

Efeito do fornecimento adicional de colostro sobre as concentrações séricas de IgG, PT e IGF-I de bezerros neonatos¹

Effect of additional colostrum ingestion on the serum concentrations of IgG, TP and IGF-I in newborn calves

KINDLEIN, Liris^{3*}, PAULETTI, Patrícia², BAGALDO, Adriana Regina², MACHADO NETO, Raul²

¹Projeto financiado pela FAPESP e CNPq. Trabalho originado de tese da primeira autora no Programa de Pós-graduação de Ciência Animal e Pastagens, Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, Brasil.

²Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” USP/ESALQ - Departamento de Zootecnia – Piracicaba, SP, Brasil.

³Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de Veterinária UFRGS/FAVET – Departamento de Medicina Veterinária Preventiva – Porto Alegre, RS, Brasil.

*Endereço para correspondência: liris.kindlein@ufrgs.br

RESUMO

A necessidade e os benefícios da ingestão de colostro para bezerros neonatos é conhecida de longa data. Além dos anticorpos e nutrientes, o colostro contém uma série de moléculas biologicamente ativas associadas à maturação do trato digestivo e desenvolvimento do recém-nascido. Dentre esses componentes, o IGF-I atua como potencializador do crescimento. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da suplementação de colostro com diferentes concentrações de imunoglobulina sobre as concentrações séricas de IgG, proteína total e do IGF-I em bezerros com até 72 horas de vida. Também foi avaliada a eficiência aparente de absorção (EAA) de IgG, às 12 e 24 horas de vida. Oitenta e dois bezerros machos da raça Holandesa foram distribuídos em dois grupos de acordo com IgG sérico, às 12 horas de vida, um grupo inferior, a 12 mg/mL e outro superior. Às 12 horas de vida, foram observados colostros de diferentes concentrações de IgG (mg/mL): baixo (23,93), alto (94,11) e enriquecido de colostro liofilizado (158,37). A flutuação sérica de IgG não foi afetada pela adição de colostro liofilizado. A ingestão de elevada quantidade de sólidos totais influenciou a absorção de IgG. A EAA máxima (EAA_{máx.}), determinada às 12 horas de vida, que reflete a atividade máxima de internalização de IgG pelos enterócitos, foi superior à eficiência determinada às 24 horas (EAA_{total}). A concentração de IGF-I sérico não foi afetada pela quantidade de IGF-I presente no colostro.

Palavras-chave: colostro liofilizado; eficiência aparente de absorção; imunoglobulina; proteína total sérica

SUMMARY

Benefits and demand of the colostrum intake by newborn calves are well known. Other bioactive molecules in colostrum, in addition to immunoglobulins and nutrients, are associated to maturation of gastrointestinal tract and neonate development. One of these components is IGF-I, a key regulator of growth. The objective of this study was to evaluate the effects of colostrum supplementation with different immunoglobulin concentrations on IgG, total protein and IGF-I serum levels in calves at 72 hours old. It was also evaluated the apparent efficiency of absorption (AEA) of IgG at 12 and 24 hours of life. Eighty two male-Holstein calves were distributed in two groups, according to serum IgG at 12 hours of life, one group was for IgG inferior to 12 mg/mL, and the other one was superior. At 12 hours of life, colostrum was provided with different IgG concentration (mg/mL): low (23.93), high (94.11) or enriched with lyophilized colostrum (158.37). The serum IgG fluctuation was not affected by the addition of lyophilized colostrum. The ingestion of high amount of total solids influenced the process of absorption of IgG. The AEA maximum (AEAmáx.), determined at 12 hours of life, which reflected the IgG maximum internalization activity by the enterocytes, was higher than the efficiency

determined at 24 hours (AEAtotal). IGF-I serum concentration was not affected by the levels of IGF-I content in colostrum.

Keywords: apparent efficiency of absorption; immunoglobulin; lyophilized colostrum; serum protein

INTRODUÇÃO

A importância do fornecimento de colostro a bezerros nas primeiras horas de vida é reconhecida por vários autores por ser a única fonte de anticorpos para proteção dos recém-nascidos dessa espécie (BRAMBELL, 1958; RAJALA & CASTRÉN, 1995; MORIN et al., 1997).

O fornecimento de colostro suplementar é um procedimento que pode ser mais significativo na correção de manejos deficientes (GAY, 1994; MORIN et al., 1997; MACHADO NETO et al., 2004a). Um aumento nas concentrações de anticorpos séricos tem sido observado em bezerros com baixa aquisição inicial de imunoglobulina suplementados com colostro às 12 horas de vida (MACHADO NETO et al., 2004a).

Diversos estudos indicam que outros componentes do colostro, além das imunoglobulinas, podem ser importantes para a sanidade e desenvolvimento intestinal de bezerros neonatos, sendo um dos mais relevantes o fator de crescimento semelhante à insulina tipo I (IGF-I) (QUIGLEY & DREWRY, 1998; BLUM & BAUMRUCKER, 2002).

Diversos autores concluíram que a suplementação prolongada de colostro tem influência sobre a morfologia da mucosa intestinal, havendo aumento significativo do tamanho dos vilos intestinais (BÜHLER et al., 1998; BLÄTTLER et al., 2001; ROFFLER et al., 2003).

O presente trabalho foi realizado com os objetivos avaliar o efeito da suplementação de colostro, às 12 horas de vida, com diferentes concentrações de imunoglobulinas, adicionado ou não de colostro bovino liofilizado, sobre as

concentrações séricas de imunoglobulina G (IgG), proteína total (PT) e do fator de crescimento semelhante a insulina-I (IGF-I), bem como sobre a eficiência aparente de absorção (EAA) de IgG em bezerros com diferentes concentrações de IgG sérico às 12 horas de vida (menor ou maior que 12 mg/mL) até às 72 horas de vida.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 82 bezerros machos da raça Holandesa que, imediatamente após o nascimento, foram separados das mães, pesados, e receberam colostro de diferentes densidades e sendo, posteriormente, alocados em dois grupos, levando-se em consideração o valor de IgG sérico às 12 horas de vida, inferior ou superior a 12 mg/mL.

Para se estimar a aquisição inicial de imunoglobulinas, às 12 horas de vida, foi utilizado o método *Zinc Sulfate Turbidity* (ZST) (MCEWAN et al., 1970), que se baseia na leitura da turvação, em espectrofotômetro, obtida da reação das imunoglobulinas com o sulfato de zinco.

Às 12 horas de vida, os animais foram distribuídos, ao acaso, em três tratamentos em função da segunda refeição de colostro (% do peso vivo) com diferentes concentrações de IgG estimadas através de um hidrômetro específico: baixo (média de 23,93 mg/mL), alto (média de 94,11 mg/mL) e enriquecido de colostro bovino liofilizado (média de 158,37 mg/mL). Após a ingestão dessa refeição, os animais passaram a receber dois litros de leite integral, duas vezes ao dia.

A segunda refeição fornecida aos bezerros foi constituída de colostro *in natura* ou colostro bovino adicionado do colostro bovino liofilizado (CBL). Para confecção do CBL, foram coletados colostros oriundos somente de vacas multíparas que foram centrifugados duas vezes a 12000 g por 10 minutos a 4°C para a retirada parcial da fração lipídica. Os “pools” de colostro, parcialmente desnatados, eram homogeneizados e acondicionados em formas de alumínio e armazenados a -20°C. O colostro congelado foi liofilizado no ITAL (Instituto Tecnológico de Alimentos, Campinas-SP). O colostro liofilizado era retirado das formas por raspagem, liquidificado, peneirado e novamente liquidificado, obtendo-se um produto homogêneo. O produto obtido foi acondicionado em sacos plásticos e armazenado a -20°C e, através de imunodifusão radial, aferido à quantidade de IgG presente em um grama, sendo adicionado a um colostro cuja concentração de IgG foi estimada pela densidade obtida com o emprego de um hidrômetro específico (FLEENOR & STOTT, 1980) até alcançar a concentração de IgG desejada, maior que 120 mg/mL.

Às 0, 12, 24, 36, 48 e 72 horas de vida foram coletadas amostras de sangue dos animais para análises de IgG, PT e IGF-I. As amostras foram retiradas da veia jugular (aproximadamente 10 mL), centrifugadas, transferindo-se o soro resultante para três frascos devidamente identificados e mantidos a -20°C. Os procedimentos realizados com os animais seguiram os princípios éticos da experimentação animal dispostos pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal – COBEA.

Amostras dos colostros (primeira e segunda refeição e do CBL) foram coletadas e mantidas a -20°C para análise de matéria seca e proteína bruta, de acordo com AOAC (2000), e para quantificação de IgG e IGF-I.

A fração de IgG sérica (mg/mL) dos bezerros e dos colostros foi quantificada por meio de Imunodifusão Radial (IDR) (MANCINI et al., 1965) e de IDR descrito por Mancini et al. (1965) modificado por Besser et al. (1985), respectivamente. O método baseia-se na leitura do diâmetro do anel de precipitação formado pela reação do anticorpo da amostra com o anti-IgG em meio de ágar, comparando-se com diâmetros de padrões previamente estabelecidos. Para a construção da curva padrão, foi utilizado IgG bovino (Sigma Chemical Company-USA). Os diâmetros das reações de precipitação foram medidos em milímetros.

A quantificação de PT sérica (g/100mL) foi determinada pelo método de biureto, segundo Reinhold (1953).

Para a quantificação da concentração de IGF-I no soro, nas refeições e no CBL, foi empregado o ensaio imunoradiométrico pós-extração utilizando-se o *kit* DSL-5600 (*Diagnostic Systems Laboratories, Inc.*).

A eficiência aparente de absorção (EAA) é um importante valor expresso em porcentagem, que depende da quantidade de IgG ingerida (g), do tempo decorrido entre o nascimento e a primeira mamada e da porcentagem ingerida em relação ao peso vivo do bezerro (STOTT et al., 1979). A eficiência aparente de absorção de IgG total (EAA_{total}) foi determinada segundo fórmula descrita por Quigley et al. (1998), em que $EAA = [IgG \text{ sérico às 24 horas de vida (g/L)} \times \text{peso vivo (kg)} \times 0,092] \div IgG \text{ consumido até 24 horas de vida (g)}$, cujo valor 0,092 correspondeu ao volume plasmático considerado para bezerros recém-nascidos. A eficiência aparente de absorção máxima ($EAA_{máx.}$) foi determinada pela mesma fórmula, considerado-se o valor de IgG sérico às 12 horas de vida (g/L) e o consumo de IgG (g) referente à primeira refeição.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no tempo em que as parcelas corresponderam aos tratamentos e as

subparcelas aos períodos. Para execução das análises, foi utilizado o procedimento PROC MIXED do programa *Statistical Analysis System* - SAS (1991), utilizando-se, no modelo, a estimativa de covariância tipo AR(I), e para a avaliação de diferenças entre médias, foram efetuados contrastes entre pares de médias, utilizando-se o teste de Tukey. Para todas as análises, utilizou-se o nível de significância de 5% ($P < 0,05$). Análises de correlação de Pearson, por meio do procedimento PROC CORR do programa SAS (1991), foram realizadas para verificar associações de interesse entre as variáveis séricas.

RESULTADOS

Na Tabela 1, encontram-se os valores médios de consumo total de matéria seca, proteína bruta, IGF-I e IgG referentes às refeições.

O CBL apresentou 95,46% de MS, 68,52% de PB, 972 ng/g de IGF-I e 560 mg/g de IgG.

A Tabela 2 mostra os valores médios da concentração sérica de IgG encontrados nos animais durante o período experimental. As médias de IgG sérica não apresentaram

diferença entre os tratamentos, apenas entre os períodos e na interação entre período, tratamento e concentração de IgG sérica inicial.

Os animais com baixa aquisição inicial que receberam colostro enriquecido apresentaram valores médios de IgG sérica, a partir das 24 horas, superiores aos observados às 12 horas de vida, situação não evidenciada nos animais que receberam o mesmo tratamento e apresentaram alta aquisição inicial.

Na Figura 1, estão apresentados os valores de EAA_{total} (24 horas de vida). Foi observado efeito significativo na interação entre tratamentos e nível de IgG sérica inicial. Os animais com baixa IgG sérica inicial que receberam uma segunda refeição de colostro de baixa qualidade imunológica apresentaram o valor médio de EAA ($36,75 \pm 4,11\%$) 76,51% superior, quando comparado àqueles com alta aquisição inicial que receberam o mesmo tratamento ($20,82 \pm 2,79\%$).

Porém, os animais com alta aquisição inicial que receberam uma segunda refeição de colostro de alta qualidade imunológica apresentaram uma EAA de $31,12 \pm 3,04\%$, valor 56,22% mais elevado em relação aos com baixa aquisição inicial, EAA de $19,92 \pm 4,51\%$.

Tabela 1. Valores médios do consumo total de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), IGF-I e IgG referente as refeições

Composição	Primeira refeição	Tratamentos (Segunda refeição)		
		Baixo	Alto	Enriquecido
Média (R1+R2) ¹ ±DP ²				
MS (g)	433,41±46,90	837,50±33,16	1198,92±29,66	1353,72±46,90
PB (g)	84,80±11,87	144,73±7,66	225,37±6,85	317,00±10,84
IGF-I (µg)	460,80±105,49	742,10±60,90	948,85±56,38	1890,16±86,13
IgG (g)	76,74±1,96	171,68±11,99	256,91±10,73	523,46±16,96

¹Valores médios encontrados no somatório dos componentes fornecidos nas duas primeiras refeições nascimento e tratamento), ²Desvio padrão da média.

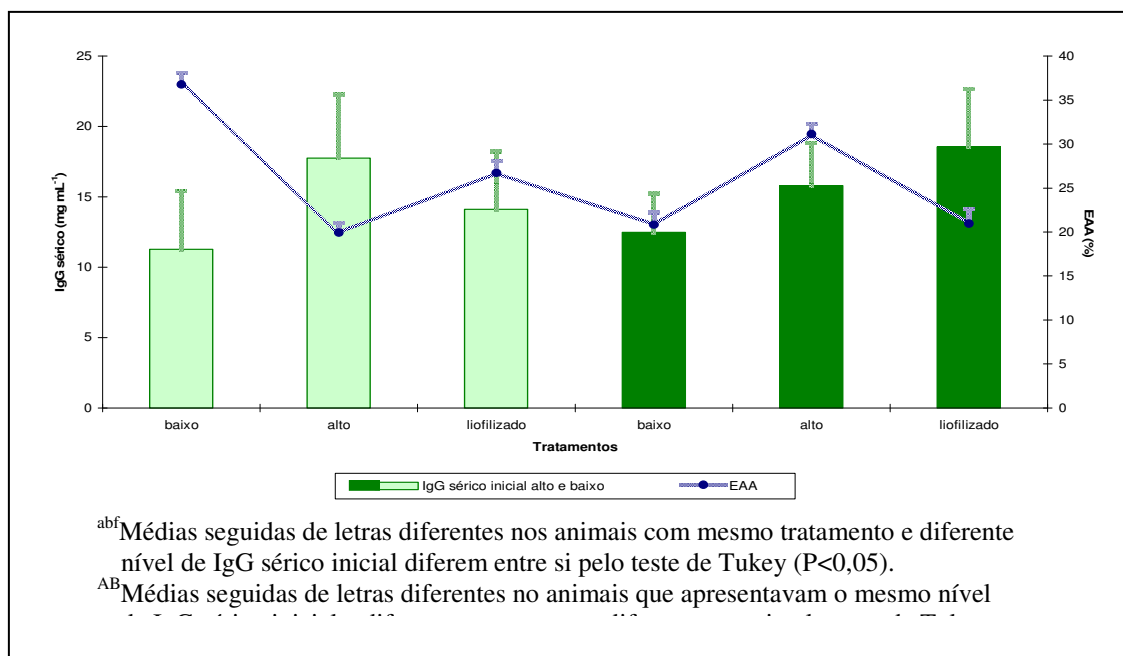
Tabela 2. Concentrações séricas de IgG (mg/mL) dos bezerros nas primeiras 72 horas de vida

Item	Trat ¹	Períodos Experimentais (horas)					Média
		12	24	36	48	72	
IgG ²		IgG sérica média (mg/mL) ±DP ³					
Baixo	Baixo	8,69±1,08 ^{Aa}	11,27±1,29 ^{Ba}	13,56±1,78 ^{Ba}	11,24±1,61 ^{ABa}	11,91±1,29 ^{Ba}	11,33±1,75
Alto	Baixo	17,45±0,96 ^{Ab}	17,76±1,06 ^{Ab}	18,39±1,15 ^{Abf}	16,93±1,46 ^{Ab}	16,74±1,28 ^{Ab}	17,45±0,66
Baixo	Alto	7,84±1,24 ^{ACa}	12,46±1,39 ^{Ba}	12,68±1,63 ^{Ba}	11,42±2,50 ^{BCac}	10,71±2,07 ^{ABa}	11,02±1,95
Alto	Alto	17,59±0,96 ^{Ab}	15,78±1,15 ^{ACbc}	16,53±1,21 ^{ADdef}	14,64±1,46 ^{BCDab}	13,88±1,36 ^{BCDab}	15,68±1,47
Baixo	Enriquecido	7,11±1,18 ^{Aa}	14,17±1,39 ^{BCac}	14,14±1,39 ^{Cac}	11,83±2,51 ^{Cac}	12,95±1,79 ^{Ca}	12,04±2,92
Alto	Enriquecido	15,31±1,52 ^{Ab}	18,53±1,66 ^{Bb}	18,41±1,21 ^{Bbd}	18,14±3,49 ^{ABbe}	15,16±2,09 ^{ABab}	17,11±1,72

¹Tratamento: Baixo- colostro de baixa qualidade imunológica (23,93 mg/mL); Alto- colostro de alta qualidade imunológica (94,11 mg/mL); Enriquecido- colostro adicionado de colostro bovino liofilizado (158,37 mg/mL). ²IgG sérico inicial às 12 horas de vida: baixo: <12 mg/mL; alto: >12 mg/mL. ³DP: desvio padrão.

^{abdef}Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{ABCD}Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).



^{abf}Médias seguidas de letras diferentes nos animais com mesmo tratamento e diferente nível de IgG sérico inicial diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

^{AB}Médias seguidas de letras diferentes no animais que apresentavam o mesmo nível

Figura 1. Concentração sérica de IgG (mg/mL) e eficiência aparente de absorção às 24 horas de idade (EAA_{total} %)

Considerando-se os valores de EAA_{máx.} referentes apenas à primeira refeição de colostro às 12 horas de vida, foi observado um EAA de 51,04%, o qual pode ser considerado o valor médio máximo da eficiência de absorção (EAA_{máx.}).

A maior concentração de sólidos totais pode limitar o processo de incorporação de anticorpos, restringindo ou utilizando mais

rapidamente o mecanismo de internalização dessas macroproteínas, e conseqüentemente, precipitando o “fechamento” dos enterócitos. Neste estudo, os animais com até 24 horas de vida que ingeriram quantidade de sólidos totais inferiores a 100 g não apresentaram diferenças significativas nas concentrações de IgG, entre 36-72 horas, e os animais que ingeriram uma quantidade de sólidos totais entre 101 à 149 g

apresentaram uma queda de 16,74% nos valores médios de IgG séricas, se comparados aos animais que receberam colostro com mais de 150 g que apresentaram uma queda de 38,41%, confirmando que a ingestão elevada de sólidos totais, acima de 150 g, pode influenciar o processo de absorção de IgG pelos

enterócitos. Os teores médios de proteína total sérica (g/100mL) dos bezerros estão apresentados na Tabela 3. Na Figura 1, estão apresentados os valores de EAA_{total} (24 horas de vida). Foi observado efeito significativo na interação entre tratamentos e nível de IgG sérica inicial.

Tabela 3. Concentrações séricas de PT (g/100mL) dos bezerros nas primeiras 72 horas de vida

Item	Períodos Experimentais (horas)						Média
	0	12	24	36	48	72	
IgG ² Trat ¹	PT sérico médio (mg/mL) ±DP ³						
Baixo Baixo	4,17±0,57 ^{Ac}	4,84±0,52 ^{Aa}	4,83±0,71 ^{Aac}	4,57±0,72 ^{Aa}	3,79±0,70 ^{Aa}	4,46±0,57 ^{Aa}	4,44±0,42
Alto Baixo	3,59±0,45 ^{Aac}	5,10±0,45 ^{Ba}	5,53±0,47 ^{Bc}	6,13±0,48 ^{Cbc}	6,60±0,58 ^{Cb}	7,07±0,53 ^{Cb}	5,67±0,36
Baixo Alto	4,95±0,64 ^{Abc}	5,45±0,58 ^{Ada}	6,60±0,61 ^{Bdc}	6,72±0,68 ^{BDbc}	6,54±0,96 ^{ABCb}	6,95±0,96 ^{Db}	6,21±0,51
Alto Alto	4,03±0,48 ^{Ac}	5,53±0,49 ^{Ba}	5,89±0,51 ^{Bc}	7,10±0,57 ^{CDbc}	6,32±0,69 ^{BDb}	5,98±0,59 ^{BDb}	5,81±0,37
Baixo Enriquecido	5,09±0,59 ^{Cbc}	4,71±0,54 ^{BCa}	5,39±0,56 ^{ABCc}	6,03±0,66 ^{ACab}	6,77±0,96 ^{Ab}	5,95±0,72 ^{ACb}	5,65±0,45
Alto Enriquecido	4,32±0,72 ^{Ac}	6,18±0,72 ^{Ba}	7,25±0,86 ^{Bbc}	7,32±0,66 ^{Bc}	7,22±0,92 ^{Bb}	7,53±0,86 ^{Bb}	6,63±0,31

¹Tratamento: Baixo- colostro de baixa qualidade imunológica (IgG<49,70 mg/mL), Alto- colostro de alta qualidade imunológica (IgG>49,70 mg/mL); Enriquecido- colostro adicionado de colostro liofilizado (IgG>120 mg/mL); ²IgG inicial: aquisição inicial às 12 horas de vida: Baixo:<12 mg/mL; Alto:>12 mg/mL; ³DP: desvio padrão; ^{abc}Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P< 0,05); ^{AOC}Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P< 0,05).

As médias de PT sérica apresentaram efeito significativo de período e tendência à divergências significativas entre os tratamentos (P=0,06). Da mesma forma, também se verificou efeito significativo da interação entre tratamento e período.

Considerando-se a ingestão total de proteína fornecida nas duas primeiras refeições, ao nascimento e às 12 horas de vida, foi verificado que os animais que receberam mais de 180 g de proteína mostraram concentrações médias mais baixas de PT circulante, quando comparados aos que ingeriram menos.

Para a análise dos valores de IGF-I sérico, levou-se em consideração somente o consumo de IGF-I dos tratamentos

fornecidos: grupo 1- colostro baixo (IGF-I de 90,65 µg/L), 2- colostro alto (IGF-I de 344,02 µg/L) e 3- colostro adicionado de CBL (IGF-I de 864,68 µg/L). As médias das concentrações séricas de IGF-I (ng/mL) são apresentadas na Tabela 4. As médias de IGF-I sérico diferiram significativamente entre tratamentos, períodos e interação entre tratamento e período. Considerando-se apenas a quantidade total de IGF-I fornecida, ao nascimento e às 12 horas de vida, os animais não apresentaram diferenças significativas quanto aos valores médios de IGF-I sérico, diferindo somente entre os períodos. Assim não se pôde verificar relação entre a quantidade de IGF-I ingerida e o nível sérico dessa variável.

Tabela 4. Concentrações séricas de IGF-I (ng/mL) dos bezerros nas primeiras 72 horas de vida

Tratamento ¹	Períodos Experimentais (horas)				Média
	12	24	36	72	
	IGF-I sérico médio (ng/mL) ± DP ³				
1-Baixo	*	90,24±11,58 ^{Aa}	66,80±10,57 ^{Aa}	39,60±6,47 ^{Ba}	55,02±12,31 ^a
2-Alto	*	23,20±14,94 ^{Ab}	66,54±7,80 ^{Ba}	27,90±9,15 ^{Aa}	46,58±11,50 ^b
3-Enriquecido	*	55,20±12,94 ^{Ac}	50,40±18,30 ^{Aa}	31,20±11,57 ^{Aa}	55,60±8,83 ^{ab}
Média		72,60±12,13 ^A	56,21±7,64 ^A	61,25±7,61 ^A	32,90±5,37 ^B

¹Tratamento: Baixo- colostro com concentração de IGF-I= 90,65 µg/L; Alto- colostro com concentração de IGF-I= 344,02 µg/L; Enriquecido- colostro adicionado de colostro bovino liofilizado com concentração de IGF-I= 864,68 µg/L. ³DP: desvio padrão; ^{ab}Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); ^{AB}Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

DISCUSSÃO

Levando em conta os resultados apresentados na Tabela 2, os bezerros com baixa aquisição inicial que receberam colostro de baixa qualidade imunológica apresentaram uma elevação significativa nos valores médios de IgG sérica entre 12 e 72 horas, enquanto os de alta aquisição inicial não a apresentaram. Dessa forma, os dados deste estudo sugerem que o fornecimento de colostro de baixa qualidade imunológica pode determinar uma ação compensatória sobre a flutuação sérica de IgG em animais que apresentem baixa aquisição inicial de anticorpos. Esse comportamento de recuperação da variável IgG sérica também foi verificado por Pauletti et al. (2002), avaliando animais com concentrações iniciais baixas dessa proteína. Sugere-se que a utilização de colostro como segunda refeição pode atuar de forma positiva nos animais que apresentam baixa aquisição inicial de IgG ocorrida em situações desfavoráveis, pois mantém as células intestinais aptas à absorção de IgG por um tempo mais prolongado.

Os dados de EAA_{total} apresentados na Figura 1 indicam que bezerros com baixa aquisição inicial que receberam uma segunda refeição com quantidade inferior de

IgG apresentaram maior eficiência de absorção de anticorpos. O valor de EAA depende basicamente da concentração de imunoglobulinas disponíveis e da capacidade de absorção dos enterócitos. Como essa capacidade apresenta limites para o processo de internalização, elevadas concentrações de imunoglobulinas no colostro podem não refletir a verdadeira capacidade absorviva. A média de EAA_{total} (EAA avaliada às 24 horas de vida) observada no presente trabalho (27%) está dentro da variação de valores encontrada por Lopez et al.(1988) (2 a 46%), Quigley & Drewry (1998) (30 a 35%) e Arthington et al. (2000) (25 a 38%). Como se esperava, o valor médio de EAA obtido às 12 horas (EAA_{máx.}) foi superior ao observado às 24 horas de vida (EAA_{total}) (51,04% vs. 27%, respectivamente), o que corresponde a uma maior intensidade do mecanismo de internalização de IgG pelos enterócitos na fase inicial da primeira geração de células. Assim, a eficiência de absorção das imunoglobulinas disponibilizadas na primeira refeição será máxima (EAA_{máx.}) e superior à eficiência dos anticorpos fornecidos na segunda refeição que estamos considerando de total (EAA_{total}), pois se refere às duas refeições realizadas nas primeiras 24 horas de vida, período considerado representativo da fase de absorção de imunoglobulinas.

Similarmente, Machado Neto et al. (2004b), avaliando a eficiência de absorção relacionada à primeira refeição fornecida até 4 horas de vida, encontraram valores de EAA entre 58 e 62%, resultados que refletiram o período máximo de absorção de IgG.

Segundo dados apresentados na Tabela 3, as concentrações médias de PT, entre 12 e 24 horas dos animais que apresentavam baixa aquisição inicial de IgG, mostraram uma elevação significativa dos teores de PT após receberem uma segunda refeição com colostro de boa qualidade às 12 horas de vida, sugerindo-se uma possível influência das imunoglobulinas da segunda refeição de colostro rico em anticorpos sobre a concentração sistêmica de proteína total, concordando com Nocek et al. (1984) e Machado Neto & Packer (1986). Mee et al. (1996), fornecendo imunoglobulinas de soro bovino a bezerros, registraram menores valores de PT sérica e menores taxas de absorção de IgG nesses animais, comparados com bezerros que ingeriram apenas colostro. Isso pode estar relacionado a um limite de aproveitamento da proteína fornecida, caracterizando um suposto “*threshold*” de absorção da proteína proposto por Naylor e Kronfeld (1977) e Perino e Rupp (1994). Em ambos os trabalhos, os autores sugeriram que há um aproveitamento finito da quantidade de proteína ingerida e que valores superiores ao limite aproveitável podem prejudicar a absorção de anticorpos provenientes do colostro, ocasionando o fracasso da transferência de imunidade passiva e, conseqüentemente, aumentando a predisposição a doenças neonatais e mortalidade. Pois, outras proteínas, não imunoglobulinas, permanecem sobre a superfície dos vilos intestinais, competindo com os anticorpos e determinando, conseqüentemente, menor absorção de IgG. Além disso, o maior número de partículas sólidas tende a aumentar a velocidade de passagem da ingesta, diminuindo a

permanência das macromoléculas do colostro no trato intestinal. Os resultados encontrados na proteína total em geral, concordantes, ou até explicando complementarmente, com o comportamento da variável IgG.

Neste estudo, independente do tratamento, foi evidenciado, em média, um decréscimo de 41% dos níveis médios circulantes de IGF-I entre 24 e 72 horas de vida (Tabela 4). Essa queda também foi observada por Hammon & Blum (1997), Kühne et al. (2000), Rauprich et al. (2000) e Nussbaum et al. (2002). Além disso, também se pôde observar (Tabela 4) que a concentração sérica média de IGF-I, às 36 horas, se mostrou superior em relação às 72 horas, resultado que concorda com os obtidos por Pauletti (2003), fornecendo quantidade semelhante de IGF-I.

Embora a absorção de IGF-I do colostro para a circulação sistêmica seja uma possibilidade considerada em alguns trabalhos (SKAAR et al., 1994; NUSSBAUM et al., 2002), os resultados deste estudo, assim como de outros autores (DONOVAN et al., 1996; HAMMON et al., 2002; SPARKS et al., 2003), indicam que a concentração de IGF-I sérico não é diretamente afetada pela quantidade de IGF-I disponível no colostro, podendo, no entanto, estar relacionada indiretamente à absorção de um modo geral, uma vez que esse peptídeo é conhecido por possuir atividade mitogênica e estimular a proliferação celular em vários tipos de tecido (BURRIN et al., 1996).

CONCLUSÕES

A flutuação sérica de IgG não foi afetada pela adição de colostro bovino liofilizado à segunda refeição de colostro. A ingestão de elevada quantidade de sólidos totais influenciou o processo de absorção de IgG.

A eficiência aparente de absorção às 12 horas de vida (EAA_{máx.}) reflete a atividade máxima de internalização de IgG pelos enterócitos e é superior a eficiência subsequente (EAA_{total}), avaliada às 24 horas de vida. A concentração de IGF-I sérico não foi afetada pela quantidade de IGF-I disponibilizada pelo colostro suplementado às 12 horas de vida.

REFERÊNCIAS

- ARTHINGTON, J. D.; CATTELL, M. B.; QUIGLEY, J. D.; McCOY, G. C.; HURLEY, W. L. Passive immunoglobulin transfer in newborn calves fed colostrum or spray-dried serum protein alone or as a supplement to colostrum of varying quality. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2834-2838, 2000.
- BESSER, T. E.; GARMEDIA, A. E.; McGUIRE, T. C. Effects of colostrum immunoglobulin G₁ and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.8, p.2033-2037, 1985.
- BLÄTTLER, U.; HAMMON, H. M.; MOREL, C.; PHILIPONA, C.; RAUPRICH, A.; ROMÉ, V.; HUËROU-LURON, I.; GUILLOTEU, P.; BLUM, J. W. Feeding colostrum, its composition and feeding variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves. **Journal of Nutrition**, v.131, n.4, p.1256-1263, 2001.
- BLUM, J. W.; BAUMRUCKER, C. R. Colostral and milk insulin-like growth factors and related substances: mammary gland and neonatal (intestinal and systemic) targets. **Domestic Animal Endocrinology**, v.23, n.1/2, p.101-110, 2002.
- BRAMBELL, F. W. R. The passive immunity of the young mammal. **Biological Reviews**, v.33, n.4, p.488-531, 1958.
- BÜHLER, C.; HAMMON, H.; ROSSI, G. L.; BLUM, J. W. Small intestinal morphology in eight-day-old calves fed colostrum for different durations or only milk replacer and treated with long-R₃-insulin-like growth factor-I and growth hormone. **Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p.758-765, 1998.
- BURRIN, D. G.; WESTER, T. J.; DAVIS, T. A.; AMICK, S. Orally administered insulin-like growth factor-I increases mucosal growth in formula fed neonatal pigs. **American Journal of Physiology**, v.270, n.5, p.1085-1091, 1996.
- DONOVAN, S. M.; CHAO, C. J.; ZILSTRA, R. T.; ODLE, J. Orally administered iodinated recombinant human insulin-like growth factor-I (¹²⁵I-rhIGF-I) is poorly absorbed by the newborn piglet. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.24, n.2, p.174-182, 1996.
- FLEENOR, W. A.; STOTT, G. H. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.6, p.973-977, 1980.
- GAY, C. C. Colostrum research says fed 4 quarts for healthier calves. **Hoard's Dairyman**, v.139, n.6, p.256, 1994.
- HAMMON, H. M.; BLUM, J. W. The somatotrophic axis in neonatal calves can be modulated by nutrition, growth hormone, and long-R₃-IGF-I. **American Journal of Physiology**, v.273, n.1, p.130-138, 1997.
- HAMMON, H. M.; SCHIESSLER, G.; NUSSBAUM, A.; BLUM, J. W. Feed intake patterns, growth performance, and metabolic

and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.12, p.3352-3362, 2002.

KÜHNE, S.; HAMMON, H. M.; BRUCKMAIER, R. M.; BLUM, J. W. Growth performance, metabolic and endocrine traits, and absorptive capacity in neonatal calves fed either colostrum or milk replacer at two levels. **Journal of Animal Science**, v.78, n.3, p.609-620, 2000.

LOPEZ, J. W.; STANLEY, D. A.; MITCHELL, J.; QUINN, M. Rotavírus and cryptosporidium shedding in dairy calf feces and its relationship to colostrum immune transfer. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.5, p.1288-1294, 1988.

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

MACHADO NETO, R.; CASSOLI, L. D.; BESSI, R.; PAULETTI, P. Avaliação do fornecimento adicional de colostro para bezerros. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.420-425, 2004a.

MACHADO NETO, R.; PACKER, I. U.; PRADO, G. V. B.; BESSI, R.; PAULETTI, P. Colostral immunoglobulins absorption in Canchim and Nelore calves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1544-1547, 2004b.

MANCINI, G.; CARBONARA, A. O.; HERMANS, J. F. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. **Immunochemistry**, v.2, n.3, p.253-254, 1965.

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. **Clínica Chimica Acta**, Amsterdam, NL, v.27, p.155-163, 1970.

MEE, J. F.; FARRELL, K. J.; RATSMA, P.; MEHRA, R. Effect of a whey protein concentrate used as a colostrum substitute or supplement on calf immunity, weight gain, and health. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.5, p.886-894, 1996.

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**, v.80, n.4, p.747-753, 1997.

NAYLOR, J. M.; KRONFELD, D. S. Refractometry as a measure of the immunoglobulin status of the newborn calf: Comparison with the zinc turbidity test and single radial immunodiffusion. **American Journal of Veterinary Research**, v.38, n.9, p.1331-1334, 1977.

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**, v.67, n.2, p.319-333, 1984.

NUSSBAUM, A.; SCHIESSLER, G.; HAMMON, H. M.; BLUM, J. W. Growth performance and metabolic and endocrine traits in calves pair-fed bucket or by automate starting in the neonatal period. **Journal of Animal Science**, v.80, n.6, p.1545-1555, 2002.

PAULETTI, P. **Fator de crescimento semelhante à insulina-I no período de**

formação e transferência de imunidade passiva para bezerros recém-nascidos.

2003. 123f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paul, Piracicaba.

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**, v.37, n.1, p.89-94, 2002.

PERINO, L. J.; RUPP, G. P. Immunization of the beef cow and its influence on fetal and neonatal calf health. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.10, n.1, p.15-34, 1994.

QUIGLEY, J. D.; DREWRY, J. J. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and post-calving. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.10, p.2779-2790, 1998.

QUIGLEY, J. D.; KOST, C. J.; WOLFE, T. M. Absorption of protein and IgG in calves fed a colostrum supplement or replacer. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.5, p.1243-1248, 2002.

RAJALA, P.; CASTRÉN, H. Serum immunoglobulin concentrations and health of dairy calves in two management systems from birth to 12 weeks of age. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.12, p.2737-2744, 1995.

RAUPRICH, A. B. E.; HAMMON, H. M.; BLUM, J. W. Effects of feeding colostrums and a formula with nutrient contents as colostrum on metabolic and endocrine traits in neonatal calves. **Biology of the Neonate**, v.78, n.1, p.53-64, 2000.

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.

ROFFLER, B.; FAH, A.; SAUTER, S. N.; HAMMON, H. M.; GALLMANN, P.; BREM, G.; BRUM, J.W. Intestinal morphology, epithelial cell proliferation, and absorptive capacity in neonatal calves fed milk-born insulin-like growth factor-I or a colostrum extract. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1797-1806, 2003.

SAS INSTITUTE. **Sas/Stat: user's guide**, release 6.08 ed. Cary, 1991. 1028p.

SKAAR, T. C.; BAUMRUCKER, C. R.; DEAVER, D. R.; BLUM, J. W. Diet effects and ontogeny of alterations of circulating insulin-like growth factor binding proteins in newborn dairy calves. **Journal of Animal Science**, v.72, p.421-427, 1994.

SPARKS, A. L.; KIRKPATRICK, J. G.; CHAMBERLAIN, C. S.; WALDNER, D.; SPICER, L. J. Insulin-like growth factor-I and its binding proteins in colostrum compared to measures in serum of Holstein neonates. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2022-2029, 2003.

STOTT, G. H.; MARX, D. B.; MENEFEE, B. E.; NIGHTENGALE, G. T. Colostral immunoglobulin transfer in calves I. Period of absorption. **Journal of Dairy Science**, v.62, n.10, p.1632-1638, 1979.

Data de recebimento: 03/08/2007

Data de aprovação: 20/10/2007