**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Estudo da flutuação sérica de anticorpos maternos nos períodos pré e pós-parto e transferência de imunidade passiva em cabritos recém-nascidos utilizando colostro bovino e caprino

Anali Linhares Lima

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre em Agronomia. Área de
concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2008**

Anali Linhares Lima
Médico Veterinário

**Estudo da flutuação sérica de anticorpos maternos nos períodos pré e pós-parto
e transferência de imunidade passiva em cabritos recém-nascidos utilizando
coloostro bovino e caprino**

Orientador:
Prof. Dr. **RAUL MACHADO NETO**

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre em Agronomia. Área de
concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2008**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Lima, Anali Linhares

Estudo da flutuação sérica de anticorpos maternos nos períodos pré e pós-parto e transferência de imunidade passiva em cabritos recém-nascidos utilizando colostro bovino e caprino / Anali Linhares Lima. - - Piracicaba, 2008.
61 p.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Aleitamento animal – Imunologia 2. Cabritos 3. Imunoglobulinas 4. Nutrição animal
Proteínas I. Título

CDD 636.39085

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

A história de todo homem se faz nas buscas... No ir e vir... Nas perspectivas do encontrar. Longínquos são os caminhos que devemos percorrer para construirmos nossa história. Em muitos momentos, não sabemos nem mesmo o quanto deveremos abdicar para subjugar o "aqui". Quantos sorrisos, quantas lágrimas, quantos dias deixamos de estar. Ficando simplesmente a ausência. Sei que, apesar de o quão longe seja e do quanto tenha deixado, se sou o "hoje"... Digo que foi por vocês se fazerem presentes, onipresentes, na minha vida. A vocês, meus pais: **Maria Benedita Linhares Lima** e **José Barbosa Lima**, por todo amor, dedicação e apoio. De forma que somente um pai pode ser, incondicional.

Dedico

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A **Deus** em primeiro lugar, que sempre guiou meus passos, iluminando o meu caminho e me conduzindo para o bem. Agradeço-lhe pela minha vida, por tudo o que sou e alcancei até hoje. Agradeço-lhe por me acolher como filha amada e por me consolar em momentos difíceis, me dando a força necessária para seguir em frente, segundo a Sua vontade.

“Esforça-te, e tem bom ânimo; não pases, nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares” (Josué 1:9)

À minha irmã, **Liana Linhares Lima**, pela sua atenção, amor, direcionamento e constante incentivo em minha vida, muitas vezes único e essencial.

Ao meu irmão, **Alisson Linhares Lima**, pela nossa grande amizade e por seu imenso amor, que mesmo distante soube compartilhar comigo emoções, dúvidas, êxitos e tropeços durante toda minha vida, estimulando-me sempre a prosseguir.

Ao meu querido, **Fernando Andrade Souza**, por compartilhar minha alegria nos bons momentos e me ajudar a recuperar o humor durante os maus. Tua presença faz com que tudo seja um pouco mais fácil e tão diferente... Ouves com a sensibilidade necessária para escutar-me de verdade, olhas com a profundidade necessária para ver-me de verdade, e sempre encontras a forma de fazer-me sentir que sou importante para ti.

À **minha família**, pois somos parte de um todo, pelo apoio incondicional e por sempre me ensinar a importância do aprendizado e do conhecimento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. **Raul Machado Neto**, por sua inestimável contribuição na minha formação, ajudando com paciência e experiência a condução de todas as fases deste trabalho, transmitindo sempre segurança e sabedoria. Agradeço-lhe por ter confiado em mim e concedido a oportunidade de trabalharmos juntos.

Ao Prof. Dr. **Raul d’Arce**, pelo exemplo de profissionalismo, experiência e dedicação à carreira acadêmica. Do seu exemplo surgiu meu amor pela docência.

À Profa. **Ivanete Susin**, pela amizade, exemplo de dedicação à pesquisa, pelo apoio, incentivo e todas as oportunidades a mim concedidas durante o mestrado.

Ao Prof. **Francisco Carneiro Lima**, pelo exemplo de profissionalismo e, sobretudo, pela amizade e toda a atenção dispensada durante este curso. Aprendi a admirá-lo como amigo, orientador e profissional.

À **Patricia Pauletti**, pela grande amizade, simplicidade, competência e pelos inmensuráveis auxílios prestados durante o curso de mestrado. Sem você nada seria possível.

À **Débora Botéquio Moretti**, pela amizade, ajuda indispensável na execução deste trabalho e pelos momentos agradáveis de convivência no laboratório.

À **Liris Kindlein**, pela amizade e oportunidade de enriquecedora convivência.

A **Ivan Luís Stella**, pessoa indispensável na realização desta dissertação. Pela disponibilidade e pelo esforço em fazer com que tudo acontecesse da melhor forma possível. Sobre tudo pela enorme amizade e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus grandes amigos, **Anderson Clayton Santos Silveira**, **Renata Santos Araújo** e **Rodrigo Maciel Calvet**, companheiros de todas as horas, continuarei levando a nossa amizade aonde quer que eu vá. Crescemos e aprendemos juntos, e temos o orgulho de dizer que também fizemos crescer e aprender.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, pela formação profissional, acadêmica e pessoal.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo apoio financeiro destinado a este trabalho.

Ao Prof. Eduardo Delgado, pelos ensinamentos e disposição em colaborar com este trabalho a qualquer momento.

Ao Sistema de Produção de Ovinos e Caprinos – SIPOC e à Profa. Dra. Ivanete Susin, pelo consentimento e facilidades colocadas à disposição, permitindo a realização deste trabalho.

Aos alunos e funcionários do SIPOC, pela amizade, carinho e disposição em nos ajudar.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial José Luiz F. Piedade (Zé), Giovana M. de Oliveira e Maria Antônia L. Etchegaray (Tuka), pelo carinho e atenção.

A todos os alunos e funcionários do prédio da Zoologia, grandes pessoas que Deus colocou em meu caminho durante esta jornada.

À Ana Paula Oeda Rodrigues, pela amizade e agradável convívio durante seu estágio.

À Ingrid Helen Grígolo, pela recente amizade e pelos momentos agradáveis de convivência no laboratório e na sala 15.

A todos meus amigos conquistados em Piracicaba e que não caberiam nesta página, por terem compartilhado comigo tantos momentos agradáveis. Em especial a Mariana, Vanessa e Luciana (Sfinge) por terem segurado a minha barra em momentos difíceis e demonstrado o verdadeiro valor da amizade.

Aos demais amigos queridos do Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal – LAFA, alunos de iniciação científica, mestrado e doutorado, Priscila, Sarah, Ivan, Adalfredo, Flávia, Ingrid e Eric. Obrigada pela amizade e companheirismo, tornando a convivência dentro do laboratório sempre melhor.

Mesmo que passe o tempo e as distâncias sejam insuperáveis, jamais deixarei de lembrar aqueles que me ensinaram, auxiliaram, incentivaram e acreditaram na realização deste trabalho...

Meus sinceros agradecimentos...

"Não há outra maneira de aprender a não ser nos conhecendo, transformando nossos medos e limitações em força e alegria. Essa é a principal lição".

Brian Weiss

SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE TABELAS.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Imunidade passiva.....	15
2.2 Imunoglobulinas.....	17
2.3 Colostro.....	18
2.4 Ingestão do colostro em caprinos e possíveis transtornos.....	21
2.5 Mecanismos e vias de absorção das imunoglobulinas pelo recém-nascido.....	22
2.6 Transição de imunidade passiva para imunidade ativa.....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Local.....	25
3.2 Animais.....	25
3.3 Tratamentos.....	25
3.4 Colostro.....	26
3.5 Amostragem de sangue.....	26
3.6 Análises laboratoriais.....	27
3.6.1 Proteína total sérica.....	27
3.6.2 Imunoglobulinas séricas.....	27
3.7 Delineamento experimental e análise estatística.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Proteína total e imunoglobulina sérica das cabras.....	30
4.2 Quantificação de IgG no colostro caprino e bovino.....	35
4.3 Proteína total e imunoglobulinas sérica dos cabritos.....	36
4.4 Estimativa do valor de unidades ZST em mg/mL de IgG sérica.....	47
5 CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

RESUMO

Estudo da flutuação sérica de anticorpos maternos nos períodos pré e pós-parto e transferência de imunidade passiva em cabritos recém-nascidos utilizando colostro bovino e caprino

O objetivo deste trabalho foi avaliar a flutuação de anticorpos séricos em cabras no período pré e imediatamente pós-parto e a eficiência do processo de aquisição de imunidade passiva em cabritos recém-nascidos utilizando colostro caprino e bovino, contribuindo para a avaliação de uma alternativa de manejo de colostro e o melhor conhecimento do mecanismo de formação e transferência de imunidade passiva. Foram utilizadas 18 cabras e suas respectivas crias, 33 animais, sendo 19 fêmeas e 14 machos. Os animais foram distribuídos ao acaso em dois grupos que receberam às 0, 12, 24 e 36 horas de vida colostro caprino (grupo A) e colostro bovino (grupo B). As coletas de sangue das cabras foram iniciadas 45 dias antes da data prevista para o parto, em intervalos de 5 dias, até o 5º dia após o parto. Amostras de sangue dos cabritos foram coletadas às 0, 12, 24 e 48 horas, e aos 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50 e 60 dias de idade. As variáveis séricas analisadas foram proteína total (PT), através do método do biureto, e imunoglobulinas (Ig) através dos métodos de imunodifusão radial (IDR) e turvação por sulfato de zinco (ZST). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e as variáveis séricas analisadas como medidas repetidas no tempo. A ausência de queda significativa na concentração sérica de PT e Ig no período pré-parto indica que a mobilidade destes componentes séricos para a glândula mamária ocorre em concentrações que permitem que o animal mantenha esses valores estáveis. O grupo A apresentou valores máximos de PT e Ig séricas mais tardiamente aos $20,05 \pm 1,36$ e $20,11 \pm 1,72$ dias de vida, e as médias foram de $5,91 \pm 0,22$ g/dL e $28,17 \pm 2,05$ unidades ZST, respectivamente. Neste grupo as variáveis PT e Ig após o acréscimo inicial, entre a primeira e segunda data, permanecem sem alteração ao longo do período experimental. No grupo B a data de concentração máxima de PT foi verificada nas $48,68 \pm 0,70$ horas de vida, com média de $7,16 \pm 0,28$ g/dL e a data de concentração máxima de Ig foi verificada às $48,75 \pm 0,73$ horas de vida, com média de $37,56 \pm 2,38$ unidades ZST. Em seguida, os valores decresceram gradativamente, em função do catabolismo das imunoglobulinas adquiridas. Os resultados indicam que o colostro caprino pode ser substituído pelo colostro bovino apresentando vantagens para cabritos recém-nascidos na aquisição inicial de Ig sérica. Determinou-se a correspondência dos valores de ZST em mg/mL de IgG através de análises comparativas de imunoglobulinas presentes em amostras séricas, obtidas do grupo B (colostro bovino) nas primeiras 48 horas de vida usando os métodos de IDR e ZST. Foi encontrado um coeficiente de correlação de 0,725, indicando a existência de associação entre unidades ZST e a concentração de imunoglobulina em mg/mL, permitindo, deste modo estimar o nível de imunoglobulina sérica através do método ZST.

Palavras-chave: Aleitamento animal – Imunologia; Cabritos; Imunoglobulinas; Nutrição animal; Proteínas

ABSTRACT

Study of maternal serum antibodies fluctuation in pre and post partum period and passive immunity transfer in newborn goat kids using bovine and caprine colostrum

The objective of this study was to evaluate the fluctuation of serum antibodies in goats pre and immediately post partum period and the passive immunity acquisition efficiency in goat kids fed caprine and bovine colostrum, contributing for an evaluation of colostrum management alternative and a better knowledge of passive immunity formation and transference mechanism. Eighteen goats and their respective offspring, 33 animals, 19 females and 14 males, were used. Animals were randomly distributed in two groups that received at 0, 12, 24 and 36 hours after birth, caprine colostrum (group A) and bovine colostrum (group B). Goat blood samples collection started 45 days before the birth predicted date, with intervals of 5 days until the 5th day post partum. Goat kids blood samples were collected at 0, 12, 24 and 48 hours, and at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 and 60 days of age. Serum variables analyzed were total protein (TP), by biurete method, and immunoglobulin (Ig) by radial immunodiffusion (IDR) and zinc sulphate turbidity (ZST) methods. A completely randomized desing was used with serum variables analyzed as repeated measures on time. The absence of significant fall on TP and Ig serum concentration in pre partum period, indicates that the mobility of these serum components to mammary gland occurs in concentrations that allow these animals to keep the stability of these values. Group A showed maximum values for serum TP and Ig later than group B, at 20.05 ± 1.36 and 20.11 ± 1.72 days after birth, and the means were 5.91 ± 0.22 g/dL and 28.17 ± 2.05 ZST units, respectively. In this group the variables TP e Ig after an initial increase, between first and second experimental date, remain without alterations through the experimental period. In group B, the highest concentration date for TP was observed on the 48.68 ± 0.79 hours after birth, with means of 7.16 ± 0.28 g/dL and the highest concentration date for Ig at 48 ± 0.73 hours after birth, with mean of 37.56 ± 2.38 ZST units. After this period the values gradually decreased, mainly function of acquired Ig catabolism. The results indicate that caprine colostrum can be used as a replacer for bovine colostrum showing advantages for the newborn in the initial acquisition of serum Ig status. ZST values correspondence in mg/mL of IgG was determined through comparative analyses of immunoglobulin present in serum samples from group B at first 48 hours after birth using the IDR and ZST methods. A correlation coefficient of 0.725 was found, indicating the existence of association between ZST units and Ig concentration in mg/mL, allowing to estimate the level of serum Ig through ZST method.

Keywords: Milk feeding - Immunology; Goat kids; Immunoglobulins; Animal nutrition; Proteins

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Comportamento da flutuação de proteína total sérica (g/dL) nas cabras ao longo do período experimental.....	32
Figura 2 -	Comportamento da flutuação média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) nas cabras ao longo do período experimental.....	34
Figura 3 -	Flutuação da concentração média de proteína total sérica (g/dL) nos grupos experimentais.....	38
Figura 4 -	Comportamento da flutuação de proteína total sérica (g/dL) no período experimental.....	39
Figura 5 -	Comportamento da flutuação da concentração média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) nos grupos experimentais.....	42
Figura 6 -	Comportamento da flutuação da concentração média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) nos grupos experimentais.	45
Figura 7 -	Comportamento da flutuação da concentração média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) no período experimental.....	46
Figura 8 -	Correlação entre a concentração de IgG e a turvação desenvolvida pelo método ZST.....	48
Figura 9 -	Proteína total sérica (g/dL) e as respectivas porcentagens de imunoglobulinas nas datas 12, 24 e 48 horas para os grupos A e B.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Período de transmissão de imunidade passiva pré e pós- natal em mamíferos.....	16
Tabela 2 - Relação entre o número de cabritos por gestação e concentração IgG no soro do recém-nascido e no colostro.....	20
Tabela 3 - Composição do colostro e leite de cabra.....	20
Tabela 4 - Concentração média de proteína total sérica (g/dL) nas cabras nas diferentes datas experimentais.....	31
Tabela 5 - Concentração média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) nas cabras nas diferentes datas experimentais.....	33
Tabela 6 - Concentração de IgG presente no colostro bovino e caprino.....	36
Tabela 7 - Concentração média de proteína total sérica (g/dL) encontrada nos cabritos dos grupos A e B.....	37
Tabela 8 - Concentração média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) encontrada nos cabritos dos grupos A e B.....	41
Tabela 9 - Concentração de PT sérica (g/dL) desconsiderando-se o valor de Ig (g/dL) às 12 horas de vida.....	50
Tabela 10 - Concentração de PT sérica (g/dL) desconsiderando-se o valor de Ig (g/dL) às 24 horas de vida.....	51
Tabela 11 - Concentração de PT sérica (g/dL) desconsiderando-se o valor de Ig (g/dL) às 48 horas de vida.....	51

1 INTRODUÇÃO

O reconhecimento das razões para o fornecimento do colostro para cabritos na fase neonatal é um fato estabelecido. O colostro caprino constitui a única fonte de anticorpos para a proteção dos recém-nascidos, pois não ocorre transferência de imunoglobulinas através da placenta.

Além de sua principal função de conferir imunidade neonatal, o colostro caprino é uma importante fonte de proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas e sais minerais, elementos que participam da nutrição e regulação térmica do recém-nascido. O colostro também contém hormônios, fatores de crescimento e enzimas que possuem atividades associadas à maturação de tecidos, desempenhando importante papel no crescimento e desenvolvimento do neonato.

Atualmente, as contra-indicações para o consumo de colostro caprino dizem respeito à transmissão de doenças infectocontagiosas para crias, sendo a mais importante a artrite encefalite caprina a vírus (CAEV).

O estabelecimento de um banco de colostro de vacas para ser fornecido a cabritos neonatos é recomendado, pois se constitui em uma fonte rica de IgG e livre de CAEV.

O estudo dos eventos relacionados com o fornecimento de colostro bovino para cabritos recém-nascidos reveste-se de grande importância, pois é um período crítico para sua sobrevivência, justificando assim a procura de informações sobre a avaliação deste manejo alternativo.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a flutuação de anticorpos séricos em cabras no período pré e pós-parto e a eficiência do processo aquisição de imunidade passiva em cabritos recém-nascidos utilizando colostro bovino e caprino, contribuindo para a avaliação de uma alternativa de manejo de colostro e o melhor conhecimento do processo de formação e transferência de imunidade passiva.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Imunidade passiva

A capacidade dos animais de produzir anticorpos é essencial para a defesa dos mamíferos quando expostos a microrganismos e/ou substâncias antigênicas. O ungulado nasce sem anticorpos circulantes e a proteção é obtida através da transmissão passiva de imunoglobulinas da mãe para o recém-nascido (BRAMBELL, 1958; JEFFCOTT, 1972; PORTER, 1972).

A proteção transferida da mãe para o filho via placenta, colostro, ou por ambos, recebe a denominação de imunidade passiva, denominação atribuída em função da não participação do sistema de defesa do neonato (JEFFCOTT, 1972; ARGENZIO, 1984). A permeabilidade da placenta é inversamente proporcional ao número de camadas de tecidos interpostas entre a circulação materna e a fetal (McCOY et al., 1970; SIMPSON; SMEATON, 1972; PORTER, 1976). Por este motivo, não ocorre a transferência passiva no período fetal de espécies com cinco ou seis camadas de tecidos entre a circulação materna e fetal (BRAMBELL, 1958). Os períodos em que ocorrem a transmissão de imunidade passiva em algumas espécies podem ser observados na Tabela 1.

A placenta sindesmocorial, presente em ruminantes, formada por cinco membranas teciduais impede a passagem de anticorpos da circulação materna para a fetal. Portanto, o ruminante neonato, em função do tipo de placenta e da inexperiência do seu sistema imunológico, apresenta-se sem proteção contra desafios existentes no seu novo ambiente, necessitando das imunoglobulinas sintetizadas e oriundas da mãe, transferidas via colostro (MORRIS, 1968; McCOY et al., 1970; PORTER, 1976). O colostro é o único veículo dos anticorpos nos ruminantes, sendo o responsável pela proteção e modulação da resposta imune do recém-nascido (BRAMBELL, 1958; JEFFCOTT, 1972; HALLIDAY, 1978).

Além das imunoglobulinas, o colostro é constituído por outros componentes imunológicos e nutrientes provenientes da corrente sangüínea materna, que podem ser absorvidos pelas células do trato intestinal durante as primeiras horas de vida e

transferidos à circulação do recém-nascido (BRAMBELL, 1958; LECCE; MORGAN, 1962; HAMMON; BLUM, 1999).

Tabela 1 - Período de transmissão de imunidade passiva pré e pós-natal

Espécie	Transmissão de Imunidade Passiva	
	Pré-Natal	Pós-Natal
Cavalo	0	+++ (24 horas)
Porco	0	+++ (24 - 36 horas)
Boi, cabra, carneiro	0	+++ (24 horas)
Canguru	0	+++ (180 dias)
Cão, gato	+	++ (1-2 dias)
Galinha	++	++ (< 5 dias)
Porco-espinho	+	++ (40 dias)
Camundongo	+	++ (16 dias)
Rato	+	++ (20 dias)
Cobaia	+++	0
Coelho	+++	0
Homem, macaco	+++	0

0 = nenhuma absorção ou transferência

+ até +++ = graus de absorção ou transferência

Fonte: Brambell, 1958

Assim, os cabritos são agamaglobulinêmicos ou hipogamaglobulinêmicos ao nascerem e a transferência de imunidade passiva depende exclusivamente dos anticorpos transferidos pela ingestão de colostro. A capacidade do sistema imunológico do ruminante recém-nascido de responder a estímulos antigênicos é praticamente nula. Desta forma, é elevada a relação entre a higiene neonatal e a eficiência de aquisição de imunidade passiva. Cabritos neonatos que ingerem o colostro logo após o nascimento, adquirindo adequadas concentrações séricas de imunoglobulinas, demonstram altas

taxas de sobrevivência, baixa susceptibilidade à doenças e melhor desempenho (VIHAN, 1988).

2.2 Imunoglobulinas

As imunoglobulinas são glicoproteínas globulares com elevado peso molecular, cuja unidade básica é formada por duas cadeias polipeptídicas leves e duas cadeias pesadas, interligadas por pontes dissulfídicas, que se dobram adquirindo estrutura compacta, sendo classificadas como proteínas de estrutura quaternária, podendo ser encontradas nas formas de monômero ou polímeros (PORTER, 1975; FERRI; CALICH; COPPI VAZ, 1979).

Imunoglobulina G (IgG) é a principal classe de imunoglobulina sintetizada na resposta secundária, com habilidade para atravessar a placenta no caso dos humanos, constituindo a maior linha de defesa contra infecções nas primeiras semanas de vida. Priorizada no processo de transferência de imunidade, perfaz a maior parte dos anticorpos maternos presentes no colostro e transferidos ao neonato (BUTLER, 1969; KRAMER; CHO, 1970).

A IgG é transferida seletivamente da circulação sangüínea materna para o colostro. As IgG adquiridas através do colostro, além de conferirem proteção ao recém-nascido, modulam a resposta imune, através de mecanismos que inibem o crescimento precoce de células produtoras de anticorpos (PORTER, 1979).

A IgG é a imunoglobulina com maior concentração no plasma, com 65 a 80% do total das imunoglobulinas nele presente. É constituída de uma unidade com quatro cadeias, possuindo dois sítios de combinação específicos para o determinante antigênico que induziu sua síntese. A principal ação desta imunoglobulina é contra antígenos solúveis, neutralizando toxinas provenientes de bactérias e participando da identificação e apresentação de microrganismos e substâncias estranhas às células que executam fagocitose (BUTLER, 1969).

A segunda classe de imunoglobulinas presente no colostro é a Imunoglobulina M (IgM), esta age como agente aglutinante e citolítico bastante eficiente, com importância nos casos de bacteremia, estando presente nos vasos sangüíneos principalmente nos

casos de infecção. Em ruminantes a IgM representa menos de 5% das imunoglobulinas encontradas no soro e colostro (KLAUS; BENNET; JONES, 1969; PORTER, 1975).

Imunoglobulina A (IgA) é a principal imunoglobulina da imunidade local, aparecendo seletivamente nas secreções das mucosas como saliva, lágrimas, fluidos nasais, suor, secreções do pulmão, do trato gastrointestinal e do colostro. A IgA tem como principal função defender as superfícies externas do corpo, prevenir o ataque e a penetração dos antígenos e microrganismos, retendo-os na mucosa, onde sofrerão degradação pelas enzimas proteolíticas e antibacterianas, prevenindo também a estimulação de outros mecanismos do sistema imune (NEWBY et al., 1988).

2.3 Colostro

Colostro, primeira secreção láctea produzida após o parto, consiste de produtos sintetizados pela glândula mamária e de elementos provenientes da corrente sangüínea, principalmente as imunoglobulinas. É essencial para ruminantes que dependem do mesmo para proteção inicial (BRAMBELL, 1958; KRUSE, 1970; FOLEY; OTTERBY, 1978).

A produção elevada de colostro como ocorre nos bovinos de leite, e nos suínos, em função da elevada produção e do número de crias, determina uma pronunciada mobilização de imunoglobulinas para a glândula mamária, podendo determinar um decréscimo na concentração sérica materna de imunoglobulinas no período pré-parto, com reflexo sobre a proteína total (LARSON; KENDALL, 1957; MARTINSSON, 1972). Já Machado Neto e d'Arce (1979), trabalhando com vacas Nelore que apresentam baixa produção de colostro, não encontraram decréscimo na concentração de imunoglobulinas séricas. Estudos sobre a flutuação de imunoglobulinas, e conseqüentemente da fração protéica total em bovinos, associada ao parto, indicam que o mecanismo de transporte é seletivo envolvendo a participação de receptores e ocorre mais ativamente nas últimas três semanas de gestação (DIXON; WEIGLE; VAZQUEZ, 1961; BRANDON; LASCELLES, 1971; BUTLER et al., 1972).

O colostro em caprinos, assim como nos demais ruminantes, é rico em IgG, IgA e IgM, sendo IgG a principal classe de imunoglobulinas presente nas primeiras secreções

láticas (HALLIDAY, 1978). Segundo Cabello e Levieux (1981), a concentração de IgG no colostro caprino varia de 17,5 a 113,8 mg/mL. Já Santos et al. (1994), encontraram valores que variaram entre 69,3 a 217,8 mg/mL na primeira secreção, sofrendo uma queda de aproximadamente 50% nas primeiras 12 horas.

Shubber et al. (1979) relatam uma expressiva variação na produção de colostro e leite de transição em cabras e ovelhas, variando entre 1238 a 4593g na soma da produção das primeiras 48 horas pós-parto. Estudo realizado por Santos et al. (1994) verificou que a produção de secreções láticas de cabras diminui da 1ª para 3ª ordenha, tendo sido obtido 918,9g; 363,7g e 242g, respectivamente, totalizando 1525g no primeiro dia.

Diversos fatores influenciam na composição e características físicas do colostro. Em bovinos os principais são raça, idade, número de parições e a duração do período seco (OYENIYI; HUNTER, 1978; MULLER; ELLINGER, 1981; DONOVAN et al., 1986). O efeito do número de parições já foi constatado em bovinos e suínos, quanto maior o número de partos maior a tendência das lactantes produzirem colostros mais ricos em anticorpos (INOUE; KITANO; INOUE, 1980; NORMAN; HOHENBOKEN; KELLEY, 1981; DONOVAN et al., 1986; KLOBASA; WERHAHN; BUTLER, 1987; MACHADO NETO et al., 2001). Machado Neto et al. (1997), trabalhando com quatro diferentes raças nacionais, Caracu, Gir, Nelore e Guzerá, também encontraram uma maior concentração de imunoglobulinas no colostro de vacas com idade superior a três anos. Em caprinos esta condição também foi verificada por Halliday (1974) que observou que os níveis de IgG no colostro de cabras de primeira e segunda cria são mais baixos do que aqueles encontrados em cabras com mais de duas crias. De acordo com o mesmo autor os partos gemelares não são responsáveis pelas diferenças nas concentrações de imunoglobulinas no colostro, no entanto podem ser uma causa de possíveis diferenças de transferência de imunidade passiva para os recém-nascidos, conforme está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Relação entre o número de cabritos por gestação e concentração de IgG no soro do recém-nascido e no colostro

Número de cabritos	Concentração de IgG no soro (mg/mL)	Concentração de IgG no colostro (mg/mL)
1	28,6	89,5
2	23,4	95,0
3	17,8	98,2

Fonte: Halliday (1974)

Na Tabela 3 está apresentada a composição do colostro e do leite de cabra.

Tabela 3 – Composição do colostro e leite de cabra

Composição	colostro	leite
Densidade específica	1,044	1,035
Sólidos Totais (%)	18,83	13,57
Gordura (g/L)	94,5±39,9	42,6±0,43
Proteína Total (g/L)	148,4±28,9	40,9±0,18
Lactose (%)	3,39	4,47
Cinzas (%)	0,88	0,83

Adaptado de Hadjipanayiotou, 1995; Chen et al., 1998; Rudovsky et al., 2008

As falhas na transferência de imunidade passiva estão principalmente associadas a procedimentos inadequados de manejo. Muitas vezes, o parto ocorre no período noturno, sem acompanhamento, podendo ocorrer rejeição do cabrito pela mãe, dificuldade ou incapacidade do neonato mamar levando, conseqüentemente, a ingestão de quantidades inadequadas de colostro, bem como de anticorpos (HALLIDAY, 1978; MORIN; McCOY; HURLEY, 1997).

2.4 Ingestão do colostro em caprinos e possíveis transtornos

A primeira ingestão de colostro deve ocorrer logo após o nascimento, e a recomendação para cordeiros e cabritos é de 5% a 7% do peso vivo nas primeiras 6 a 8 horas de vida (ARGÜELLO et al., 2004).

Atualmente, as contra-indicações para o consumo de colostro e leite caprino, dizem respeito à transmissão de doenças infectocontagiosas para crias, sendo a mais importante a artrite encefalite caprina a vírus (CAEV). O CAEV foi descrito pela primeira vez em 1974. Estudos sobre a transmissão do vírus determinaram que a maneira mais comum de transmissão do mesmo é através da ingestão de colostro e leite de cabras infectadas pelos recém-nascidos (ADAMS et al., 1983; ELLIS et al., 1983; SHERMAN et al., 1990). Trata-se de uma infecção persistente causada por lentivírus, caracterizada clinicamente por poliartrite em caprinos adultos e por leucoencefalomielite em crias (CORK; HADLOLOW; CRAWFORD, 1974; CRAWFORD; ADAMS; CHEEVERS, 1980; CRAWFORD; ADAMS, 1981).

Baseado nestas informações e, especialmente em áreas de risco de transmissão, tem-se desenvolvido maneiras para minimizar ou anular o contato do recém-nascido com colostro e leite de mães infectadas. Procedimentos como o uso do colostro caprino com teste sorológico negativo para CAEV e fornecimento de colostro bovino em substituição ao colostro de cabra têm sido utilizados (SHERMAN et al., 1990; RAMÍREZ et al., 1996; ARGÜELLO et al., 2003).

A pasteurização do colostro é uma técnica que também tem sido utilizada na preservação e prevenção da transmissão do CAEV. Adams et al. (1983) verificaram a inativação do vírus depois de um tratamento de pasteurização a 56°C por 60 minutos. Meylan et al. (1996) e Tyler et al. (2000), estudaram os efeitos da pasteurização no colostro e observaram uma redução significativa nos níveis de IgG, e, conseqüentemente, falhas na transferência da imunidade passiva. Por outro lado, Steinbach, Kreutzer e Meyer (1981) não encontraram diferenças na concentração de IgG no colostro após a pasteurização a 55°C por 30 minutos.

Outros métodos de armazenamento são conhecidos e dentre os mais utilizados encontram-se o congelamento (HOLLOWAY et al., 2001; ANEMA, 2000), refrigeração

(VALENTA, 1982; ARGÜELLO et al., 2004) e liofilização (LARSON et al., 1974; MEYER et al., 1982; HUSU et al., 1993; KLOBASA; GOEL; WERHAHN, 1998). De acordo com Anema (2000) o processo de congelamento do colostro não tem influência sobre a concentração de IgG, a baixa temperatura mantém íntegra as globulinas não comprometendo sua estrutura por um período prolongado.

Argüello et al. (2004), estudando o efeito da refrigeração, congelamento e pasteurização sobre o valor imunológico do colostro, verificaram que a refrigeração por até 90 dias não influenciou significativamente a concentração de IgG. Além disso, não encontraram diferença no uso de métodos distintos de descongelamento do colostro (banho-maria, temperatura ambiente, refrigeração ou centrifugação).

Klobasa, Goel e Werhahn (1998) compararam dois métodos de armazenamento de colostro, liofilização e congelamento, sobre a concentração sérica de IgG₁, IgG₂, IgM e IgA em bezerros às 12, 18, 24 e 72 horas de vida. Para os dois tratamentos, a concentração de imunoglobulinas foi similar, demonstrando que as duas formas de armazenamento são eficientes para preservar a qualidade imunológica do colostro. Em concordância com estes resultados, Holloway et al. (2001) não observaram diferença significativa na concentração sérica de IgG de bezerros que receberam colostro congelado ou resfriado.

Assim, o estabelecimento de um banco de colostro de vacas, utilizando o congelamento a -20°C é recomendado como fonte confiável de colostro para os cabritos. O banco de colostro bovino além de ser uma fonte rica de IgG e livre de CAEV, pode ser congelado e armazenado por até dois anos, preservando satisfatoriamente os nutrientes e os fatores de proteção (ARGÜELLO et al., 2003).

2.5 Mecanismos e vias de absorção das imunoglobulinas pelo recém-nascido

O intestino de ruminantes recém-nascidos absorve as imunoglobulinas por pinocitose somente nas primeiras horas pós-natal. As moléculas atravessam a membrana das células epiteliais embrionárias e caminham em direção à base das células, ganhando em seguida a circulação sangüínea exclusivamente através do sistema linfático (BRAMBELL, 1958; JEFFCOTT, 1972).

A internalização das imunoglobulinas por pinocitose e a transferência para a circulação linfática são dois mecanismos independentes. Sabe-se que a absorção das imunoglobulinas é uma propriedade exclusiva das células embrionárias do epitélio intestinal do cabrito (CABELLO; LEVIEUX, 1981).

De acordo com Kruse (1983), apenas durante algumas horas após o nascimento existem as condições ideais para absorção de anticorpos pelos ruminantes, tais como: pequena produção de HCl no estômago, atividade mínima da tripsina gástrica, presença de um fator inibidor de tripsina no colostro que protege os anticorpos da digestão por enzimas pancreáticas e baixa atividade proteolítica da mucosa intestinal.

O ritmo de renovação das células epiteliais do intestino dos animais varia conforme as espécies, e ocorre por certo período e de forma definitiva. O epitélio do cabrito recém-nascido é inteiramente renovado dentro de 24 a 36 horas após seu nascimento. As células iniciais que persistem na extremidade das vilosidades, após este período, não parecem ser capazes de transferir seu conteúdo para o sistema linfático (BRAMBELL, 1958; HOUGH et al., 1990)

Devido à alta taxa mitótica das células da cripta, o epitélio intestinal do recém-nascido é totalmente renovado em três dias. Portanto, após este período, a primeira geração do epitélio intestinal é trocada por novas células. O fechamento do epitélio intestinal é caracterizado pela incapacidade do epitélio de absorver imunoglobulinas. A segunda geração de células não possui as mesmas características da primeira, são chamadas de maduras e não são capazes de absorver macromoléculas (CAMPBELL; SIEGEL; KNOWLTON, 1977; SMEATON; SIMPSON-MORGAN, 1985).

Besser, Garmedia e McGuire (1985) e Kindlein (2006), sugerem que a presença de IgG do colostro em elevadas quantidades nas primeiras horas de vida faz com que o limite de transporte de macromoléculas pelos enterócitos seja atingido, determinando, conseqüentemente, diminuição na eficiência de absorção em função da elevada disponibilidade de IgG, ou seja, há uma limitação fisiológica para a absorção de imunoglobulinas. Não se conhece ainda o mecanismo exato de fechamento intestinal, sabe-se que, para ruminantes em geral, fatores como compostos bioativos presentes no colostro, substituição das células epiteliais absorptivas do intestino delgado, estresse, prematuridade, restrição alimentar, desenvolvimento gástrico e início da ingestão de

sólidos estão relacionados com o processo (LECCE; MORGAN, 1962; CAMPBELL; SIEGEL; KNOWLTON, 1977; KRUSE, 1983; HOUGH et al., 1990).

2.6 Transição da imunidade passiva para imunidade ativa

Animais que dependem do colostro para aquisição da imunidade inicial nascem agamaglobulinêmicos ou com níveis insignificantes de anticorpos séricos. Após a ingestão do colostro essa concentração se eleva acentuadamente alcançando em ruminantes recém-nascidos níveis máximos na corrente sangüínea entre 12 e 48 horas de vida (McCOY et al., 1970; LOGAN et al., 1978; KRUSE, 1983; MACHADO NETO; PACKER, 1986; PAULETTI et al., 2002).

Após atingir níveis máximos, a concentração de imunoglobulinas séricas decresce, consequência principalmente do catabolismo dessas proteínas. No período de catabolismo, fase exógena, há uma prevalência de imunoglobulinas adquiridas do colostro materno. Segue-se a esse período, um aumento gradativo da concentração, reflexo da atividade de produção endógena de imunoglobulinas que se estabelece. A flutuação de imunoglobulinas, especialmente de IgG, que se verifica na corrente sangüínea do recém-nascido, caracteriza a transição de imunidade passiva para ativa (TENNANT et al., 1969; BUSH et al., 1973; HUSBAND; BRANDON; LASCELLES, 1972; LOGAN et al., 1978; MACHADO NETO; PACKER, 1986; PAULETTI et al., 2002).

Em relação a queda na concentração sérica de IgG que ocorre após ter alcançado os níveis máximos, Baracat et al. (1997), trabalhando com bezerros leiteiros, sugerem que essa fase é consequência de uma taxa de catabolismo das imunoglobulinas exógenas relativamente constante. Este fato adiciona um importante componente para avaliação dos padrões de variação de IgG no processo de transição de imunidade passiva para ativa. Indica que o padrão de catabolismo, ou de queda, desta imunoglobulina na corrente sangüínea do recém-nascido depende prioritariamente da aquisição inicial de anticorpos do colostro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

A parte experimental de campo deste estudo foi iniciada em março de 2006 nas instalações do Sistema de Produção Intensiva de Caprinos e Ovinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal (LAFA) do já referido Departamento.

3.2 Animais

Nesse experimento foram utilizadas 18 cabras e seus respectivos cabritos. Após o nascimento os cabritos foram separados de suas mães, submetidos à assepsia umbilical, tiveram o sangue coletado e logo em seguida foi oferecido *pools* de colostro caprino ou bovino (5% do peso vivo), usando mamadeiras, em duas refeições diárias, até 36 horas após o nascimento. Em seguida, os cabritos receberam 400 mL de leite bovino no balde, duas vezes ao dia, até o desmame (60 dias de vida).

Durante os primeiros 20 dias de vida, os animais foram alojados em gaiolas individuais, com assoalho ripado, baldes para concentrado e água *ad libitum*. Após este período foram transferidos para baias coletivas, dispondo de cocho para concentrado *ad libitum* e bebedouro.

3.3 Tratamentos

Foram utilizados 33 cabritos, 19 fêmeas e 14 machos, distribuídos ao acaso em dois grupos que receberam às 0, 12, 24 e 36 horas de vida colostro caprino (grupo A) e colostro bovino (grupo B).

3.4 Colostro

Os bancos de colostro bovino e caprino foram feitos no período de novembro de 2005 a fevereiro de 2006. O colostro bovino foi obtido com a colaboração do Clube de Práticas Zootécnicas do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP (CPZ) e o colostro caprino foi obtido no Sistema de Produção Intensiva de Caprinos e Ovinos (SIPOC), do referido departamento.

O colostro bovino recebido foi homogeneizado para formação de *pools* e a concentração de imunoglobulinas foi estimada com o auxílio do colostrômetro (FLEENOR; STTOT, 1980), hidrômetro modificado que relaciona a concentração de imunoglobulinas do colostro de vacas holandesas com a gravidade específica do mesmo. Os *pools* foram subdivididos em frascos de 250 mL, identificados e armazenados a -20°C.

O colostro caprino recebido foi homogeneizado para formação dos *pools* e transferidos para frascos de 250 mL, identificados e armazenados a -20° C. Para fornecimento aos cabritos ambos os *pools* foram descongelados em banho-maria.

3.5 Amostragem de sangue

As amostras de sangue foram retiradas da veia jugular (aproximadamente 10 mL) utilizando-se tubos *vacutainer*, sendo o sangue centrifugado a 3500 rpm e o soro resultante transferido para três frascos devidamente identificados e mantidos a temperatura de -20°C até serem analisados.

As coletas de sangue das cabras foram iniciadas 45 dias antes da data prevista para o parto, em intervalos de 5 dias, até o 5º dia após o parto.

As datas das coletas para os cabritos foram: 0, 12, 24 e 48 horas, e aos 5, 10, 15, 17, 20, 25, 30, 35, 40, 50 e 60 dias de vida.

3.6 Análises laboratoriais

3.6.1 Proteína total sérica

A concentração de proteína total sérica (PT) foi determinada pelo método de biureto, segundo Reinhold (1953). Foram adicionados 100 μ L da amostra de soro a 4,9 mL de NaOH (0,75 M) e 1,0 mL de biureto reativo. Após 20 minutos de reação em ambiente escuro, procedeu-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro com comprimento de onda ajustado em 545 nm. Para cada bateria de amostras estabeleceu-se uma curva padrão que relacionava concentrações conhecidas de proteína padrão (albumina bovina – Sigma Chemical Company) a valores de absorbância obtidos das amostras. As amostras foram analisadas em duplicata, sendo o valor médio utilizado para se obter as concentrações de PT em g/dL.

3.6.2 Imunoglobulinas séricas

A fração de imunoglobulinas séricas de cabras e cabritos foi quantificada através de dois métodos, Turvação por Sulfato de Zinco (ZST) (McEWAN et al., 1970) e Imunodifusão Radial – IDR (MANCINI; CARBONARA; HERMANS, 1965).

A quantificação de Ig pelo método ZST se baseia na leitura da turvação obtida da reação das imunoglobulinas, macromoléculas presentes no soro, com o sulfato de zinco. Foram adicionados 100 μ L de soro das amostras a 6 mL de sulfato de zinco 0,02% ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), homogeneizados e após 60 minutos de incubação, procedeu-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda ajustado para 625 nm. As leituras em absorbância foram transformadas em unidades ZST multiplicando-se o valor obtido por 100.

Para evitar a influência de CO_2 na turvação, interferindo conseqüentemente na densidade óptica, toda a água utilizada no preparo das soluções foi fervida e mantida em recipientes fechados. Também para evitar a presença de CO_2 no processo de pipetagem, foi montado um sistema de tubos de látex e pipetadores pelos quais todo ar consumido na operação borbulhava em NaOH.

Com objetivo de estimar a equivalência de unidades ZST com a concentração de imunoglobulinas G (mg/mL) utilizou-se o método de imunodifusão radial (IDR). Foram utilizadas amostras das datas 12, 24 e 48 horas de vida. O método baseia-se na leitura do diâmetro do anel de precipitação formado pela reação do anticorpo da amostra com o anti-IgG bovino em meio ágar, comparando-se com diâmetros de padrões previamente estabelecidos. Para construção da curva padrão foram utilizados IgG e anti-IgG bovino (Sigma Chemical Company – USA). O ágar empregado foi preparado com concentração de 1,2% de agarose em tampão TRIS-HCl (pH 8,0) com anti-IgG bovino (Sigma Chemical Company – USA). Além das placas para a curva padrão, todas as placas das amostras tiveram duas concentrações padrão para avaliar variações entre placas.

A amostra de soro foi diluída (1:10) em TRIS-HCl (pH 8,0). Após homogeneização, uma alíquota de 5 µL foi aplicada, em duplicata, nas placas as quais foram incubadas em câmara úmida a 4°C por 24 horas. As leituras dos diâmetros das reações de precipitação foram medidas em milímetros. As amostras cujas repetições variaram acima de 5% foram novamente analisadas.

As equações obtidas seguiam o modelo abaixo:

$Y = aX + b$, em que;

Y = concentração de IgG sérica em mg/mL;

X = diâmetro da reação (mm)

Para quantificação da fração de IgG dos *pool/s* de colostro bovino e caprino também foi utilizado o método de IDR descrito por Mancini, Carbonara e Hermans (1965) e modificado por Fleenor e Stott (1980). As amostras foram diluídas 1:50 em TRIS-HCl (pH 8,0).

3.7 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. A flutuação das variáveis séricas foi analisada como medidas repetidas. O modelo incluiu os efeitos fixos de tratamento, período e a interação tratamento e período.

Para execução das análises estatísticas foi utilizado o procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS[®], versão 8 para Windows[®] (1999). Para todas as análises considerou-se nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

Análises de correlação de Pearson, utilizando o procedimento PROC CORR do programa estatístico SAS[®], versão 8 para Windows[®] (1999), foram realizadas para verificar associações de interesse entre as variáveis séricas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Proteína total e imunoglobulinas séricas das cabras

Os níveis médios de proteína total sérica (PT) das cabras, nas diferentes determinações em relação ao dia do parto são apresentados na Tabela 4 e ilustrados na Figura 1. As concentrações séricas de PT não diferiram durante todo período experimental.

Tabela 4 - Concentração média de proteína total sérica (g/dL) nas cabras nas diferentes datas experimentais

		Probabilidade	
	Período Experimental (Dias)	PT (g/dL) (Média±DP¹)	Período
Pré-parto	-45	6,51±0,58	0,8215
	-40	6,56±0,58	
	-35	6,47±0,68	
	-30	6,44±0,62	
	-25	6,40±0,62	
	-20	6,28±0,66	
	-15	6,40±0,70	
	-10	6,13±0,74	
	-5	6,36±0,80	
	Parto	6,29±0,74	
Pós-parto	1	6,15±0,74	
	2	6,16±0,79	
	3	6,15±0,75	
	4	6,38±0,69	
	5	6,46±0,92	
Média±DP		6,34±0,73	

¹DP – Desvio Padrão

Figura 1 – Comportamento da flutuação de proteína total sérica (g/dL) nas cabras ao longo do período experimental

Os valores de PT ao longo do período experimental com média de $6,34 \pm 0,73$ g/dL estão dentro dos limites considerados fisiológicos para espécie caprina, como os valores encontrados por Kaneco (1997), que observou concentrações médias entre 6,4 e 7,0 g/dL.

As concentrações de imunoglobulinas séricas das cabras determinadas como unidades ZST estão apresentadas na Tabela 5 e ilustradas na Figura 2.

Os valores de imunoglobulinas séricas destes animais, em unidades ZST, encontram-se dentro dos limites considerados fisiológicos para espécie caprina.

Tabela 5 – Concentração média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) nas cabras nas diferentes datas experimentais

		Probabilidade	
	Período Experimental (Dias)	PT (g/dL) (Média±DP ¹)	Período
Pré-parto	-45	32,54±5,09	0,5494
	-40	32,63±6,35	
	-35	32,04±6,09	
	-30	33,30±6,06	
	-25	31,18±5,67	
	-20	39,91±6,46	
	-15	31,09±8,10	
	-10	30,41±6,05	
	-5	30,70±7,86	
	Parto	27,88±8,84	
	1	28,43±6,98	
Pós-parto	2	28,90±7,16	
	3	30,44±7,16	
	4	29,56±6,13	
	5	30,38±7,02	
	Média±DP	30,71±6,48	

¹DP – Desvio Padrão

Figura 2 – Comportamento da flutuação de imunoglobulinas sérica (unidades ZST) nas cabras ao longo do período experimental

As variáveis PT e imunoglobulinas séricas foram significativamente correlacionadas, com valor de $r=0,76$, considerando-se o período experimental total. Esta correlação significativa constitui-se em um importante indicador de coerência metodológica e fisiológica, pois 20 a 40% da PT é constituída de Ig, variáveis que foram avaliadas por diferentes métodos analíticos.

A produção de colostro em bovinos leiteiros comparada com caprinos é maior em volume e concentração de imunoglobulinas, demandando assim uma grande mobilização de Ig da corrente sangüínea para glândula mamária. A queda na concentração sérica de imunoglobulinas durante o período pré-parto, observada em bovinos e suínos, está associada à remoção ativa desses anticorpos pela glândula mamária (LARSON; KENDALL, 1957; MARTINSSON, 1972; SASAKI; DAVIS; LARSON, 1976). Outros autores, Dixon, Weigle e Vazquez (1961), Brandon e Lascelles (1971) e Foley e Otterby (1978), trabalhando com bovinos nas três últimas semanas pré-parto,

encontraram uma mobilização de 500 a 700 gramas de imunoglobulinas do sangue para glândula mamária.

Esta condição é provavelmente responsável pela diferença na flutuação sérica entre as duas espécies, isto é, observamos em bovinos de alta produção, significativos decréscimos nas concentrações séricas de IgG, fato que não se observou para caprinos no presente estudo.

A ausência de queda significativa na concentração sérica de PT e Ig no período pré-parto indica que a mobilidade destes componentes séricos para a glândula mamária ocorre em concentrações que permitem que o animal mantenha os valores séricos estáveis, mesmo sendo animais especializados em produção de leite. Esta situação se verifica também em animais com menor produção de secreções lácteas como vacas da raça Nelore e éguas das raças PSI e Mangalarga (MACHADO NETO; d'ARCE, 1979; MEO-SCOTONI; MACHADO NETO, 1992).

4.2 Quantificação do IgG no colostro caprino e bovino

Para quantificação da fração de IgG dos bancos de colostros foi utilizado o método de Imunodifusão Radial (IDR) descrito por Mancini, Carbonara e Hermans (1965) e modificado por Fleenor e Stott (1980). Os resultados são apresentados na Tabela 6.

As concentrações médias de IgG observadas no colostro foram 89,34 e 125,74 mg/mL para o colostro caprino e bovino, respectivamente. Fleenor e Stott (1980) classificam colostro bovino com teores abaixo de 21,8 mg de imunoglobulinas/mL, como de baixo valor imunológico e acima de 49,82 mg/mL como de adequado valor imunológico. O colostro bovino encontra-se entre os valores mais elevados citados na literatura para vacas da raça Holandesa, que variam entre 50 e 120 mg/mL (BURTON et al., 1989; PRITCHETT et al., 1991; BARACAT et al., 1997; TYLER et al., 1999; BLUM; HAMMON, 2000; MORIN et al., 2001; PAULETTI et al., 2005).

Os valores observados no presente trabalho para o colostro caprino se encontram dentro dos limites observados para espécie caprina que variaram entre 69,3

a 217,8 mg/mL para Santos et al. (1994) e de 17,5 a 113,8 mg/mL para Cabello e Levieux (1981).

Tabela 6 - Concentração de IgG presente no colostro bovino e caprino

Colostro Bovino <i>Pools</i>	Concentração de IgG (mg/mL)
1	130,85
2	135,01
3	111,36
Média±DP¹	125,74±12,62
Colostro Caprino <i>Pools</i>	Concentração de IgG (mg/mL)
1	63,99
2	78,82
3	118,07
4	78,53
5	94,46
6	102,19
Média±DP	89,34±19,42

¹DP – Desvio Padrão

4.3 Proteína total e imunoglobulinas séricas dos cabritos

Na Tabela 7 encontram-se os valores médios de PT para cabritos que receberam colostro caprino (grupo A) e bovino (grupo B). Estes dados encontram-se ilustrados na Figura 3.

Tabela 7 – Concentração média de proteína total sérica (g/dL) encontrada nos cabritos dos grupos A e B

Idade	Grupo A Média±DP	Grupo B Média±DP	Média±DP ¹	Probabilidade		
				Grupo	Período	Grupo x Período
0h	4,06±0,66	4,04±0,65	4,05±0,66	<0,0001	<0,0001	<0,0001
12h	4,84±0,95	5,75±1,22	5,30±1,09			
24h	5,09±1,18	6,85±1,11	5,97±1,15			
48h	5,21±1,13	6,95±1,18	6,09±1,16			
5d	5,07±0,96	6,11±0,97	5,59±0,95			
10d	4,92±0,73	5,97±0,73	5,45±0,73			
15d	5,23±0,66	5,73±0,65	5,48±0,66			
17d	5,17±0,62	5,80±0,64	5,49±0,63			
20d	5,08±0,50	5,67±0,77	5,38±0,64			
25d	5,08±0,64	5,65±0,77	5,37±0,71			
30d	5,18±0,64	5,48±0,74	5,33±0,68			
35d	5,27±0,66	5,72±0,72	5,50±0,69			
40d	5,33±0,67	5,44±0,33	5,39±0,50			
50d	5,43±0,62	5,46±0,83	5,45±0,73			
60d	5,86±0,50	5,67±0,60	5,77±0,55			
Média±DP	5,12±0,74	5,75±0,79				

Grupo A – colostro caprino

Grupo B – colostro bovino

¹DP – Desvio Padrão

Figura 3 – Comportamento da flutuação da concentração média de proteína total sérica (g/dL) nos grupos experimentais

Os valores médios de PT observados no experimento estão de acordo com aqueles encontrados por O'Brein e Sherman (1993) e Simões et al. (2005) os quais trabalharam com cabritos nas primeiras semanas de vida.

Observou-se diferença significativa na concentração de PT entre os grupos e também foi significativa a interação entre grupos e período, indicando diferença de comportamento na flutuação de PT entre os grupos ao longo do período experimental.

Figura 4 – Comportamento da flutuação de proteína total sérica (g/dL) no período experimental

A Figura 4 ilustra o comportamento de PT para os grupos A e B, na qual podemos verificar que para os animais do Grupo A não foi observado diferenças nas concentrações após a ingestão do colostro caprino, enquanto para os animais que ingeriram colostro bovino a concentração máxima de proteína total foi verificada às $48,68 \pm 0,70$ horas dia de vida, apresentando pequena variação até o final do período experimental.

A concentração média de PT às 24 e 48 horas de vida foi $5,09 \pm 1,18$ e $6,85 \pm 1,11$ g/dL e $5,21 \pm 1,13$ e $6,95 \pm 1,18$ g/dL, para os grupos que receberam colostro caprino e bovino, respectivamente.

O valor final para PT sérica, aos 60 dias de idade, para os grupos A e B foi $5,77 \pm 0,55$ g/dL.

Halliday (1971) avaliou as concentrações de PT sérica (g/dL) de cordeiros das raças Blackface e Merino, antes da ingestão do colostro, e os resultados encontrados foram valores de $4,42 \pm 0,038$, $4,20 \pm 0,029$, $4,54 \pm 0,044$ e $4,43 \pm 0,104$, para cordeiros provenientes de parto simples e duplo, respectivamente. Estes valores estão de acordo com os obtidos no presente trabalho para a mesma data $4,06 \pm 0,65$ e $4,04 \pm 0,64$ para os animais dos grupos A e B, respectivamente.

Os níveis médios de imunoglobulinas séricas, determinados como unidades ZST, distribuídos nos dois grupos, nas diferentes idades, são apresentados na Tabela 8 e a flutuação dessa variável está ilustrada na Figura 5.

Tabela 8 – Concentração média de imunoglobulinas sérica (unidades ZST) nos cabritos dos grupos A e B

Idade	Grupo A Média±DP	Grupo B Média±DP	Média±DP ¹	Probabilidade		
				Grupo	Período	Grupo x Período
0h	2,92±0,47	2,92±0,43	2,92±0,45	0,0006	<0,0001	<0,0001
12h	15,06±6,97	29,77±9,60	22,41±8,28			
24h	18,27±7,38	35,27±10,42	26,77±8,90			
48h	20,80±7,38	37,02±10,40	28,91±9,23			
5d	22,18±8,90	32,05±9,30	27,11±5,10			
10d	21,76±7,43	30,85±8,89	26,31±8,16			
15d	22,23±6,49	28,93±7,31	25,58±6,90			
17d	19,40±5,26	27,35±6,03	23,38±5,64			
20d	19,59±5,53	26,38±6,53	22,99±6,03			
25d	20,34±5,16	25,40±5,72	22,87±5,44			
30d	22,52±5,83	25,82±5,95	24,17±5,89			
35d	23,67±6,27	26,18±6,07	24,93±6,17			
40d	22,63±6,69	26,45±5,80	24,54±6,24			
50d	22,42±3,92	25,77±4,60	24,09±4,26			
60d	27,11±5,84	28,66±5,56	27,99±5,70			
Média±DP	20,06±6,01	27,27±6,84				

Grupo A – colostro caprino

Grupo B – colostro bovino

¹DP – Desvio Padrão

Figura 5 – Comportamento da flutuação da concentração média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) nos grupos experimentais

Os valores médios de imunoglobulinas séricas estão de acordo com aqueles encontrados por Logan (1978). Neste trabalho o autor forneceu 250 mL de colostro ovino e bovino para cordeiros recém-nascidos encontrando uma concentração média de imunoglobulinas séricas de 14 e 13,25 unidades ZST para colostro ovino e bovino, respectivamente. Já para os animais que receberam 500 mL de colostro observou-se concentração média de 32 e 37 unidades ZST, para colostro ovino e bovino, respectivamente. Assim, o autor conclui que as imunoglobulinas heterólogas do colostro bovino foram absorvidas com a mesma eficiência das imunoglobulinas homólogas do colostro ovino. Fato que está diretamente relacionado com a homologia das moléculas.

Observou-se diferença significativa na concentração de imunoglobulinas entre os grupos e também foi significativa a interação entre grupos e período, indicando

diferença de comportamento na flutuação de imunoglobulina sérica entre os grupos ao longo do período experimental.

Por ocasião do nascimento os cabritos são agamaglobulinêmicos ou hipogamaglobulinêmicos, sendo detectados apenas traços de anticorpos no soro. A concentração média de imunoglobulinas às 24 e 48 horas de vida foi $18,27 \pm 7,38$ e $35,27 \pm 10,42$ unidades ZST e $20,80 \pm 7,38$ e $37,27 \pm 10,40$ unidades ZST, para os grupos que receberam colostro caprino e colostro bovino, respectivamente. Esta diferença entre os grupos foi observada até 25 dias de vida (Figura 7), sendo as médias para o período $18,26 \pm 5,50$ unidades ZST para os animais que receberam colostro caprino e $27,59 \pm 8,94$ unidades ZST para os que receberam colostro bovino.

Nos cabritos que receberam colostro bovino (grupo B) a concentração máxima de PT foi verificada às $48,68 \pm 0,70$ horas dia de vida, com média de $7,16 \pm 0,28$ g/dL e a concentração máxima de Ig foi verificada às $48,75 \pm 0,73$ horas de vida, com média de $37,56 \pm 2,38$ unidades ZST. Em seguida os valores decresceram gradativamente, em função do catabolismo das imunoglobulinas adquiridas passivamente, condição também encontrada para bovinos por Klaus, Bennet e Jones, 1969; Husband, Brandon e Lascelles, 1972; Logan et al., 1978; Machado Neto e Packer, 1986; Pauletti et al., 2002.

Nos cabritos que receberam colostro caprino (grupo A), a concentração máxima das variáveis séricas PT e Ig revelaram-se mais tardiamente aos $17,94 \pm 1,39$ e $20,11 \pm 1,17$ dias de vida, e as médias foram de $5,91 \pm 0,22$ g/dL e $28,17 \pm 2,29$ unidades ZST, respectivamente.

Antes da ingestão de colostro os valores de PT e Ig não variaram entre os grupos. Após a primeira refeição os valores de PT e Ig apresentaram diferenças até os 25 dias de vida. Neste período as duas variáveis mostraram-se superiores no grupo que recebeu colostro bovino. Às 24 horas os valores de PT foram $5,11 \pm 1,05$ e $6,85 \pm 1,07$ g/dL, enquanto para Ig foram $18,27 \pm 7,38$ e $35,27 \pm 10,42$ unidades ZST, respectivamente para os grupos A e B.

Na última data experimental os valores para PT $5,86 \pm 0,36$ e $5,67 \pm 0,58$ g/dL e para Ig $27,11 \pm 5,84$ e $28,66 \pm 5,70$ unidades ZST, nos grupos A e B, respectivamente.

O coeficiente de correlação significativo entre proteína total e imunoglobulinas séricas para todo período experimental igual a $r=0,68$, confirma o padrão de variação semelhante entre as duas variáveis.

A Figura 6 ilustra o comportamento na flutuação das imunoglobulinas em função da idade. Esta ilustração do comportamento de Ig revela uma fase de influência da aquisição de Ig exógena que compreende o período entre 12 horas até 25 dias, isto é, dependente da concentração de Ig no colostro. Após este período verificamos que a produção endógena de Ig, que se segue ao período de catabolismo das imunoglobulinas adquiridas do colostro, elimina a diferença entre os grupos.

Figura 6 – Comportamento da concentração média de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) nos grupos experimentais

Observada interação significativa entre período e grupo foi isolado o período de interesse biológico para análise do comportamento das imunoglobulinas em função do colostro fornecido aos cabritos recém-nascidos. Na figura 7 encontra-se o comportamento desta variável até os 25 dias de vida.

Figura 7 - Comportamento da flutuação de imunoglobulinas séricas (unidades ZST) no período experimental

Esta ilustração da flutuação de Ig revela que o colostro bovino tem um comportamento diferente do colostro caprino neste período biológico, assim como já constatado para PT. Pode ser observado que os animais que receberam colostro

caprino apresentam após as 12 horas de vida uma flutuação sem muitas variações, ao contrário dos animais que receberam colostro bovino que devido à maior disponibilidade de Ig apresentam uma maior variação durante o período isolado. Kindlein (2006), trabalhando com bezerros que ingeriram elevadas concentrações de IgG nas primeiras horas de vida, sugere que esta situação ultrapassa o limite de transporte de macromoléculas pelos enterócitos fazendo com que a concentração máxima ocorra mais precocemente, acarretando, conseqüentemente, a diminuição na eficiência de absorção de IgG. Para o grupo B verificou-se que mesmo apresentando maiores variações ao longo do período experimental os animais mantiveram as concentrações séricas superiores aos do grupo A até os 25 dias de vida, reforçando que a substituição do colostro caprino por colostro bovino pode ser utilizada, pois as concentrações superiores de Ig no colostro bovino se traduzem em maiores concentrações séricas nos recém-nascidos.

4.4 Estimativa do valor de unidades ZST em mg/mL de IgG sérica

Com o objetivo de determinar a correspondência dos valores de ZST em mg/mL de imunoglobulina G foram realizadas análises comparativas com amostras séricas, obtidas do grupo B (colostro bovino) nas primeiras 48 horas de vida, variando de 23 a 64 unidades ZST, utilizando-se os métodos de McEwan et al. (1970) e Mancini, Carbonara e Hermans (1965).

Na Figura 8 está ilustrada a regressão obtida entre unidades ZST e IgG (mg/mL).

Figura 8 – Correlação entre a concentração de IgG sérica e a turvação desenvolvida pelo método ZST

O coeficiente de correlação de 0,725 indica a existência de associação entre unidades ZST e a concentração de IgG em mg/mL, permitindo, deste modo, estimar, dentro das condições analíticas existentes, o nível de imunoglobulinas séricas através do método de Turvação por Sulfato de Zinco.

A equação com base nos resultados foi a seguinte:

$$y = 0,894 x + 4,168$$

em que “y” é igual ao teor de IgG em mg/mL, e “x” o valor obtido pelo método de Turvação por Sulfato de Zinco. Pela equação, 30 unidades ZST equivalem a 30,98 mg/mL de imunoglobulinas.

Utilizando os valores de unidades ZST estimados em mg/mL de IgG sérica foi possível avaliar a participação desta variável dentro do conjunto de proteínas séricas.

Na Figura 9 encontram-se os resultados de PT e as respectivas porcentagens de IgG nas datas 12, 24 e 48 horas de vida para os dois grupos.

Figura 9 – Proteína total sérica (g/dL) e as respectivas porcentagens de imunoglobulinas nas datas 12, 24 e 48 horas para os grupos A e B

Para a variável PT foi observada uma diferença significativa entre os grupos. As diferenças entre os grupos nos períodos avaliados (Figura 9) são eliminadas quando a porcentagem de Ig é descontada da proteína total, correspondendo a 16,1%, 15,6% e 13,4%, às 12, 24 e 48 horas, respectivamente, pois se trata de um período transitório, em que ocorre uma predominância de imunoglobulinas exógenas em relação a outros componentes séricos. Assim, eliminando-se a fração imunoglobulinas a diferença é compensada pelos demais componentes protéicos do complexo.

Outra forma de demonstrarmos a influência dos níveis de Ig iniciais sobre PT é desagregar esses valores dos obtidos para a variável PT nas 12, 24 e 48 horas de vida, como esta apresentado nas Tabelas 9, 10 e 11.

Retirando dos valores de PT a fração Ig, observamos uma redução considerável das diferenças entre os grupos. Esse resultado é função da concentração de anticorpos, no qual a fração protéica no início da vida do animal perfaz de 20 a 40% da proteína total sérica (SMITH, 1946; BUSH et al., 1973; RIBEIRO et al., 1983; NOCEK; BRAUND; WARNER, 1984; PAULETTI et al., 2002; MACHADO NETO et al., 2004). Verifica-se, assim, que o valor da variável PT depende significativamente das imunoglobulinas adquiridas do colostro.

Tabela 9 – Concentração de PT sérica (g/dL) desconsiderando-se o valor de Ig (g/dL) às 12 horas de vida

	Grupo A	Grupo B
Concentração de PT (g/dL)	4,83	5,85
Concentração de Ig (g/dL)	1,76	3,07
PT- Ig (12 horas)	3,07	2,77

Tabela 10 – Concentração de PT sérica (g/dL) desconsiderando-se o valor de Ig (g/dL) às 24 horas de vida

	*1,74 g/dL	
	↓	↓
	Grupo A	Grupo B
Concentração de PT (g/dL)	5,11	6,85
Concentração de Ig (g/dL)	2,05	3,56
PT- Ig (24 horas)	3,06	3,29
	↑	↑
	**0,23g/dL	

Tabela 11 – Concentração de PT sérica (g/dL) desconsiderando-se o valor de Ig (g/dL) às 48 horas de vida

	*1,80 g/dL	
	↓	↓
	Grupo A	Grupo B
Concentração de PT (g/dL)	5,16	6,96
Concentração de Ig (g/dL)	2,27	3,72
PT- Ig (48 horas)	2,89	3,24
	↑	↑
	**0,35 g/dL	

* Diferença na concentração sérica de PT entre os grupos às 12, 24 e 48 horas

** Diferença na concentração sérica de PT entre os grupos desconsiderando os valores de Ig às 12, 24 e 48 horas

Grupo A – colostro caprino

Grupo B – colostro bovino

5 CONCLUSÕES

A mobilização de anticorpos para a formação de imunidade passiva em cabras ocorre sem alterar a flutuação da proteína total e imunoglobulinas séricas.

O colostro bovino pode ser utilizado como fonte alternativa de anticorpos para cabritos recém-nascidos.

O colostro bovino utilizado como substituto do colostro caprino mostrou-se mais eficiente em conferir condição inicial de anticorpos séricos aos cabritos neonatos.

O padrão básico do comportamento das variáveis séricas PT e Ig em caprinos é o mesmo encontrado para os animais dependentes de anticorpos maternos para aquisição da imunidade inicial.

REFERÊNCIAS

ADAMS, D.S.; KLEVJER-ANDERSON, P.; CARLSON, J.L.; MCGUIRE, T.C.; GORHAM, J.R. Transmission and control of caprine arthritis-encephalitis virus. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 44, n.9, p. 1670-1675, 1983.

ANEMA, S.G. Effects of milk concentration on the irreversible thermal denaturation and disulfide aggregation of beta-lactoglobulin. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, London, v.48, n.9, p.4168-4175, 2000.

ARGENZIO, A. Digestão, absorção e metabolismo. In: SWENSON, M.J. **Dukey's Fisiologia dos animais domésticos**. 10th ed. Ithaca: Cornell University Press, 1984. cap.3, p.263-264.

ARGÜELLO, A.; CASTRO, N.; CAPOTE, J.; GINÉS, R.; ACOSTA, F.; LÓPEZ, J.L. Effects of refrigeration, freezing-thawing and pasteurization on IgG goat colostrum preservation. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.48, n.2, p.135-139, 2003.

ARGÜELLO, A.; CASTRO, N.; ZAMORANO, M.J.; CASTROALONSO, A.; CAPOTE, J. Passive transfer of immunity in kid goats fed refrigerated and frozen goat colostrum and commercial sheep colostrum. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.54, n.3, p.237-241, 2004.

BARACAT, R.S.; MACHADO NETO, R.; DANIELE, C.; BESSI, R.; PACKER, I.U. Fornecimento prolongado de colostro e proteção passiva em bezerros recém-nascidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.11, p.215-220, 1997.

BESSER, T.E.; GARMEDIA, A.E.; MCGUIRE, T.C. Effects of colostral immunoglobulin G₁ and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.68, n.8, p.2033-2037, 1985.

BLUM, J.W.; HAMMON, H. Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on, nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.66, n.2, p.151-159, 2000.

BRAMBELL, J.W.R. The passive immunity of the young mammal. **Biological Reviews**, Cambridge, v.33, n.4, p.488-531, 1958.

BRANDON, M.R.; LASCELLES, A.K. Relative efficiency of absorption of IgG₁, IgG₂, IgA and IgM in the newborn calves. **Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science**, Adelaide, v.49, n.6, p.629-633, 1971.

BURTON, J.L.; KENNEDY, B.W.; BURNSIDE, B.N.; WILKE, B.N.; BURTON, J.H. Variation in serum concentrations of immunoglobulins G, A and M in Canadian Holstein-Friesian calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.72, n.1, p.135-149, 1989.

BUSH, L.J.; MUNGLE, M.B.; CORLEY, L.D.; ADAMS, G.D. Factors affecting absorption of immunoglobulins by newborn dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, Ill., US, v.56, n.2, p.312, 1973.

BUTLER, J.E. Bovine immunoglobulins: A review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.52, n.12, p.1895-1909, 1969.

BUTLER, J.E.; KIDDY, C.A.; PIERCE, C.S.; ROCK, C.A. Quantitative changes associated with calving in the levels of bovine immunoglobulins in selected body fluids. I. Changes in levels of IgA, IgG₁ and total protein. **Canadian Journal of Comparative Medicine**, Gardenvale, v.36, n.3, p.234-242, 1972.

CABELLO, G.; LEVIEUX, D. Absorption of colostral IgG₁ by the newborn lamb: influence of the length of gestation, birth weight and thyroid function. **Research in Veterinary Science**, London, v.31, n.1, p.190-194, 1981.

CAMPBELL, S.G.; SIEGEL, M.J.; KNOWLTON, B.J. Sheep immunoglobulins and their transmission to the neonatal lamb. **New Zealand Veterinary Journal**, Wellington, v. 25, n.12, p. 361-365, 1977.

CHEN, J.C.; CHANG, C.J.; PEH, H.C.; CHEN, S.Y. Total protein and γ -globulin contents of mammary secretion during early post-partum period of Nubian goats in the Taiwan area. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.31, n.1, p.67-73, 1998.

CORK, L.C.; HADLOLOW, W.J.; CRAWFORD, T.B. Infectious leukoencephalomyelitis of young goats. **Journal Infectious Disease**, Chicago, v.129, n.2, p.134-141, 1974.

CRAWFORD, T.B.; ADAMS, D.S.; CHEEVERS, W.P. Chronic arthritis in goats caused by a retrovirus. **Science**, Washington, v.207, n.29, p.997-999, 1980.

CRAWFORD, T.B.; ADAMS, D.S. Caprine arthritis-encephalitis: clinical features and presence of antibody in selected goat populations. **Journal American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v.178, n.7, p.713-719, 1981.

DIXON, F.J.; WEIGLE, W.O.; VAZQUEZ, J.J. Metabolism and mammary secretion of serum proteins in the cow. **Laboratory Investigation**, Hagerstown, v.10, n.2, p.216-236, 1961.

DONOVAN, G.A.; BADINGA, L.; COLLIER, R.J.; WILCOX, C.J.; BRAUN, R. K. Factors influencing passive transfer in dairy calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.69, n.3, p.754-759, 1986.

ELLIS, T.M.; CARMAN, H.; ROBINSON, W.F.; WILCOX, G.E. Effect of colostrum deprivation of goat kids on the natural transmission of caprine retrovirus infection. **Australian Veterinary Journal**, Adelaide, v.60, n.11, p.326-329, 1983.

FERRI, R.B.; CALICH, V.L.G.; COPPI VAZ, C.A. **Imunologia**. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1979. 317p.

FLEENOR, W.A.; STOTT, G.H. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, n.6, p.973-977, 1980.

FOLEY, J.A.; OTTERBY, D.E. Availability, storage, treatment, composition and feeding value of surplus colostrum: A review. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.61, n.8, p.1033-1060, 1978.

HADJIPANAYIOTOU, M. Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.18, n.3, p.255-262, 1995.

HALLIDAY, R. Total serum protein and immunoglobulin concentration in Scottish Blackface and Merino lambs at birth and during the first two days of sucking. **Journal of Agricultural Sciences**, Cambridge, v.77, n.3, p.463-466, 1971.

HALLIDAY, R. Variations in immunoglobulin concentrations in merino and Scottish blackface lambs. **Animal Production**, Bletchley, v.19, n.3, p.301-308, 1974.

HALLIDAY, R. Variation in immunoglobulin transfer from ewes to lambs. **Annales de Recherches Veterinaires**, Versailles, v.23, n.2, p.425-427, 1978.

HAMMON, H.M.; BLUM, J.W. The somatotropic axis in neonatal calves can be modulated by nutrition, growth hormone, and long-R3-IGF-I. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v.273, n.1, p.E130-E138, 1999.

HOLLOWAY, N.M.; TYLER, J.W.; LAKRITZ, J.; CARLSON, S.; HOLLE, J. Serum immunoglobulins G concentrations in calves fed fresh and frozen colostrum. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v.219, n.3, p.357-359, 2001.

HOUGH, R.L.; MCCARTHY, F.D.; THATCHER, C.D.; KENT, H.D.; EVERSOLE, D.E. Influence of glucocorticoid on macromolecular absorption and passive immunity in neonatal lambs. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 8, p. 2459-2464, 1990.

HUSBAND, A.J.; BRANDON, M.R.; LASCELLES, A.K. Absorption and endogenous production of immunoglobulins in calves. **Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science**, Adelaide, v.50, n.4, p.491-498, 1972.

HUSU, J.; SYVÄOJA, E.L.; AHOLA-LUTTILA, H.; KALSTA, H.; SIVELÄ, S.; KOSUNEN, T.U. Production of hyperimmune bovine colostrum against *Campylobacter jejuni*. **The Journal of applied Bacteriology**, Oxford, v.74, n.5, p.564-569, 1993.

INOUE, T.; KITANO, K.; INOUE, K. Possible factors influencing the immunoglobulin G concentration in swine colostrum. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.41, n.7, p.1134-1136, 1980.

JEFFCOTT, L.B. Passive immunity and its transfer with special reference to the horse. **Biological Reviews**, Cambridge, v.47, n.4, p.439-464, 1972.

KANEKO, J.J. Serum proteins and the dysproteinemias. In: KANEKO, J.J. HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. London: Academic Press, 1997. cap.5 p.117-138.

KINDLEIN, L. **Efeito de IgG e IGF- I das primeiras refeições lácteas sobre a flutuação sérica e características do epitélio intestinal em bezerros recém-nascidos**. 2006.100p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KLAUS, G.G.B.; BENNET, A.; JONES, E.W. A quantitative study of the transfer of colostral immunoglobulins to the newborn calf. **Immunology**, Oxford, v.16, n.3, p.293-299, 1969.

KLOBASA, F.; WERHAHM, E.; BUTLER, J.E. Composition of sow milk during lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.64, n.5, p.1458-1466, 1987.

KLOBASA, F.; GOEL, M.C.; WERHAHN, E. Comparison of freezing and lyophilizing for preservation of colostrum as a source of immunoglobulins for calves. **Journal Animal Science**, Champaign, v.76, n.4, p.923-926, 1998.

KRAMER, T.T.; CHO, H.C. Transfer of immunoglobulins and antibodies in the hen's egg. **Immunology**, Oxford, v.19, n.1, p.157-167, 1970.

KRUSE, P.E. Absorption of immunoglobulin from colostrum in newborn calves. **Animal Production**, Bletchley, v.12, n.4, p.627-638, 1970.

KRUSE, P.E. The importance of colostral immunoglobulin and their absorption from the intestine of the newborn animals. **Annales de Recherches Veterinaires**, Versailles, v.14, n.4, p.349-353, 1983.

LARSON, B.L.; KENDALL, K.A. Changes in specific blood serum protein levels associated parturition in the bovine. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.40, n.6, p.659-667, 1957.

LARSON, R.E.; WARD, A.C.S.; FREDERIKSEN, K.R.; ARDREY, W.B.; FRANK, F.W. Capability of lambs to absorb immunoproteins from freeze-dried bovine colostrum. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.35, n.8, p.1061-1063, 1974.

LECCE, J.G.; MORGAN, D.O. Effect of dietary regime on cessation of intestinal absorption of large molecules (closure) in the neonatal pig and lamb. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.78, n.3, p.263-268, 1962.

LOGAN, E.F. A note on bovine colostrum as an alternative source of immunoglobulin for lambs. **Animal Production**, Bletchley, v.26, n. 1, p.93-96, 1978.

LOGAN, E.F.; McMURRAY, C.H.; O'NEILL, D.G.; McPARLAND, P.J.; McRORY, F.J. Absorption of colostral immunoglobulins by the neonatal calf. **British Veterinary Journal**, London, v.134, n.3, p.258-262, 1978.

MACHADO NETO, R.; d'ARCE, R.D. Gamaglobulinas séricas de bezerros recém-nascidos da raça Nelore. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v.53, p. 13-19, 1979.

MACHADO NETO, R.; PACKER, I.U. Flutuação de imunoglobulina sérica em bezerros da raça holandesa submetidos a diferentes regimes de aleitamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.15, n.5, p.439-447, 1986.

MACHADO NETO, R.; PACKER, I.U.; BONILHA, L.M.; FIGUEIREDO, L.A.; RAZZOK, A.G.; CÂNDIDO, J.G. Concentração de IgG sérica em bezerros das raças Nelore, Guzerá, Gir e Caracu. 1. Estatísticas descritivas e causas de variação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.5, p.914-919, 1997.

MACHADO NETO, R.; PACKER, I.U.; MENTEN, J.F.; LAVORENTI, A. Efeito da raça, dieta, época e ordem de parição na concentração de imunoglobulina G no colostro de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 10, p.1295-1299, 2001.

MACHADO NETO, R.; CASSOLI, L.D.; BESSI, R.; PAULETTI, P. Avaliação do fornecimento adicional de colostro para bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.420-425, 2004.

MANCINI, G.; CARBONARA, A.O.; HERMANS, J.E. Immunochemical quantification of antigens by single radial immunodiffusion. **Immunochemistry**, Oxford, v.2, n.3, p.235-254, 1965.

MARTINSSON, K. Mammary secretion of IgG in sows. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v.13, n.2, p.191-196, 1972.

McCOY, G.C.; RENEAU, J.K.; HUNTER, A.G.; WILLIAMS, J.B. Effects of diet and time on blood serum proteins in the newborn calf. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.53, n.3, p.358-362, 1970.

McEWAN, A.D.; FISHER, E.W.; SELMAN, I.E.; PENHALE, W.J. A turbidity test for the estimation of immunoglobulin levels in neonatal calf serum. **Clinical Chemical Acta**, Amsterdam, v.27, n.1, p.155-163, 1970.

MEO-SCOTONI, C.M. de; MACHADO NETO, R. Transferência de imunidade passiva em eqüinos: características imunológicas do processo de formação do colostro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21. n.2, p.200-204, 1992.

MEYLAN, M.; RINGS, D.M.; SHULAW, W.P.; KOWALSKI, J.J.; BECHNIELSEN, B.; HOFFSIS, G.F. Survival of *Micobacterium paratuberculosis* and preservation of immunoglobulin G in bovine colostrum under experimental conditions simulating pasteurization. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 57, n.8, p.1580-1585, 1996.

MEYER, H.; LUSTERMAN, H.; STEINBACH, G.; LEIRER, R.; TOTTENBORN, W.; REICHARD, S. Konservierung von Rinderkolostrum. **Mh. Veterinary Medicine**, Lenexa, v.37, p.27-33, 1982.

MORIN, D.E.; McCOY, G.C.; HURLEY, W.L. Effects of quality, quantity, and timing of colostrum feeding and addition of a dried colostrum supplement on immunoglobulin G₁ absorption in Holstein bull calves. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.4, p.747-753, 1997.

MORIN, D.E.; CONSTABLE, P.D.; MAUNSELL, F.P.; McCOY, G.C. Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.84, n.4, p.937-943, 2001.

MORRIS, I.G. Gama globulin absorption in the newborn. In: CODE, C.F. **Handbook of Physiology: Alimentary canal**. Baltimore: American Physiology Society, 1968. cap.3 p.1491-1512.

MULLER, L.D.; ELLINGER, D.K. Colostral Immunoglobulins concentration among breeds of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.64, n.8, p.1727-1730, 1981.

NEWBY, T.J.; MILLER, B.G.; STOKES, C.R.; HAMPSON, D.J.; BOURNE, F.J. Local hypersensitivity response to dietary antigens in early weaned pigs. In: COLE, D.J.A.; HARESIGN, W. **Recent Developments in Pig Nutrition**. London: Butterworths, 1988. p.211-221.

NOCEK, J.E.; BRAUND, D.G.; WARNER, R.G. Influence of neonatal colostrum administration, immunoglobulin, and continued feeding of colostrum on calf gain, health and serum protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, n.2, p.319-333, 1984.

NORMAN, L.M.; HOHENBOKEN, W.D.; KELLEY, K.W. Genetic differences in concentration of immunoglobulins G₁ and M in serum and colostrum of cows and in serum of neonatal calves. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.53, n.6, p.1465-1472, 1981.

O'BREIN, J.P.; SHERMAN, D.M. Field methods for estimating serum immunoglobulin concentrations in newborn kids. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.11, n.1, p. 79-84, 1993.

OYENIYI, O.O.; HUNTER, A.G. Colostral constituents including immunoglobulins in the first three milkings postpartum. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.61, n.1, p.44-48, 1978.

PAULETTI, P.; MACHADO NETO, R.; PACKER, I.U.; BESSI, R. Avaliação de níveis séricos de imunoglobulina, proteína e o desempenho de bezerras da raça Holandesa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.1, p.89-94, 2002.

PAULETTI, P.; BALGADO, A.R.; KINDLEIN, L.; PAZ, C.C.P.de; LANNA, D.P.D.; MACHADO NETO, R. IGF-I e IgG séricos e nas secreções lácteas em vacas tratadas com rbST no período pré-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.3, p.976-986, 2005.

PORTER, P. Immunoglobulin in bovine mammary secretions. Quantitative changes in early lactation and by the neonatal calf. **Immunology**, Oxford, v.23, n.2, p.225-238, 1972.

PORTER, P. The immune system. In: DUNNE, H. W.; LEMAN, A. D. **Disease of swine.**, 1975. 1212p.

PORTER, P. Immunoglobulin mechanisms in health and nutrition from birth to weaning. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v.35, n.3, p.273-282, 1976.

PORTER, P. Structural and functional characteristics of immunoglobulins of the common domestic species. **Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine**, San Diego, v.23, p.1-21, 1979.

PRITCHETT, L.C.; GAY, C.C.; BESSER, T.E.; HANCOCK, D. Management and production factors influencing immunoglobulin G₁ concentration in colostrum from Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.7, p.2336-2341, 1991.

RAMÍREZ, A.; QUILES, A.; HEVIA, M.L.; SOTILLO, F.; RAMÍREZ, M.C. Influence of forced contact on the maternal-filial bond in domestic goat after different periods of postpartum separation. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.23, n.2-3, p.75-81, 1996.

REINHOLD, J.G. Total protein, albumin and globulin. In: REINER, M. **Standard Methods of Clinical Chemistry**. New York: Academic Press, 1953. v.1, p.88.

RIBEIRO, M.F.B.; BELEM, P.A.D.; PATARROYO, J.H.S.; FARIA, J.E. de. Hipogamaglobulinemia em bezerros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.35, n.4, p.537-546, 1983.

RUDOVSKY, A.; LOCHER, L.; ZEYNER, A.; SOBIRAJ, A.; WITTEK, T. Measurement of immunoglobulin concentration in goat colostrum. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.74, n.1-3, p.265-269, 2008.

SANTOS, T.G. dos; BERTOLINI, D.A.; MACEDO, F.A.F.; PRADO, I.N.; MARTINS, E.N. Variabilidade em imunoglobulina G (IgG) no colostro de cabra de primeira ordenha e absorção intestinal de IgG pelos cabritos recém-nascidos. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.37, n.2, p.285-292, 1994.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS**: user's guide statistic. 6th ed. Cary 1999. 956p.

SASAKI, M.; DAVIS, C.L.; LARSON, B.L. Production and turnover of IgG₁ e IgG₂ immunoglobulins in the bovine around parturition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.59, n.12, p.2046-2055, 1976.

SHERMAN, D.M.; ARENT, T.D.; GAY, J.M.; MAEFSKY, V.A. Comparing the effects of four colostrum preparations on serum Ig levels of newborn kids. **Mh. Veterinary Medicine**, Lenexa, Ks., US, v.85, p.908-913, 1990.

SHUBBER, A.H.; DOXEY, D.L.; BLACK, W.J.M.; FITZSIMONS, J. Immunoglobulin levels in ewes colostrum and in lamb serum. **Research in Veterinary Science**, London, v.27, n.3, p.283-285, 1979.

SIMÕES, S.V.D.; COSTA, R.G.; SOUZA, P.M.; MEDEIROS, A.N.; VILAR, A.L.T. Imunidade passiva, morbidade neonatal e desempenho de cabritos em diferentes manejos de colostro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.25, n.4, p. 219-224, 2005.

SIMPSON, M.M.W.; SMEATON, T.C. The transfer of antibodies by neonates and adults. **Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine**, San Diego, v.16, p.355-381, 1972.

SMEATON, T.C.; SIMPSON-MORGAN, M.W. Epithelial cell renewal and antibody transfer in the intestine of the foetal and neonatal lamb. **Australian Journal Experimental Biology and Medical Science**, London, v. 63, p. 41-51, 1985.

SMITH, E.L. The immune proteins of bovine colostrum and plasm. **Journal of Biology Chemical**, Baltimore, v.164, n.1, p.345-358, 1946.

STEINBACH, G.; KREUTZER, B.; MEYER, H. Zum einfluss der erwärmung auf den immunbiologischen wert des rinderkolostrums. **Monatshefte Veterinarmedizin**, Leipzig, v.36, p.29-31, 1981.

TENNANT, D.V.M.; HARROLD, D.B.S.; REINA-GUERRA, M.B.S.; LABEN, R.C.
Neonatal alterations in serum gamma globulin levels of Jersey and Holstein-Friesian calves. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.30, n.3, p.345-354, 1969.

TYLER, J.W.; STEEVENS, B.J.; HOSTELER, D.E.; HOLLE, J.M.; DENBIGH, J.L.
Colostrum immunoglobulin concentrations in Holstein and Guernsey cows. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.60, n.9, p.1136-1139, 1999.

TYLER, J.W.; LAKRITZ, J.; HOSTETLER, D.E.; DOUGLAS, V.; WEAVER, D.M.;
STEEVENS, B.J.; HOLLE, J.; DENBIGH, J. Effect of pasteurization at 76 and 63°C on the absorption of colostrum IgG in calves. **Journal of Dairy Research**, London, v.67, n. 4, p.619-623, 2000.

VALENTA, J. Short term preserved colostrum in the rearing of calves. **Veterinarstvi**, Praha, v.32, p.410-411, 1982.

VIHAN, V.S. Immunoglobulin levels and their effects on neonatal survival in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.1, n.2, p. 135-144, 1988.