulin G (IgG), aspartateaminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), gammaglutamyltransferase (GGT), creatinine, urea and glucose were determined at zero, two, seven, 15, 30 and 75 days postpartum. All variables from kids presented significant differences between moments, although only creatinine levels were higher than reference intervals at zero and two days after birth, probably due to immature renal function in the neonatal animal. The goats β -globulin, IgG, creatinine and urea didn't presented significant variation; the glucose levels at zero day was higher than reference values due to glycogenesis stimuli by cortisol increase at delivery. The goats and kids blood constituents of 75 days period evaluated had variations, but with physiological and nutritional causes, these findings had no clinical relevance for the animals.

Keywords: Albumin, alkaline phosphatase, caprine, globulins, glucose, postpartum

INTRODUÇÃO

Os recém-nascidos, de forma geral, sofrem marcadas alterações em praticamente todos os sistemas orgânicos após o parto, que podem influenciar diversos constituintes sanguíneos.

A transição da vida intra-uterina para o meio exterior exige do neonato a maturação da capacidade funcional de diversos órgãos e sistemas, como pulmões, rins, fígado, sistemas circulatório e imune. Além destes fatores, ainda há a necessidade de adaptação nutricional, visto que, após o parto, cessa o aporte nutricional recebido da circulação materna pelo feto.

O recém-nascido precisa respirar, remover as secreções, gerar e manter a temperatura corpórea produzida, levantar-se e procurar alimento, e cada um desses processos depende do sucesso dos anteriores. Os neonatos geralmente tentam se levantar alguns minutos após o nascimento (bezerros entre 15 a 30 minutos, e cordeiros, por volta de 10 a 20 minutos); os pequenos ruminantes geralmente são mais rápidos para se levantar e mamar do que os bezerros (RADOSTITS et al., 2007).

Ao nascimento, a necessidade por energia para suportar a termorregulação, respiração, e atividade muscular, encontra-se aumentada (PATEL et al., 1982). A glicose sanguínea, um dos substratos energéticos primários disponíveis ao ruminante neonato (YOUNG et al., 1970), é baixa no recém-nascido até a primeira ingestão de colostro (DANIELS et al., 1974). O colostro e/ou leite são as únicas fontes naturais de energia dietética disponível para o animal recém-nascido (STANKO et al., 1991). Segundo Kuhne et al. (2000), a concentração plasmática de glicose em ruminantes neonatos depende diretamente da quantidade ingerida e da concentração de lactose presente na secreção láctea.

Além da função nutricional, o colostro tem grande importância no período neonatal em relação à transferência de imunidade passiva, pois 45,1% do total de proteínas presentes no colostro caprino são representados pela fração gamaglobulina (ZARRILLI et al., 2003), que contém as diferentes

classes de imunoglobulinas (KANEKO, 1989b). Com destaque para a imunoglobulina G (IgG), sendo que sua maior concentração sérica em cabritos após a ingestão de colostro encontra-se associada à maior taxa de sobrevivência dos animais (MELLADO et al., 1998; O'BRIEN; SHERMAN, 1993). Portanto, após a ingestão de colostro, observou-se aumento da concentração de gamaglobulinas e IgG, e, conseqüentemente, da proteína total (PT), no soro de cabritos (CHEN et al., 1999; SANTOS et al., 1994; SILVA et al., 2007; SIMÕES et al., 2005) e pouca variação nas frações proteicas de albumina, alfa globulina e beta globulina até 30 horas pós-parto (SIMÕES et al., 2005).

A quantificação da atividade sérica de diversas enzimas, como a aspartatoaminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA) e gamaglutamiltransferase (GGT), e da concentração sérica de creatinina e ureia, pode fornecer diversas informações acerca do estado geral do paciente, além de contribuir para o diagnóstico de diversas enfermidades. A realização de análises clínicas enzimológicas, além da sua função primária como método auxiliar diagnóstico, pode ser utilizada, também, como medida indireta da transferência de imunidade passiva, como previamente descrito em caprinos (BRAUN et al., 1982; SILVA et al., 2007), devido a sua presença no colostro (ZARRILLI et al., 2003).

Há escassez de informações na literatura quanto às possíveis variações do proteinograma, das concentrações de diversas análises bioquímicas, e da glicemia em cabritos, já que a maioria dos trabalhos não contempla todo o período neonatal e tão pouco se atém à fase de animais jovens, com avaliações mais concentradas apenas na primeira semana de vida, e em variáveis mais relacionadas à avaliação da transferência de imunidade passiva, como proteína total, gamaglobulinas, IgG e gamaglutamiltransferase. Porém, os animais podem apresentar quadros não indicativos de falha na transferência de imunidade passiva, necessitando de exames laboratoriais complementares, evidenciando-se, assim, a importância de se conhecer não somente os valores de referência, mas as possíveis variações, fisiológicas ou não, destes

parâmetros, e as suas respectivas causas no período neonatal e de transição para a vida adulta. Esta carência de estudos ocorre também com animais adultos, principalmente na fase do puerpério.

Segundo Mundim et al. (2007), o período de lactação influenciou diferentes parâmetros bioquímicos de cabras da raça Saanen, com variações significativas de proteína total, glicose, aspartatoaminotransferase, fosfatase alcalina, entre outras análises, quando comparados animais no início e final da lactação. Contudo, estes autores não traçaram o perfil bioquímico em diversos momentos, principalmente aquele referente ao período pós-parto imediato.

Isso posto, objetivou-se testar a hipótese de que há variação no perfil sérico bioquímico, proteico e glicêmico de cabritos, desde o nascimento até os 75 dias de vida, e, em cabras, no período de puerpério.

MATERIAL E MÉTODOS

Os perfis séricos bioquímico e proteico e a glicose plasmática foram determinados em 25 cabritos (11 machos e 14 fêmeas) da raça Bôer, oriundos de partos eutócicos, nos seguintes momentos: dia zero (logo após o parto), bem como aos dois, sete, 15, 30 e 75 dias de vida. Adicionalmente, 11 das cabras que pariram os cabritos anteriormente citados foram avaliadas, com determinações realizadas nos mesmos momentos dos rebentos. Foram incluídos apenas animais considerados hígidos, ao exame físico, nos diferentes períodos.

As cabras eram mantidas em regime semi-intensivo, a pasto, com suplementação de concentrado duas vezes ao dia, e disponibilidade constante de sal mineral e água. Os cabritos foram mantidos com as mães nas primeiras 48 horas pós-parto, e, posteriormente, submetidos a manejo de mamada controlada, no período da manhã e no período da tarde, permanecendo, durante a noite, em baias cobertas, enquanto as cabras ficavam em piquete adjacente.

As amostras de sangue foram colhidas, por punção da veia jugular, em tubos sem anticoagulante para volume de 10 mL. O sangue recolhido para obtenção do soro foi mantido em temperatura ambiente, ao abrigo da luz, até a coagulação e retração do coágulo. Em seguida, foi centrifugado a 3.000 r.p.m., durante cinco minutos, para melhor separação do soro, e este foi transferido para frascos de plástico apropriados, divididos em duas alíquotas, e congelados imediatamente a - 20° C, até o momento do seu processamento. Adicionalmente, colheu-se amostra de sangue total, em seringa plástica acoplada à agulha hipodérmica (0,5 mL), sem anticoagulante, para determinação imediata da glicemia.

Determinaram-se as concentrações séricas da proteína total (PT), frações eletroforéticas (albumina, alfa globulina, beta globulina e gama globulina), imunoglobulina G (IgG), creatinina, ureia e glicemia, e as atividades séricas de aspartatoaminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA) e gamaglutamiltransferase (GGT).

A proteína total foi determinada pelo método de refratometria, utilizando-se refratômetro clínico¹².

Efetuuou-se a migração eletroforética para separação das frações proteicas do soro sanguíneo dos animais que constituíram os grupos experimentais segundo as técnicas descritas por Friedman (1961) e Kremers et al. (1967), citados por Strufaldi (1987), utilizando fitas de acetato de celulose¹³ de 2,5x14,0 cm.

A leitura e interpretação do fracionamento eletroforético foram realizadas em densitômetro para eletroforese¹⁴, e por programa computacional¹⁵, com marcação automática das diferentes frações proteicas.

As determinações da imunoglobulina G foram feitas segundo a técnica de Fahey e McKelvey (1965) e Mancini et al. (1965), utilizando-se placas de ágar incorporadas com anticorpos específicos para a classe de imunoglobulina

¹² Clinical refractometer Master-SUR/NM, Atago, Honcho, Itabashi-ku, Tóquio, Japão.

¹³ Cellogel®, M.A.L.T.A. Chemetron, Via Console Flaminio 5, Milano, Itália.

¹⁴ Quickscan 2000, Helena Laboratories, Beaumont, Texas, EUA.

¹⁵ Quickscan 2000 Win, Helena Laboratories, Beaumont, Texas, EUA.

G de caprinos¹⁶, de acordo com as recomendações do fabricante. A quantidade de imunoglobulina em questão era, então, estimada, observando-se a concentração de imunoglobulinas correspondente a cada amostra, pela simulação, no computador, de gráfico com os valores obtidos para os respectivos padrões de IgG, fornecidos com os “kits”.

Realizaram-se as análises bioquímicas em analisador bioquímico semi-automatizado¹⁷, após verificação do controle de qualidade com controles comerciais 1H¹⁸ e 2H¹⁹, além do controle padrão interno do laboratório. A concentração sérica da gamaglutamiltransferase foi determinada de acordo com o método cinético colorimétrico recomendado pela “International Federation of Clinical Chemistry” (IFCC), usando-se “kit”. comercial para GGT²⁰, segundo técnica modificada de Szasz (1969). A determinação da fosfatase alcalina foi realizada pelo método cinético, recomendado pelo “International Federation of Clinical Chemistry” (IFCC), utilizando-se kits comerciais²¹. E a atividade sérica da aspartato aminotransferase foi determinada pelo método cinético UV, enzimático, em kits comerciais²².

As concentrações de ureia e creatinina foram determinadas pelo método enzimático colorimétrico utilizando-se “kits” comerciais^{23 24}.

Realizou-se a determinação da glicemia em aparelho digital portátil²⁵ e respectivas tiras reagentes, de acordo com as recomendações do fabricante.

De acordo com os resultados dos testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (Bartlett), os dados foram submetidos à análise de variância paramétrica (ANOVA) ou não paramétrica (Friedman) com

¹⁶ Cap IgG Test, IDBiotech, Avenue Marie Curie, Issoire, França.

¹⁷ QuickLab 2, Drake Eletrônica Comércio Ltda., São Paulo, Brasil.

¹⁸ Qualitrol 1H, Labtest, Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil.

¹⁹ Qualitrol 2H, Labtest, Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil.

²⁰ GGT, Katal Biotecnológica, cod. 20B, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

²¹ FA, Katal Biotecnológica, cod. 09B, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

²² AST, Katal Biotecnológica, cod. 15B, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

²³ Ureia, Katal Biotecnológica, cod. 17B, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

²⁴ Creatinina—Labtest, Labtest, Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil.

²⁵ One Touch Ultra 2, Johnson & Johnson Medical S. A., São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

medidas repetidas, seguidos dos testes de Tukey ou Dunn, respectivamente, para verificação das diferenças entre os momentos.

Em todas as variáveis foram descritas as médias e os desvios-padrões, de modo a facilitar a comparação com a literatura e a interpretação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O proteinograma sérico de cabritos apresentou variações significativas desde o nascimento até os 75 dias de vida (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias e desvios-padrões das concentrações séricas de proteína total, albumina, α -globulina, β -globulina, γ -globulina e imunoglobulina G (IgG) de cabritos da raça Bôer (n=25) desde o nascimento até 75 dias de vida

Variável	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
Proteína total (g/dL)	3,76 ^e (0,40)	6,82 ^a (0,91)	6,56 ^{ab} (0,65)	6,05 ^{abc} (0,42)	5,63 ^{cd} (0,34)	5,18 ^{de} (0,51)
Albumina (g/dL)	2,64 ^{cd} (0,33)	2,48 ^d (0,25)	2,68 ^{cd} (0,28)	3,16 ^{ab} (0,20)	3,34 ^a (0,28)	2,89 ^{bc} (0,37)
α-globulina (g/dL)	0,42 ^b (0,11)	0,53 ^a (0,13)	0,55 ^a (0,10)	0,49 ^{ab} (0,08)	0,51 ^{ab} (0,10)	0,48 ^{ab} (0,07)
β-globulina (g/dL)	0,59 ^e (0,09)	0,82 ^{ab} (0,10)	0,85 ^a (0,12)	0,76 ^{bc} (0,07)	0,72 ^{cd} (0,10)	0,87 ^a (0,09)
γ-globulina (g/dL)	0,09 ^e (0,03)	3,05 ^a (0,85)	2,27 ^{ab} (0,40)	1,64 ^{bc} (0,38)	1,07 ^c (0,20)	1,05 ^{cd} (0,24)
IgG (mg/dL)	3,61 ^f (1,34)	3166,24 ^a (1202,14)	2367,19 ^{ab} (968,63)	1650,92 ^{bcd} (611,02)	1318,38 ^{cde} (410,20)	1711,68 ^{bc} (655,16)

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

A concentração sérica de proteína total dos cabritos, antes da ingestão de colostro, mostrou-se abaixo do intervalo de referência para a espécie, de 6,4

a 7,0 g/dL (KANEKO, 1989a), e de $7,2 \pm 1,1$ g/dL (PÉREZ et al., 2003), com valor máximo aos dois dias de vida, seguida de posterior declínio até os 75 dias de vida (Tabela 1).

O aumento da PT, aos dois dias de vida (Tabela 1), deveu-se à absorção de globulinas presentes no colostro (LEVIEUX et al., 2002; McDOUGALL, 1965), em especial da fração gamaglobulina, onde se encontra distribuída parte da imunoglobulina G (ARGÜELLO et al., 2006; LEVIEUX et al., 2002; RUDOVSKY et al., 2008). Esta ilação encontra suporte nos resultados obtidos, em decorrência do aumento significativo das frações alfa, beta e gamaglobulinas, entre o nascimento e os dois dias de vida (Tabela 1). A não variação da albumina sugere que esta fração não colaborou para o incremento das concentrações de PT.

A influência da ingestão de colostro sobre o proteinograma de caprinos também foi observada por outros autores que relataram aumento significativo da proteína total, frações globulínicas e IgG (ARGÜELLO et al., 2004; CHEN et al., 1999; CONSTANT et al., 1994; MELLADO et al., 1998; SANTANA et al., 2003; SANTOS et al., 1994; SILVA et al., 2007; SIMÕES et al., 2005).

O declínio significativo da PT, entre dois e 30 dias de idade (Tabela 1), deveu-se, muito provavelmente, ao catabolismo das imunoglobulinas adquiridas do colostro durante a fase neonatal, período em que o sistema imune ainda não possui suficiente competência para produzir e manter seus níveis elevados. Esta hipótese é comprovada pela concomitante diminuição dos níveis de gamaglobulinas, e consequentemente, de IgG, no mesmo período (Tabela 1). Aos 75 dias de idade, as concentrações de PT, gamaglobulina e IgG não foram significativamente diferentes daquelas mensuradas aos 30 dias, sugerindo que, a partir deste período, já começa a estabilização destes parâmetros, devido à produção ativa das diferentes classes de imunoglobulinas.

Os valores médios de albumina dos cabritos permaneceram sem variação nos primeiros sete dias de vida, sendo que aos 15 e 30 dias houve importante aumento desta fração (Tabela 1), influenciada, possivelmente, pela

alteração nutricional, pois, nesta faixa etária, os animais naturalmente começaram a buscar alimentação sólida, o que, associado à ingestão de leite, certamente contribuiu para aumentar o nível proteico destes. Aos 75 dias houve diminuição significativa em relação aos teores de albumina verificados aos 30 dias de idade (Tabela 1); este declínio coincidiu com o período de diminuição da produção de leite pelas cabras, o que, provavelmente, foi fator de influência para ocorrência deste decréscimo. Porém, os níveis de albumina permaneceram próximos aos observados por Birgel (1969), de $2,49 \pm 0,096$ g/dL, em caprinos com até seis meses de idade.

O perfil bioquímico sérico dos cabritos, com as determinações realizadas desde o nascimento até os 75 dias de vida, está descrito na Tabela 2. Todas as variáveis mensuradas apresentaram diferenças significativas entre os momentos.

Tabela 2 – Médias e desvios-padrões das atividades séricas de aspartatoaminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), gamaglutamiltransferase (GGT), e concentrações séricas de creatinina e ureia, e da glicose plasmática de cabritos da raça Bôer (n=25) desde o nascimento até 75 dias de vida

Variável	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
AST	24,22 ^c	57,43 ^{bc}	62,67 ^{ab}	53,39 ^{bc}	57,83 ^{abc}	106,06 ^a
(UI/L)	(4,86)	(9,29)	(4,92)	(5,23)	(8,53)	(60,76)
FA	240,30 ^{abcd}	440,40 ^{abc}	483,69 ^a	450,94 ^{ab}	292,57 ^{abcd}	91,99 ^d
(UI/L)	(93,41)	(180,58)	(114,91)	(211,48)	(194,81)	(24,34)
GGT	39,70 ^e	187,16 ^a	75,71 ^b	52,85 ^{cd}	46,83 ^{de}	64,75 ^{bc}
(UI/L)	(8,18)	(62,46)	(18,40)	(9,35)	(7,45)	(17,12)
Creatinina	2,52 ^a	2,29 ^{ab}	1,59 ^c	1,40 ^c	1,55 ^c	1,38 ^c
(mg/dL)	(0,35)	(0,74)	(0,37)	(0,16)	(0,16)	(0,16)
Ureia	6,75 ^a	6,75 ^a	3,34 ^c	3,45 ^c	5,28 ^{ab}	6,64 ^a
(mmol/L)	(0,91)	(1,74)	(0,92)	(0,90)	(1,58)	(1,25)
Glicose	41,22 ^c	115,44 ^a	112,08 ^a	106,16 ^{ab}	75,60 ^c	44,68 ^c
(mg/dL)	(17,59)	(23,67)	(18,54)	(17,06)	(13,96)	(9,78)

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

As atividades séricas de AST estavam próximas ou abaixo dos valores relatados como de referência por Kerr (2003), de até 100 UI/L, para a maioria das espécies domésticas, e de 167 a 513 UI/L, para caprinos adultos (KANEKO, 1989a).

Segundo Silva et al. (2004), a atividade sérica da AST, em caprinos da raça Saanen criados no Estado de São Paulo, é de $76,68 \pm 22,06$ U/L (machos) e de $85,44 \pm 15,94$ U/L (fêmeas), para animais com até 90 dias de idade. Estes valores são superiores aos encontrados no presente estudo, desde o nascimento até 30 dias de idade, e inferiores à atividade observada aos 75 dias (Tabela 2). Mantiveram-se, no entanto, dentro do intervalo de referência apresentado por Pérez et al. (2003), de 26,6 a 1758,0 UI/L.

Apesar de se observarem diferenças significativas na atividade da AST entre os momentos (Tabela 2), estas não apresentaram padrão de aumento ou decréscimo em seus valores com relação à idade, não permitindo inferir que o fator etário exerceu influência sobre estas. Há divergências na literatura quanto às variações de AST, em função da faixa etária. Rêgo (2000) não verificou tais diferenças, ao contrário de Behera et al. (1993), que encontraram variação significativa em relação a idade dos animais, e Silva et al. (2004), que, além da faixa etária, observaram diferenças relacionadas à raça e sexo.

Entre zero e dois dias de idade não se verificou diferença significativa da atividade da AST (Tabela 2), sugerindo que seus valores não foram influenciados pela ingestão de colostro, concordando com os resultados obtidos por Britti et al. (2005) em ovinos, que relataram que a elevação da referida enzima não estava associada à ingestão de colostro. Mesmo observando aumento significativo nos valores de AST entre os momentos antes da ingestão de colostro ($27,8 \pm 11,8$ UI/L), e após 24 horas (128 ± 37 UI/L), com posterior declínio aos dois dias de vida ($95,6 \pm 55,3$ UI/L), os autores não encontraram correlação entre a atividade da AST e a concentração de IgG, sugerindo que o aumento observado foi consequência da produção endógena, como verificado, por exemplo, em lesões musculares decorrentes do parto.

A atividade sérica da fosfatase alcalina não apresentou variação significativa nos primeiros 30 dias de vida (Tabela 2), com o menor valor médio observado aos 75 dias pós-nascimento, o que diferiu significativamente das determinações realizadas aos dois, sete e 15 dias (Tabela 2). Nestes últimos, os valores foram pouco superiores ao intervalo de referência para a espécie, de 93 a 387 UI/L (KANEKO, 1989a); porém, os valores séricos de FA em caprinos podem aumentar até dez vezes sem evidência de dano hepático (KRAMER, 1989), e a elevação da FA pode ocorrer durante os períodos que envolvem maior atividade óssea, como a fase de crescimento rápido (MEYER et al., 1995), período em que se encontravam os animais do presente estudo.

Como observado anteriormente para a atividade sérica da AST, a fosfatase alcalina não apresentou aumento significativo após a ingestão de colostro (Tabela 2). Este resultado é, em parte, confirmado pelos achados de Britti et al. (2005), em ovinos, que, apesar de observarem aumento significativo desta enzima após 24 horas da ingestão de colostro, este não se deveu à presença de FA no colostro, e sim por a mesma encontrar-se presente nas bordas das vilosidades intestinais, e ser carregada para a circulação, juntamente com as proteínas absorvidas pelo epitélio intestinal (TENNANT; HORNBUCKLE, 1989).

A atividade sérica da gamaglutamiltransferase apresentou aumento significativo aos dois dias de vida (Tabela 2), em decorrência da absorção desta enzima pela mucosa intestinal, como previamente descrito em caprinos por Braun et al. (1982) e Silva et al. (2007). O colostro possui grande quantidade de GGT, como já demonstrado em caprinos (ZARRILLI et al., 2003) e ovinos (BRITTI et al., 2005; MADEN et al., 2003).

Segundo Braun et al. (1982), a atividade de GGT foi baixa (≤ 28 UI/L) em cabritos recém-nascidos antes de mamar, sendo de 127 UI/L o seu valor, às 24 horas após o nascimento, com posterior decréscimo nos dias subsequentes, dinâmica semelhante à observada por Silva et al. (2007) em cabritos que mamaram colostro caprino de primeira e segunda ordenha, com atividade sérica da GGT de $56,6 \pm 12,6$ UI/L, antes da ingestão de colostro, e de

126,6±67,1 UI/L, às 48 horas de vida, acompanhada de valores decrescentes até 72 horas pós-nascimento. No presente estudo, observou-se variação semelhante à relatada por estes autores, com declínio significativo aos sete dias de idade (Tabela 2). A partir dos 15 dias pós-nascimento, os valores aproximaram-se da atividade normal relatada na literatura, de 20 a 56 UI/L (KANEKO, 1989a) e de 51,0±25,3 UI/L (PÉREZ et al., 2003).

A concentração sérica de creatinina foi significativamente maior logo após o nascimento e aos dois dias de idade, quando comparada àquela dos demais momentos avaliados (Tabela 2). Segundo Finco (1989), a função renal do neonato, ao nascimento, possui menor capacidade de concentrar a urina devido à imaturidade renal; porém, são poucos os estudos inerentes à função renal em recém-nascidos.

Até os dois dias de vida, os animais apresentaram valores de creatinina superiores ao intervalo de referência, de 1,0 a 1,8 mg/dL (KANEKO, 1989a) sendo que, a partir dos sete dias pós-nascimento, estes valores já se encontravam dentro do intervalo de normalidade (Tabela 2). Associadas à maturidade da função renal, estas maiores concentrações de creatinina deveram-se, possivelmente, ao maior metabolismo da creatinina logo após o parto, pois há a necessidade de maior fonte energética para a atividade muscular, que pode ser obtida pela reação catabólica da creatina, com decomposição em creatinina (FINCO, 1989), que não é adequadamente excretada na urina.

Observaram-se diferenças significativas na concentração de ureia dos cabritos entre os momentos avaliados (Tabela 2). Porém, todos os valores estiveram próximos do intervalo de referência para a espécie, de 3,57 a 7,14 mmol/L (KANEKO, 1989a), e 7,39±2,58 mmol/L (PÉREZ et al., 2003).

Os maiores valores de ureia observados até os dois dias de vida (Tabela 2) podem ser consequência do mesmo fator que influenciou a concentração de creatinina, qual seja, a menor capacidade excretora renal. Com a maturação da função renal, observou-se diminuição das concentrações de ureia aos sete e 15 dias de vida (Tabela 2). Os níveis mais elevados, aos 30 e 75 dias,

deveram-se, provavelmente, ao aumento da produção de ureia, por elevação no metabolismo proteico (FINCO, 1989), visto que, neste período, os animais já eram suplementados com fontes concentradas de proteína, além da amamentação.

Observou-se variação significativa da concentração de glicose entre os momentos (Tabela 2), com menores taxas logo após o nascimento, seguida de significativo aumento, aos dois dias. Os níveis de glicose são influenciados pelo momento de colheita, sendo os menores valores observados ao nascimento, seguidos, logo após a ingestão do colostro, da elevação gradual e significativa, até as 48 horas, permanecendo, por fim, estáveis até as 96 horas (PAIVA et al., 2006; KUHNE et al., 2000). Portanto, o aumento da glicemia no presente trabalho deveu-se à ingestão de colostro, que além da importante função na transferência de imunidade passiva, citada anteriormente, também possui marcantes características nutricionais, demonstradas por Argüello et al. (2006).

Até os 15 dias de vida, observou-se estabilização da concentração de glicose dos cabritos, mantida, neste período, pela ingestão de leite. A partir dos 30 dias de idade os cabritos tiveram declínio significativo dos níveis de glicose, devido, possivelmente, à diminuição da produção de leite pelas cabras; aos 75 dias estavam próximos aos relatados para animais adultos, de 50 a 75 mg/dL (KANEKO, 1989a), e de $126,1 \pm 66,0$ mg/dL (PÉREZ et al., 2003). Segundo Kuhne et al. (2000), a concentração plasmática de glicose dos ruminantes neonatos depende diretamente da quantidade ingerida e da concentração de lactose presente na secreção láctea.

O perfil proteico sérico obtido de cabras no puerpério apresentou variações significativas durante o período experimental (Tabela 3), com diferenças nas concentrações de proteína total, albumina, alfa globulina e gama globulina.

Tabela 3 – Médias e desvios-padrões das concentrações séricas de proteína total, albumina, α -globulina, β -globulina, γ -globulina e imunoglobulina G (IgG) de cabras da raça Bôer (n=11) desde o parto até 75 dias de puerpério

Variável	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
Proteína total (g/dL)	5,80 ^{ab} (0,77)	6,05 ^{ab} (0,45)	6,26 ^a (0,57)	6,13 ^{ab} (0,74)	5,35 ^b (0,69)	5,44 ^b (0,92)
Albumina (g/dL)	3,31 ^a (0,54)	3,30 ^a (0,36)	3,34 ^a (0,47)	3,15 ^{ab} (0,48)	2,62 ^{bc} (0,40)	2,11 ^c (0,49)
α-globulina (g/dL)	0,38 ^{ab} (0,13)	0,44 ^{ab} (0,11)	0,50 ^a (0,14)	0,41 ^{ab} (0,12)	0,35 ^b (0,14)	0,41 ^{ab} (0,11)
β-globulina (g/dL)	0,90 ^a (0,24)	1,03 ^a (0,20)	0,93 ^a (0,15)	0,95 ^a (0,20)	0,83 ^a (0,15)	0,95 ^a (0,23)
γ-globulina (g/dL)	1,21 ^b (0,35)	1,28 ^b (0,42)	1,47 ^b (0,51)	1,62 ^b (0,58)	1,54 ^b (0,57)	2,11 ^a (0,56)
IgG (mg/dL)	1289,06 ^a (703,18)	1376,51 ^a (740,16)	1586,49 ^a (1146,09)	1870,33 ^a (1310,48)	1452,96 ^a (524,72)	1738,49 ^a (323,96)

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

De forma geral, a análise do conjunto de dados permitiu denotar que as concentrações séricas de PT e das respectivas frações eletroforéticas de cabras no puerpério permaneceram próximas aos intervalos de referência citados por Kaneko (1989), com valores de PT entre 6,4 e 7,0 g/dL; albumina de 2,7 a 3,9 g/dL; alfa globulina entre 0,5 e 0,7 g/dL; betaglobulina de 1,0 a 1,8 g/dL; e, gamaglobulina, de 0,9 a 3,0 g/dL, sugerindo pouca influência do período puerperal sobre o proteinograma de fêmeas adultas da espécie caprina..

Observou-se que a fração gamaglobulina não apresentou variação durante os primeiros 30 dias pós-parto, diferindo apenas aos 75 dias, com concentrações maiores neste momento (Tabela 3). Os valores menores, nos dias zero e dois, deveram-se, supostamente, à mobilização das imunoglobulinas presentes na circulação materna para a formação da secreção colostrar, no final da gestação (KANEKO, 1989b). Esta suposição é

corroborada, em parte, pela observação da tendência a menores valores de IgG nos respectivos momentos (Tabela 3).

Segundo Argüello et al. (2006), as concentrações de proteína e imunoglobulinas presentes no colostro caprino tiveram diminuição desde o parto até 132 horas pós-parto, fator este que pode influenciar nas concentrações séricas da PT e IgG. No presente estudo, houve apenas tendência a aumento dos valores de proteína total, gamaglobulinas e IgG séricos das cabras, entre zero e sete dias (Tabela 3), devido, possivelmente, à diminuição do transporte das imunoglobulinas para a secreção láctea.

As variáveis bioquímicas determinadas em cabras no puerpério encontram-se na Tabela 4. Observou-se variação significativa entre os momentos avaliados nas atividades de AST, FA, GGT e concentração sérica de glicose.

Tabela 4 – Médias e desvios-padrões das atividades séricas de aspartatoaminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA), gamaglutamiltransferase (GGT), e concentrações séricas de creatinina e ureia, e da glicose plasmática de cabras da raça Bôer (n=11) desde o parto até 75 dias de puerpério

Variável	Momento (dias)					
	0	2	7	15	30	75
AST	121,91 ^{ab}	135,13 ^a	132,09 ^a	122,58 ^{ab}	117,59 ^{ab}	108,30 ^b
(UI/L)	(17,59)	(24,95)	(19,32)	(19,75)	(17,97)	(14,67)
FA	39,36 ^{ab}	31,55 ^b	34,96 ^{ab}	43,72 ^{ab}	33,07 ^b	48,72 ^a
(UI/L)	(7,30)	(6,53)	(11,78)	(15,57)	(14,18)	(14,41)
GGT	35,09 ^b	33,05 ^b	37,16 ^{ab}	39,93 ^{ab}	36,90 ^{ab}	46,82 ^a
(UI/L)	(7,75)	(6,06)	(6,14)	(8,53)	(8,43)	(16,68)
Creatinina	1,44 ^a	1,29 ^a	1,38 ^a	1,30 ^a	1,36 ^a	1,35 ^a
(mg/dL)	(0,16)	(0,12)	(0,12)	(0,12)	(0,18)	(0,21)
Ureia	4,55 ^a	4,36 ^a	4,33 ^a	4,55 ^a	4,65 ^a	3,66 ^a
(mmol/L)	(0,51)	(0,72)	(1,41)	(0,86)	(1,04)	(0,95)
Glicose	129,00 ^a	54,73 ^{ab}	49,09 ^{ab}	47,73 ^{ab}	35,27 ^b	53,00 ^{ab}
(mg/dL)	(64,92)	(18,14)	(15,69)	(15,72)	(5,35)	(14,25)

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

Não se constatou variação significativa da atividade sérica da aspartatoaminotransferase nos primeiros 30 dias pós-parto, sendo as suas menores taxas verificadas aos 75 dias, o que diferiu significativamente dos dias dois e sete pós-parto (Tabela 4). Os valores foram menores que o intervalo de referência para a espécie, de 167 a 513 UI/L segundo Kaneko (1989a), e superiores aos observados por Silva et al. (2004) em caprinos machos e fêmeas, com idade entre um e cinco anos, das raças Saanen e Anglo-Nubiana, criados nos estados de São Paulo e Paraíba. Segundo estes autores, a atividade da AST varia entre as raças e o sexo dos animais; portanto, estas fontes de variação possivelmente influenciaram as diferenças observadas entre os resultados descritos pelos autores acima referendados e os do presente estudo.

Estudo realizado por Mundim et al. (2007) com 61 cabras da raça Saanen com até 100 dias de lactação, mencionou atividade sérica de AST de $109,86 \pm 36,59$, valor próximo ao descrito na Tabela 4. Entretanto, mesmo estando abaixo dos valores de referência e com característica de encontrar-se presente em diversos tecidos, e do seu uso não ser recomendado como enzima órgão-específica (KRAMER, 1989), os autores sugerem que a atividade da referida encontrar-se-á aumentada devido à esteatose hepática.

A atividade sérica da fosfatase alcalina não diferiu entre os momentos até os 30 dias após o parto, observando-se, no entanto, diferença significativa entre os valores obtidos, aos dois, 30 e 75 dias (Tabela 4).

Os valores séricos de FA mantiveram-se abaixo aos de referência relatados por Kaneko (1989a), de 93 a 387 UI/L, sendo menores que os encontrados por Silva et al. (2004), em animais não lactantes, e aos descritos por Mundim et al. (2007), em cabras, com até 100 dias de lactação. A menor atividade da FA até os sete dias pós-parto poderia justificar-se pela secreção desta enzima no colostro, como observado por Zarrilli et al. (2003); porém, esta hipótese é pouco provável, visto que os valores permaneceram baixos até os 75 dias de puerpério.

As atividades séricas de gamaglutamiltransferase também não variaram significativamente nos primeiros 30 dias pós-parto. Aos 75 dias observou-se o maior valor, que diferiu dos momentos zero e dois dias (Tabela 4). As atividades séricas da GGT mantiveram-se dentro do intervalo de referência, de 20 a 56 UI/L (KANEKO, 1989a), e próximas aos valores relatados por Mundim et al. (2007), Pérez et al. (2003) e Silva et al. (2004).

As concentrações séricas de creatinina e ureia não apresentaram variações significativas entre quaisquer dos momentos (Tabela 4), representadas por valores normais para a espécie, segundo Kaneko (1989a) e Pérez et al. (2003).

Como as atividades séricas da AST, FA e GGT, e as concentrações séricas de creatinina e ureia não se apresentaram acima dos valores considerados normais para a espécie, os resultados permitiram inferir que as variações observadas não são de relevância clínica para o período estudado.

As concentrações de glicose variaram significativamente entre os dias zero e 30 (Tabela 4), com valor acima do intervalo de referência, de 50 a 75 mg/dL (KANEKO, 1989a), logo após o parto. Este aumento teve como provável causa a influência do cortisol, que inicia dois mecanismos primários de defesa: a imunodefesa e a gliconeogênese, na tentativa de prover energia para o processo de estresse/recuperação (DANTZER; MORMEDE, 1983). Observações em caprinos mostraram que o estresse, as dores do parto e a fase de expulsão do feto provocaram aumento da concentração plasmática de cortisol, atingindo o seu pico na ocasião do nascimento (FLEET et al., 1975; HYDBRING et al., 1999), quando a concentração foi quatro vezes maior do que à observada aos 16 dias antes do parto (PRINA, 2007), ocasionando maior estímulo à gliconeogênese e consequente elevação da glicose sérica, como parte da preparação para o parto.

CONCLUSÕES

Conclui-se que os perfis séricos proteico e bioquímico e a glicose plasmática de cabritos e cabras, desde o parto até 75 dias, variaram no período avaliado, porém, as causas dessas variações foram fisiológicas, ou influenciadas pelo manejo nutricional dos animais, não comprometendo clinicamente os mesmos.

REFERÊNCIAS

- ARGÜELLO, A. et al. Effects of the number of lactations and litter size on chemical composition and physical characteristics of goat colostrum. **Small Rumin. Res.**, v. 64, p. 53-59, 2006.
- ARGÜELLO, A. et al. Passive transfer of immunity in kid goats fed refrigerated and frozen goat colostrum and commercial sheep colostrum. **Small Rumin. Res.**, v. 54, p. 237-241, 2004.
- BEHERA, P. C.; BISOI, P. C.; MOHAPATRA, M. Serum enzyme activity in different age groups of male and female Black Bengal goats. **Indian Vet. J.**, v. 70, p. 1042-1045, 1993.
- BIRGEL, E. H. Variações dos teores proteicos do sangue de caprinos durante o desenvolvimento etário. **Rev. Fac. Med. Vet. Univ. São Paulo**, v. 8, p. 299-315, 1969.
- BRAUN, J. P. et al. Early variations of blood plasma gamma glutamyltransferase in newborn calves - a test of colostrum intake. **J. Dairy Sci.**, v. 65, p. 2178-2181, 1982.
- BRITTI, D. et al. Evaluation of serum enzyme activities as predictors of passive transfer status in lambs. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 226, p. 951-955, 2005.
- CHEN, J. C. et al. Serum protein levels and neonatal growth rate of Nubian goat kids in Taiwan area. **Small Rumin. Res.**, v. 32, p. 153-160, 1999.

- CONSTANT, S. B. et al. Serum immunoglobulin G concentration in goat kids fed colostrum or a colostrums Substitute. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 205, p. 1759-1762, 1994.
- DANIELS, L. B. et al. Blood glucose and fructose in the newborn ruminant. **J. Dairy Sci.**, v. 57, p. 1196, 1974.
- DANTZER, R.; MORMEDE, P. Stress in farm animals: a need for re-evaluation. **J. Anim. Sci.**, v. 57, p. 6-18, 1983.
- FAHEY, J. L.; McKELVEY, E. M. Quantitative determination of serum immunoglobulins in antibody agar plates. **J. Immunol.**, v. 94, p. 84, 1965.
- FINCO, D. R. Kidney function. In: KANEKO, J. J. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. p. 496-542.
- FLEET, I. R. et al. Secretory activity of goat mammary glands during pregnancy and the onset of lactation. **J. Physiol.**, v. 251, p. 763-773, 1975.
- FRIEDMAN, H. S. A standardized procedure for serum protein electrophoresis on cellulose acetate membrane strips. **Clin. Chim. Acta**, v. 6, p. 775-781, 1961.
- HYDBRING, E. et al. Hormonal changes during parturition in heifers and goats are related to the phases and severity of labour. **J. Endocrinol.**, v. 160, p. 74-85, 1999.
- KANEKO, J. J. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. 932 p. (a).
- KANEKO, J. J. Serum proteins and the dysproteinemias. In: KANEKO, J. J. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. p. 142-165. (b).
- KERR, M. G. **Exames laboratoriais em medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2003. 436 p.
- KRAMER, J. W. Clinical enzymology. KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. p. 338-363.
- KREMERS, B.; BRIERE, R. O.; BATASAKIS, J. G. Reflectance densitometry of cellulose acetate protein electrophoresis. **Am. J. Med. Technol.**, v. 33, p. 28-34, 1967.

- KUHNE, S. et al. Growth performance, metabolic and endocrine traits, and intestinal absorptive capacity in neonatal calves fed either colostrum or milk replacer at low and high intensities. **J. Anim. Sci.**, v. 78, p. 609-620, 2000.
- LEVIEUX, D. et al. Caprine immunoglobulin G, β -lactoglobulin, α -lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post partum period. **J. Dairy Res.**, v. 69, p. 391-399, 2002.
- MADEN, M. et al. Blood and colostrum/milk serum γ -glutamyltransferase activity as a predictor of passive transfer status in lambs. **J. Vet. Med.**, v. 50, p. 128-131, 2003.
- MANCINI, G.; CARBONARA, A. O.; HEREMANS, J. F. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. **Immunochem.**, v. 2, p. 235-254, 1965.
- McDOUGALL, E. I. Proteins of ruminant colostrum. **Biochem. J.**, v. 94, p. 99-100, 1965.
- MELLADO, M. et al. Immunoglobulin G concentration and neonatal survival of goat kids delivered in a pen or on open range. **Prev. Vet. Med.**, v. 37, p. 33-39, 1998.
- MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico**. 1 ed. São Paulo: Roca, 1995. 308 p.
- MUNDIM, A. V. et al. Influência da ordem e estádios da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 59, p. 306-312, 2007.
- O'BRIEN, J. P.; SHERMAN, D. M. Serum immunoglobulin concentrations of newborn goat kids and subsequent kid survival through weaning. **Small Rumin. Res.**, v. 11, p. 71-77, 1993.
- PAIVA, F. A. et al. Efeito do manejo de fornecimento de colostro na imunidade passiva, cortisol e metabólitos plasmáticos de bezerros Holandeses. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 58, p. 739-743, 2006.
- PATEL, M. S., VAN LELYVELD, P.; HANSEN, R. W. The development of the pathways of glucose homeostasis in the newborn. In: JONES, C. T. (Ed.) **The**

biochemical development of the fetus and neonate. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press, 1982.

PÉREZ, J. M. et al. Hematologic and biochemical reference intervals for spanish Ibex. **J. Wildl. Dis.**, v. 39, p. 209-215, 2003.

PRINA, A. P. M. **A fase preparatória do parto de caprinos da raça Saanen:** Manifestações clínicas indicadoras da parição iminente a avaliação do perfil hormonal. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RADOSTITS, O. M. et al. **Veterinary medicine:** a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. 10. ed. Elsevier Saunders, 2007, 2156 p.

RÊGO, E. W. **Contribuição ao estudo da bioquímica clínica de caprinos (Capra hircus) criados no estado de Pernambuco:** Influência de fatores de variabilidade etário e sexual. 2000. 64 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

RUDOVSKY, A. et al. Measurement of immunoglobulin concentration in goat colostrum. **Small Rumin. Res.**, v. 74, p. 265-269, 2008.

SANTANA, A. F. et al. Transferência de imunidade passiva em cabritos. CONGRESSO PERNAMBUCANO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 5., 2003. SEMINÁRIO NORDESTINO DE CAPRINO-OVINOCULTURA, 6., 2003. **Anais...** Recife, 2003, p. 389-390.

SANTOS, G. T. et al. Variabilidade em imunoglobulina G (IgG) no colostro de cabra de primeira ordenha e absorção intestinal de IgG pelos cabritos recém-nascidos. **Arq. Biol. Tecnol.**, v. 37, p. 285-292, 1994.

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 Vet.**, v. 20, p. 22-27, 2004.

SILVA, S. L. et al. Avaliação da imunidade passiva em caprinos recém-nascidos alimentados com colostro de cabras ou colostro de vacas. **Ars Vet.**, v. 23, p. 81-88, 2007.

- SIMÕES, S. V. D. et al. Imunidade passiva, morbidade neonatal e desempenho de cabritos em diferentes manejos de colostro. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 25, p. 219-224, 2005.
- STANKO, R. L.; GUTHRIE, M. J.; RANDEL, R. D. Response to environmental temperatures in Brahman calves during the first compared to the second day after birth. **J. Anim. Sci.**, v. 69, p. 4419-4427, 1991.
- STRUFALDI, B. **Prática de bioquímica clínica**. São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, 1987. 339p.
- SZASZ, G. A kinetic photometric method for serum gamma-glutamyl transpeptidase. **Clin. Chem.**, v. 15, p. 124, 1969.
- TENNANT, B. C.; HORNBUCKLE, W. E. Gastrointestinal function. In: KANEKO, J. J. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989, p. 417-461.
- YOUNG, J. W. et al. Effect of age on glucose, reducing sugars and plasma insulin in blood of milk fed calves. **J. Nut.**, v. 100, p. 1287, 1970.
- ZARRILLI, A. et al. Evaluation of goat colostrum quality by determining enzyme activity levels. **Livest. Prod. Sci.**, v. 83, p. 317-320, 2003.

CAPÍTULO 4 – PARÂMETROS HEMOGASOMÉTRICOS E EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO DE CABRAS E CABRITOS

RESUMO – A adaptação à vida extra-uterina é um período crítico para o recém-nascido. Inúmeras alterações ocorrem em diferentes sistemas e órgãos, incluindo a função respiratória e o equilíbrio ácido-básico. Objetivaram-se verificar a ocorrência de acidose mista em cabritos recém-nascidos, avaliar possíveis variações hemogasométricas de cabras e cabritos e apresentar o perfil hemogasométrico de ambas as faixas etárias. Foram utilizados 25 cabritos e 11 cabras. As amostras sanguíneas foram colhidas por venopunção jugular, logo após o parto à zero hora, às 48 horas, aos sete, 15, 30 e 75 dias pós-parto. Foram determinados o pH, a pressão parcial de oxigênio (pO_2), a pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2), o dióxido de carbono total (tCO_2), a concentração de bicarbonato (HCO_3^-), o excesso de bases (EB), e a saturação de oxigênio (sO_2). Observaram-se diferenças significativas entre os momentos nos valores gasométricos dos cabritos, com exceção do HCO_3^- . Foram observadas, nos animais adultos, diferenças estatísticas nos valores de tCO_2 , HCO_3^- e EB no período pós-parto. Os cabritos recém-nascidos não apresentaram acidose mista no período pós-parto, e observaram-se variações hemogasométricas tanto nos cabritos quanto nas cabras.

Palavras-Chave: Acidose, caprino, pH, pós-parto, recém-nascido

BLOOD GAS PARAMETERS AND ACID-BASE BALANCE FROM GOATS AND KIDS

SUMMARY – The extra-uterine life adaptation is a critical period for the newborn. Several changes occur on different organ systems including respiratory function and acid-base balance. The goals of this study were to assess the occurrence of mixed acidosis in newborn goats and verify the occurrence of variation on blood gas parameters of goats and kids and report blood gas values of both groups. Twenty-five goat kids and eleven goats were used. Starting from the time of delivery, all animals underwent blood sampling by means of jugular venipuncture at zero hour, 48 hours, seven days, 15 days, 30 days and 75 days post-partum. The blood pH, oxygen partial pressure (pO₂), carbon dioxide partial pressure (pCO₂), total carbon dioxide (tCO₂), bicarbonate concentration (HCO₃⁻), base excess (BE), and oxygen saturation (sO₂) were determined. There were statistically significant differences in all blood gas values with exception of HCO₃⁻ between the times of sampling in kids group. Statistically differences were observed regarding the tCO₂, HCO₃⁻, and BE in adult goats at the postpartum period. Kids didn't present mixed acidosis at post-partum period and significant variations were observed in blood gas values from goats and kids.

Keywords: Acidosis, caprine, newborn, pH, postpartum

INTRODUÇÃO

As alterações que o recém-nascido sofre ao nascimento são intensas, envolvendo, em menor ou maior grau, quase todos os sistemas corpóreos (KNOTTENBELT et al., 2004). Para o cordeiro e o cabrito, a primeira semana após o nascimento representa período crítico de adaptação à vida extra-uterina, sendo que o parto e as 24 horas subsequentes representam momento decisivo para a detecção de problemas de saúde (PICCIONE et al., 2006).

Ao nascimento, todos os fetos são submetidos à hipóxia e hipercapnia, devido ao distúrbio da circulação útero-placentária, causado pela ruptura das membranas fetais e contrações uterinas (VARGA et al., 1999). Observa-se, após a ruptura do cordão umbilical, acidose metabólica e respiratória transitória discreta, em virtude da glicólise anaeróbica em tecidos pouco perfundidos durante a transição do fornecimento placentário de oxigênio, para o estabelecimento da função respiratória (VAALA; HOUSE, 2006). Piccione et al. (2006) acreditam que esta condição é agravada pela reduzida capacidade respiratória do neonato, caracterizada por hipoventilação, que não garante a remoção do dióxido de carbono (CO_2) na mesma intensidade da sua produção, levando, pelo seu acúmulo, ao aumento do ácido carbônico e, conseqüentemente, à diminuição do potencial hidrogeniônico (pH).

Piccione et al. (2006), estudando o sangue venoso de ovinos e caprinos durante a primeira semana de vida, relataram diferenças significativas da pressão parcial de oxigênio (pO_2) entre as espécies e os momentos avaliados, a partir do segundo dia de vida, e na concentração de bicarbonato (HCO_3^-), quando foram comparadas as primeiras 24 horas de vida com o quarto e o quinto dias. Porém, como o início das mensurações foi realizado apenas a partir do primeiro dia de idade dos animais, estes autores não puderam observar a ocorrência de acidose transitória logo após o nascimento, como constatada em bovinos (VARGA et al., 1999; LISBÔA et al., 2002; GASPARELLI, 2007).

Os valores do pH e dos gases sanguíneos sofrem variações de acordo com a temperatura corpórea (HASKINS, 1977b; MUIR; MORAIS, 2007), pois esta afeta a concentração de íons hidrogênio em todos os fluidos corpóreos (MUIR; MORAIS, 2007). Além disso, há influência do tempo decorrido entre a colheita e a realização do exame, e do tipo de armazenamento das amostras, em virtude da produção de dióxido de carbono pelo metabolismo aeróbico, e consequente produção de ácido láctico pelo metabolismo anaeróbico (GOKCE et al., 2004). Estes efeitos já foram comprovados em cães (HASKINS, 1977b), bovinos (JAGOS et al., 1977; SZENCI; BESSER, 1990; LISBÔA et al., 2001; GOKCE et al., 2004) e ovinos (LEAL et al., 2006). Portanto, a utilização de equipamento portátil para hemogasometria, utilizado para humanos, que permite a correção dos resultados adicionando-se os valores da temperatura corpórea aferidas dos pacientes, além do cálculo realizado com a temperatura padrão de 37°C, minimizaria, assim, os efeitos dessas fontes de variação, principalmente àqueles relacionados ao prolongado tempo de armazenagem e transporte da amostra até o laboratório (GOKCE et al., 2004).

Quando apropriadamente realizada, a análise hemogasométrica pode ajudar no estabelecimento do diagnóstico primário e auxiliar na escolha da terapia de suporte (HAGEMOSER; LÖFSTEDT, 1981). A avaliação dos gases sanguíneos e dos demais parâmetros necessários para a interpretação correta do equilíbrio ácido-básico oferece um conjunto de informações de grande valor para o prognóstico e decisão terapêutica de determinadas enfermidades dos bovinos (LISBÔA et al., 2001). Certamente, tal ilação pode também ser aplicada para a espécie caprina.

É imprescindível para a interpretação de qualquer exame laboratorial, como o hemogasométrico, que as variações fisiológicas, nas diferentes fases da vida dos animais, sejam conhecidas. Entretanto, há carência de valores para a espécie caprina, tanto na literatura nacional quanto internacional, principalmente quando momentos específicos são considerados, tais como o período neonatal e puerperal.

Tendo em vista as considerações anteriores, os objetivos deste estudo foram: determinar a dinâmica dos valores hemogasométricos e ácido-básicos de cabritos, desde o nascimento até os 75 dias de vida e testar a hipótese de que os caprinos recém-nascidos apresentam acidose mista transitória; determinar a ocorrência de variações do exame hemogasométrico de cabras desde o parto até 75 dias de puerpério; e apresentar o perfil hemogasométrico de ambas as faixas etárias.

MATERIAL E MÉTODOS

Os valores hemogasométricos e a avaliação do equilíbrio ácido-básico foram determinados no sangue de 25 cabritos (11 machos e 14 fêmeas) da raça Bôer, oriundos de partos eutócicos, nos seguintes momentos: 0 hora (logo após o parto), às 48 horas, aos sete, 15, 30 e 75 dias de vida. Adicionalmente, 11 das cabras, que pariram os cabritos anteriormente citados, foram avaliadas, com determinações realizadas nos mesmos momentos dos rebentos. Foram incluídos apenas animais considerados hígidos, ao exame físico, nos diferentes momentos.

As cabras eram mantidas em regime semi-intensivo, a pasto, com suplementação de concentrado duas vezes ao dia, e disponibilidade constante de sal mineral e água. Os cabritos eram mantidos junto às mães nas primeiras 48 horas pós-parto, quando então foram submetidos a manejo de mamada controlada, no período da manhã e no período da tarde e, durante a noite, permaneciam em baias cobertas, enquanto as cabras ficavam em piquete adjacente. Aos 30 dias de idade, os cabritos permaneciam junto às cabras durante o dia, dispondo, além do aleitamento, de pasto e suplementação semelhante aos das cabras, sendo separados apenas nos dias de avaliação e colheita de sangue.

As amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular com seringa para gasometria²⁶, com heparina lítio cálcio (80 UI de heparina), para volume de 1,6 mL, acoplada a agulha hipodérmica 25x0,7 mm. Quando presentes, o ar residual e as bolhas eram desprezados; a seringa era mantida selada e armazenada em recipiente térmico contendo gelo reciclável, sem contato direto, até o seu processamento, invariavelmente realizado em até 15 minutos após a colheita.

Efetuu-se a determinação dos valores do pH, pO₂, pCO₂, tCO₂, HCO₃⁻, excesso/déficit de bases (EB) e saturação de oxigênio (sO₂) em analisador clínico eletrônico portátil²⁷, utilizando-se cartuchos²⁸ específicos de acordo com as recomendações do fabricante, sendo calibrado automaticamente antes do processamento das amostras. Adicionalmente, como controle de qualidade, utilizou-se o simulador eletrônico²⁹ para verificar o funcionamento correto do equipamento antes do processamento. Os valores de pH, pO₂ e pCO₂ foram ajustados pelo aparelho, de acordo com a temperatura retal de cada animal, aferida com termômetro clínico digital.

Os animais foram avaliados pelo exame físico, em todos os momentos de colheita de sangue, aferindo-se a frequência cardíaca (FC), em batimentos por minuto (bpm); a frequência respiratória (FR), em movimentos por minuto (mpm); a temperatura retal (T), em graus “Celsius” (°C); e a coloração das mucosas visíveis.

As variáveis estudadas foram analisadas empregando-se programa estatístico³⁰. Para determinar se houve diferença significativa entre os momentos, utilizou-se a análise de variância com medidas repetidas (ANOVA), seguida do teste de Tukey, após a confirmação do padrão de Gauss pelo teste Kolmogorov-Smirnov de cada variável. O programa adotou o nível de significância de 5% em todas as análises.

²⁶ Drihep™ A-Line™, Becton Dickinson Company, BD Brasil, São Paulo, Brasil.

²⁷ i-Stat® Portable Clinical Analyzer, Abbott Laboratories, Abbott Park, Illinois, EUA.

²⁸ EG7+ Cartridge, Abbott Laboratories, Abbott Park, Illinois, EUA.

²⁹ i-Stat® Electronic Simulator, Abbott Laboratories, Abbott Park, Illinois, EUA.

³⁰ GraphPad InStat versão 3.06, GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O exame hemogasométrico, nas condições a campo, mostrou-se tecnicamente exequível, desde a colheita de material até a obtenção dos dados, principalmente pela facilidade de obtenção do sangue venoso em caprinos pela veia jugular, e o rápido processamento das amostras pelo aparelho utilizado, que apresentou, ainda, a vantagem da transportabilidade.

Entretanto, ainda existem ressalvas a serem consideradas, tais como o custo elevado do equipamento, de aproximadamente vinte e seis mil reais (R\$ 26.000,00), e do seu respectivo cartucho, com custo de trinta e dois reais (R\$ 32,00) por amostra processada, o que, certamente, compromete a sua utilização na rotina clínica.

Os resultados da análise hemogasométrica de cabritos no período neonatal até os 75 dias de idade estão descritos na Tabela 1, se constatando que apenas a variável HCO_3^- não apresentou diferença significativa em quaisquer dos momentos avaliados.

Os valores médios de pH, ao nascimento e às 48 horas (Tabela 1), foram inferiores aos apresentados por Piccione et al. (2006), obtidos de amostras de sangue venoso de cabritos, com 24 e 48 horas de idade, sendo, respectivamente, de $7,36 \pm 0,06$ e $7,40 \pm 0,03$. Valores próximos aos acima citados foram constatados nos animais do presente trabalho apenas a partir dos sete dias de vida (Tabela 1). Esta discrepância de resultados pode ser atribuída, em parte, às diferenças na metodologia adotada e, muito provavelmente, à amostragem utilizada, já que os referidos autores utilizaram apenas cinco cabritos, o que, possivelmente, teria conduzido à seleção de amostras sanguíneas com valores maiores de pH, e, no presente trabalho, onde se avaliaram 25 animais, alguns possuíam valores mais elevados ao nascimento e às 48 horas, com intervalos de 7,08 a 7,35 e de 7,22 a 7,37, respectivamente.

Tabela 1 – Médias e desvios-padrões do potencial hidrogeniônico (pH), pressão parcial de oxigênio (pO₂), pressão parcial de dióxido de carbono (pCO₂), dióxido de carbono total (tCO₂), bicarbonato (HCO₃⁻), excesso/déficit de bases (EB) e saturação de oxigênio (sO₂) no sangue venoso de cabritos da raça Bôer (n=25), desde o nascimento até os 75 dias de vida

Variável	Momento					
	0 hora	48 horas	7 dias	15 dias	30 dias	75 dias
pH	7,21 ^e (0,06)	7,30 ^{cd} (0,05)	7,33 ^{bc} (0,05)	7,34 ^b (0,03)	7,36 ^{ab} (0,04)	7,38 ^a (0,04)
pO₂ (mmHg)	29,84 ^d (8,99)	40,43 ^{abc} (7,51)	34,56 ^{bcd} (8,35)	33,56 ^{cd} (7,31)	40,56 ^{ab} (4,93)	45,47 ^a (12,66)
pCO₂ (mmHg)	66,50 ^a (8,07)	54,38 ^b (6,96)	51,58 ^{bc} (6,17)	50,10 ^{bcd} (5,26)	48,34 ^{cd} (5,91)	44,89 ^d (5,85)
tCO₂ (mmol/L)	27,96 ^a (2,54)	25,42 ^{bcd} (3,38)	26,08 ^b (2,21)	25,68 ^{bc} (1,59)	24,35 ^{bcd} (1,84)	22,61 ^e (2,22)
HCO₃⁻ (mmol/L)	25,97 ^a (2,44)	25,52 ^a (2,85)	26,13 ^a (1,94)	26,14 ^a (1,97)	26,16 ^a (2,65)	25,75 ^a (2,44)
EB (mmol/L)	-1,64 ^b (3,20)	-0,44 ^{ab} (2,96)	0,57 ^a (2,20)	0,51 ^a (1,92)	0,67 ^a (2,49)	1,02 ^a (2,08)
sO₂ (%)	38,48 ^e (11,94)	59,03 ^{bc} (13,74)	51,50 ^{cd} (14,02)	52,16 ^{cd} (11,39)	66,88 ^{ab} (8,11)	72,37 ^a (10,08)

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente (p<0,05).

O pH sanguíneo considerado fisiológico para os animais domésticos mantém-se entre 7,35 e 7,45 (MEYER et al., 1995; THRALL et al., 2006). Na avaliação hemogasométrica dos cabritos (Tabela 1), observou-se acidemia, imediatamente após o nascimento, minimizada durante o período de adaptação dos neonatos. O termo acidemia, ou seja, diminuição do pH sanguíneo, é mais coerente com os resultados obtidos, pois, diferentemente do que observaram Varga et al. (1999), Uystepuyst et al. (2000), Varga et al. (2001), Lisboa et al. (2002), Bleul et al. (2007) e Gasparelli (2007), em bovinos, não ficou evidente, no presente estudo, a ocorrência de acidose mista, com participação concomitante dos componentes respiratório e metabólico, constatação esta que se encontra em concordância com Butler et al. (1971), que monitoraram 151 bezerros clinicamente normais, desde o nascimento até os dez dias de idade, e

também não observaram o quadro de acidose mista, não verificando, contudo, variações significativas do pH, $p\text{CO}_2$ e HCO_3^- em amostras de sangue venoso.

Para a completa caracterização de um distúrbio ácido-básico, devem-se considerar três variáveis sanguíneas: pH, HCO_3^- e $p\text{CO}_2$ e, no caso de acidose mista, devem ocorrer, além da diminuição do pH, decréscimo nos teores de HCO_3^- e aumento da $p\text{CO}_2$ (HOUPY, 2006; THRALL et al., 2006). Como os valores do bicarbonato não diferiram entre os momentos (Tabela 1), é possível afirmar que a acidose mista não ocorreu.

Mesmo se constatando nos primeiros sete dias de vida dos cabritos, variação dos valores do $t\text{CO}_2$ e EB (Tabela 1), utilizados comumente como indicadores da mobilização do bicarbonato e das alterações metabólicas quando da avaliação do equilíbrio ácido-básico (CARLSON, 1989), não é possível assegurar que houve acidose metabólica nos animais, uma vez que os níveis do $t\text{CO}_2$ permaneceram próximos aos valores encontrados por Piccione et al. (2006) para caprinos com um a sete dias de idade, e aos índices de referência para animais adultos da referida espécie, descritos como sendo de 25,6 a 29,6 mmol/L (KANEKO, 1989). Com relação ao EB, apenas variações fora do intervalo de -4 a +4 mmol/L indicariam, respectivamente, acidose ou alcalose metabólica (HASKINS, 1977a), fato não observado nos resultados apresentados.

Se forem consideradas as alterações hemogasométricas na acidose respiratória, utilizadas de modo generalista para todos os animais domésticos e caracterizadas por pH de 7,22, HCO_3^- de 24 mmol/L e $p\text{CO}_2$ de 60 mmHg (THRALL et al., 2006), os valores assemelham-se aos apresentados na Tabela 1. Porém, para que o termo acidose respiratória seja adequadamente empregado, a concentração de bicarbonato deveria estar alterada, apresentando-se aumentada, como resposta compensatória à acidose. Estas observações, juntamente com os fatos apresentados anteriormente, suportam a escolha do termo acidemia para descrever a principal alteração observada nos cabritos logo após o nascimento.

Notou-se, entre o nascimento e às 48 horas de vida (Tabela 1), aumento nos valores de pH, e queda na $p\text{CO}_2$, como possível reflexo da compensação respiratória frente à acidemia apresentada e, principalmente, pela inerente adaptação neonatal. Como a diminuição do pH é rapidamente reconhecida pelo organismo, o aumento da ventilação inicia a redução da $p\text{CO}_2$ em poucos minutos, minimizando, conseqüentemente, a queda do pH (CARLSON, 1989), o que demonstra a efetiva contribuição respiratória para o equilíbrio de íons H^+ (HASKINS, 1977a), já que, a maior ventilação conduz à eliminação de CO_2 , diminuindo, a formação de ácido carbônico.

Analisando-se os resultados referentes à $p\text{O}_2$ e $s\text{O}_2$, apesar da resistência encontrada na literatura quanto ao uso destas variáveis obtidas no sangue venoso, observou-se tendência de elevação com o amadurecimento dos animais, permitindo inferir que este aumento ocorreu devido à melhora na capacidade respiratória dos animais, principalmente nas primeiras 48 horas de vida. Esta analogia encontra suporte nas observações feitas em bovinos (AURICH et al., 1993) e ovinos (PADBURY et al., 1985; PADBURY et al., 1987), que, durante o parto, e principalmente, após o rompimento do cordão umbilical, ocorre ativação do sistema simpático adrenal, com aumento na liberação de catecolaminas na primeira hora de vida - apontada como importante fator na adaptação neonatal - influenciando no aumento das frequências cardíaca e respiratória, na capacidade da função pulmonar, na produção de surfactante, e na diminuição da produção de fluido pulmonar. A reabsorção do líquido pulmonar das vias aéreas, durante as primeiras 24 horas pós-parto dos bezerros, também contribui para a progressiva alteração da mecânica pulmonar (VARGA et al., 2001).

A melhora da função respiratória, associada ao efeito adrenérgico pós-nascimento e o estímulo causado pela manipulação dos animais durante a realização do exame físico foram, possivelmente, os responsáveis pela diferença significativa das frequências cardíaca e respiratória entre o nascimento e às 48 horas pós-nascimento (Tabela 2), com tendência a menores valores nos momentos seguintes, devido à normalização das funções

circulatória e respiratória, após a adaptação dos recém-nascidos à vida extra-uterina e, também, à manipulação pelo examinador.

Tabela 2 – Médias e desvios-padrões da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura corpórea (T) de cabritos da raça Bôer (n=25) desde o nascimento até os 75 dias de vida

Variável	Momento					
	0 hora	48 horas	7 dias	15 dias	30 dias	75 dias
FC	154 ^b	187 ^a	153 ^{bc}	128 ^d	93 ^e	111 ^{de}
(bpm)	(35)	(20)	(30)	(22)	(19)	(26)
FR	67 ^b	89 ^a	67 ^{bc}	44 ^d	42 ^d	48 ^d
(mpm)	(22)	(23)	(17)	(12)	(11)	(16)
T	38,4 ^b	39,4 ^a	39,2 ^a	38,8 ^{ab}	38,9 ^{ab}	38,8 ^{ab}
(°C)	(1,3)	(0,3)	(0,5)	(0,6)	(0,7)	(1,1)

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Observou-se diferença significativa entre a temperatura retal obtida logo após o nascimento com as mensurações realizadas às 48 horas e sete dias, mas não com os momentos seguintes (Tabela 2). Porém, os valores permaneceram próximos aos intervalos de referência relatados para caprinos, de 39 a 40°C (BRION, 1964), de 38,8 a 40°C (DIFFAY et al., 2004), e de 38,6 a 40°C (FEITOSA, 2008), e aos observados por Souza et al. (2008), de $39,58 \pm 0,19^\circ\text{C}$, em caprinos jovens, oriundos de cruzamentos de animais sem raça definida, e da raça Bôer, criados no semi-árido paraibano. Porém, biologicamente, estas diferenças provavelmente não interferiram nos resultados hemogasométricos dependentes da temperatura, já que as variáveis pH, $p\text{O}_2$ e $p\text{CO}_2$ não apresentaram a mesma dinâmica de variação da temperatura corpórea, permitindo inferir que as oscilações destes parâmetros deveram-se, exclusivamente, aos fatos anteriormente citados com relação ao período de transição da vida uterina para o meio exterior.

A avaliação dos resultados obtidos associados às informações da literatura revisada demonstrou que vários fatores, como a dinâmica das alterações que ocorrem no período de adaptação neonatal, a temperatura

corpórea e o tempo entre a colheita da amostra e seu processamento, devem ser considerados em conjunto quando da interpretação dos achados gasométricos e do equilíbrio ácido-básico de caprinos recém-nascidos. Deve-se salientar que a homeostase ácido-básica envolve a integração da atividade normal dos pulmões, rins e fígado (HOUPY, 2006; MUIR; MORAIS, 2007), e por estarem as funções orgânicas, nos primeiros momentos de vida dos recém-nascidos, ainda em fase de desenvolvimento, a incompleta capacidade funcional de vários órgãos é compensada por vários fatores fisiológicos (PICCIONE et al., 2006), como a imediata maturidade da capacidade respiratória.

As variáveis gasométricas e o equilíbrio ácido-básico de cabras após o parto e até os 75 dias do puerpério (Tabela 3) tiveram poucas variações durante o período experimental. Nas variáveis $t\text{CO}_2$, HCO_3^- e EB, observou-se diferença significativa entre os momentos avaliados.

Hoversland et al. (1974) encontraram valores do pH sanguíneo de $7,375 \pm 0,006$, no período de uma a três semanas pós-parto, e de $7,379 \pm 0,009$, em cabras com quatro a seis semanas pós-parto. Estes valores encontram-se próximos aos descritos no presente estudo (Tabela 3), e em concordância com os autores anteriormente citados, sugerindo que não há variação significativa do pH durante a fase do puerpério.

Os menores valores dos parâmetros do componente metabólico do equilíbrio ácido-básico ($t\text{CO}_2$ e HCO_3^-) observados no momento do parto (Tabela 3) deveram-se, possivelmente, a eventos que se iniciaram ainda no período gestacional, pois, ao final da gestação, segundo Hoversland et al. (1974), ocorre aumento no consumo de oxigênio (O_2), com pico de aumento de 36% nas três últimas semanas antes do parto, em relação ao consumo no período pós-parto, o que leva à hiperventilação e queda na tensão de dióxido de carbono (CO_2), conduzindo, dessa forma, à diminuição da concentração de bicarbonato, na semana que antecede ao parto, como mecanismo compensatório para manutenção do pH estável, evitando-se, com isso, a instalação de possível quadro de alcalose metabólica. Valores de bicarbonato

mais baixos no final da gestação também foram observados por Blechner et al. (1960), de 20,6 mmol/L.

Tabela 3 – Médias e desvios-padrões do potencial hidrogeniônico (pH), pressão parcial de oxigênio (pO_2), pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2), dióxido de carbono total (tCO_2), bicarbonato (HCO_3^-), excesso/déficit de bases (EB) e saturação de oxigênio (sO_2) no sangue venoso de cabras da raça Bôer (n=11) no período pós-parto até 75 dias

Variável	Momento					
	0 hora	48 horas	7 dias	15 dias	30 dias	75 dias
pH	7,36 ^a (0,04)	7,39 ^a (0,05)	7,45 ^a (0,10)	7,40 ^a (0,05)	7,41 ^a (0,05)	7,42 ^a (0,02)
pO_2 (mmHg)	43,41 ^a (4,89)	41,07 ^a (8,41)	44,27 ^a (12,31)	43,03 ^a (8,34)	42,83 ^a (8,53)	47,66 ^a (5,70)
pCO_2 (mmHg)	36,66 ^a (6,58)	41,74 ^a (6,30)	40,49 ^a (3,36)	41,13 ^a (4,84)	39,85 ^a (7,26)	41,26 ^a (3,41)
tCO_2 (mmol/L)	20,28 ^b (3,15)	23,89 ^a (1,67)	25,03 ^a (2,11)	24,74 ^a (2,70)	24,95 ^a (2,80)	23,89 ^a (2,74)
HCO_3^- (mmol/L)	20,04 ^b (3,07)	24,45 ^{ab} (2,54)	25,60 ^a (1,78)	25,15 ^a (2,87)	24,90 ^{ab} (4,15)	25,55 ^a (2,88)
EB (mmol/L)	-4,69 ^b (3,13)	-0,23 ^a (2,57)	1,37 ^a (1,79)	0,54 ^a (2,98)	0,64 ^{ab} (4,06)	1,71 ^a (2,70)
sO_2 (%)	68,84 ^a (6,08)	69,66 ^a (12,48)	73,14 ^a (10,80)	74,24 ^a (9,27)	72,18 ^a (11,39)	76,80 ^a (5,77)

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Além do aumento no consumo de oxigênio da mãe, há a necessidade de eliminação do CO_2 produzido pelo feto, que passa livremente, por difusão, do sangue fetal para o materno (JAINUDEEN; HAFEZ, 2004), o que, possivelmente, contribuiu para a necessidade do aumento da ventilação no final da gestação. Soma-se a isso, a redução da capacidade pulmonar funcional, devido à compressão do diafragma pelas vísceras na cavidade abdominal ocasionada pelo aumento de volume uterino, principalmente no terço final da gestação. Portanto, as variações observadas no HCO_3^- e tCO_2 logo após o parto são possíveis consequências deste estado compensatório para manutenção do pH na semana que antecede ao parto. A normalização

dos valores do HCO_3^- e tCO_2 , a partir das 48 horas pós-parto, possivelmente deveu-se ao retorno dos padrões fisiológicos maternos a níveis normais. O intervalo de sete dias para a detecção do aumento de bicarbonato em relação ao momento do parto justifica-se pela resposta renal em reter o bicarbonato, iniciada em poucas horas, mas que requer normalmente de dois a três dias para a sua finalização (CARLSON, 1989; HOUP, 2006; MEYER et al., 1995).

Quanto ao exame físico das cabras, observou-se diferença significativa entre os momentos avaliados em todas as variáveis (Tabela 4), porém os seus valores permaneceram próximos aos citados por Diffay et al. (2004), Feitosa (2008) e Souza et al. (2008), tendo, este último, trabalhado com animais de diferentes grupos genéticos e em diferentes momentos do dia, o que possibilita inferir que os animais apresentavam-se hígidos durante todo o período experimental.

Tabela 4 – Médias e desvios-padrões da frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura corpórea (T) de cabras da raça Bôer (n=11), desde o parto até os 75 dias pós-parto

Variável	Momento					
	0 hora	48 horas	7 dias	15 dias	30 dias	75 dias
FC	94 ^{ab}	75 ^b	77 ^b	71 ^b	75 ^b	102 ^a
(bpm)	(28)	(13)	(20)	(13)	(14)	(21)
FR	38 ^{ab}	30 ^b	27 ^b	25 ^b	26 ^b	48 ^a
(mpm)	(11)	(6)	(6)	(9)	(4)	(24)
T	39,7 ^{ab}	38,6 ^{bc}	38,3 ^c	38,0 ^c	39,0 ^{abc}	39,8 ^a
(°C)	(0,3)	(0,8)	(1,3)	(1,2)	(0,4)	(0,5)

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

As variações hemogasométricas observadas nos cabritos e cabras, principalmente entre o parto e às 48 horas subsequentes, foram transitórias e não causaram prejuízos para a adaptação dos neonatos ou a recuperação das cabras no puerpério. Porém, é necessária certa cautela quanto à interpretação clínica do exame hemogasométrico, evitando-se possíveis erros diagnósticos frente a alterações, que são, em sua maioria, fisiológicas.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a variação dos parâmetros hemogasométricos de cabritos recém-nascidos ocorre até os 75 dias de idade e, nas cabras, após o parto. Os caprinos recém-nascidos não apresentam acidose mista, mas apenas acidemia transitória, com estabilização do equilíbrio ácido-básico, após 48 horas de vida.

REFERÊNCIAS

- AURICH, J. E. et al. Influence of labor and neonatal hypoxia on sympathoadrenal activation and methionine enkephalin release in calves. **Am. J. Vet. Res.**, v. 54, p. 1333-1338, 1993.
- BLECHNER, J. N.; MESCHIA, G.; BARRON, D. H. A study of the acid-base balance of fetal sheep and goats. **Q. J. Exp. Physiol. Cogn. Med. Sci.**, v. 45, p. 60-71, 1960.
- BLEUL, U. et al. Blood gas and acid-base analysis of arterial blood in 57 newborn calves. **Vet. Rec.**, v. 161, p. 688-691, 2007.
- BRION, A. **Vademecum del veterinário**. 2. ed. Barcelona: Gea, 1964. 732 p.
- BUTLER, D. G.; WILLOUGHBY, R. A.; McSHERRY, B. J. Studies on diarrhea in neonatal calves III. Acid-base and serum electrolyte values in normal calves from birth to ten days of age. **Can. J. Comp. Med.**, v. 35, p. 36-39, 1971.
- CARLSON, G. P. Fluid, electrolyte and acid-base balance. In: KANEKO, J. J. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. p. 543-572.
- DIFFAY, B. C. et al. Abordagem e exame de ovinos e caprinos. In: PUGH, D. G. (Ed.). **Clínica de ovinos e caprinos**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2004. p. 1-19.
- FEITOSA, F. L. F. Exame físico geral ou de rotina. In: FEITOSA, F. L. F. (Ed.). **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 2. ed. São Paulo: Editora Roca, 2008. p. 65-86.

- GASPARELLI, E. R. F. **Determinação da atividade sérica de enzimas hepáticas e da concentração de ureia e creatinina, cortisol e imunoglobulina G e dos valores hemogasométricos de bezerros da raça Nelore oriundos de fertilização in vivo (FV) e fertilização in vitro (FIV).** 2007. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Odontologia e Curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2007.
- GOKCE, G. et al. Effect of time delay and storage temperature on blood gas and acid-base values of bovine venous blood. **Res. Vet. Sci.**, v. 76, p. 121-127, 2004.
- HAGEMOSER, W. A.; LÖFSTEDT, J. Clinical pathology review: bovine blood gas analysis. **Iowa State Univ. Vet.**, v. 43, p. 12-13, 1981.
- HASKINS, S. C. An overview of acid-base physiology. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 170, p. 423-428, 1977a.
- HASKINS, S. C. Sampling and storage of blood for pH and blood gas analysis. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 170, p. 429-433, 1977b.
- HOUPPT, T. R. Equilíbrio ácido-básico. In: REECE, W. O. (Ed.). **Dukes, fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 147-160.
- HOVERSLAND, A. S.; METCALFE, J.; PARER, J. T. Adjustments in maternal blood gases, acid-base balance, and oxygen consumption in the pregnant Pygmy goat. **Biol. Reprod.**, v. 10, p. 589-595, 1974.
- JAGOS, P.; BOUDA, J.; PRIKLYLOVA, J. Dynamics of acid-base changes in the venous blood of cattle in vitro with time. **Vet. Med.**, v. 22, p. 257-262, 1977.
- JAINUDEEN, M. R.; HAFEZ, E. S. E. Gestação, fisiologia pré-natal e parto. In: HAFEZ, B.; HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 7. ed. Barueri: Manole, 2004. p. 141-155.
- KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1989. 932 p.
- KNOTTENBELT, D.; HOLDSTOCK, N.; MADIGAN, J. E. **Equine neonatology: medicine and surgery**. 1. ed. London: Saunders, 2004, 508 p.

LEAL, M. L. R. et al. Efeito da refrigeração sobre o exame hemogasométrico em sangue venoso de ovinos. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v. 43, p. 80-85, 2006.

LISBÔA, J. A. N. et al. Efeito da idade sobre o equilíbrio ácido-básico de bezerras sadias no primeiro mês de vida. **Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.**, v. 39, p. 136-142, 2002.

LISBÔA, J. A. N. et al. Tempo de viabilidade de amostras de sangue venoso bovino destinadas ao exame hemogasométrico, quando mantidas sob conservação em água gelada. **Ciênc. Rural**, v. 31, p. 271-276, 2001.

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. **Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico**. 1 ed. São Paulo: Roca, 1995. 308 p.

MUIR, W. W.; MORAIS, H. S. A. Acid-base physiology. In: TRANQUILLI, W. J.; THURMON, J. C.; GRIMM, K. A. **Lumb & Jones' veterinary anesthesia and analgesia**. 4. ed. Oxford: Blackwell, 2007. 1096 p.

PADBURY, J. F. et al. Effect of fetal adrenalectomy on catecholamine release and physiologic adaptation at birth in sheep. **J. Clin. Invest.**, v. 80, p. 1096-1103, 1987.

PADBURY, J. F. et al. Neonatal adaptation: greater sympathoadrenal response in preterm than full-term fetal sheep at birth. **Am. J. Physiol.**, v. 248, p. 443-449, 1985.

PICCIONE, G. et al. Acid-base balance modifications in the lamb and goat kids during the first week of life. **Small Rumin. Res.**, v. 63, p. 304-308, 2006.

SOUZA, B. B. et al. Respostas fisiológicas de caprinos de diferentes grupos genéticos no semi-árido paraibano. **Ciênc. Agrotec.**, v. 32, p. 314-320, 2008.

SZENCI, O.; BESSER, T. Changes in blood gas and acid-base values of bovine venous blood during storage. **J. Am. Vet. Med. Assoc.**, v. 197, p. 471-474, 1990.

THRALL, M. A. et al. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2006. 582 p.

UYSTEPRUYST, C. H. et al. Mechanics of the respiratory system in healthy newborn calves using impulse oscillometry. **Res. Vet. Sci.**, v. 68, p. 47-55, 2000.

VAALA, W. E.; HOUSE, J. K. Adaptação, asfixia e reanimação perinatais. In: SMITH, B. P. (Ed.). **Medicina interna de grandes animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2006. p. 266-276.

VARGA, J. et al. Adaptation of respiration to extrauterine-life in healthy newborn calves. **Reprod. Domest. Anim.**, v. 34, p. 377-379, 1999.

VARGA, J. et al. Improved pulmonary adaptation in newborn calves with postnatal acidosis. **Vet. J.**, v. 162, p. 226-232, 2001.