

Avaliação de níveis séricos de imunoglobulina, proteína e o desempenho de bezerras da raça Holandesa⁽¹⁾

Patricia Pauletti⁽²⁾, Raul Machado Neto⁽²⁾, Irineu Umberto Packer⁽²⁾ e Rosana Bessi⁽²⁾

Resumo – Os níveis séricos de imunoglobulina G, proteína total e o desempenho foram avaliados em 59 bezerras da raça Holandesa do nascimento até 60 dias de idade, em um delineamento experimental inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no tempo. Os animais foram separados de acordo com a concentração inicial de imunoglobulinas séricas adquiridas passivamente e alocados nos seguintes grupos: grupo 1: animais com baixo nível de imunidade passiva (até 20 mg/mL de IgG); grupo 2: animais com nível médio de imunidade passiva (entre 20 a 30 mg/mL de IgG), e grupo 3: animais com alto nível de imunidade passiva (acima de 30 mg/mL de IgG). Picos de concentrações de proteína total em todos os grupos experimentais foram encontrados nos primeiros dias de vida, consequência da imunoglobulina G sérica de origem exógena. Não foi observado efeito do mecanismo de anabolismo de anticorpos estabelecido precocemente – verificado em animais com baixos níveis iniciais de imunidade passiva adquirida do colostro (7,70±1,45 mg/mL de IgG) – nem do período prolongado de catabolismo de anticorpos adquiridos passivamente – verificado nos animais com níveis iniciais elevados de imunidade passiva adquirida do colostro (39,62±1,68 mg/mL de IgG) – sobre o desempenho animal até 60 dias de idade.

Termos para indexação: anticorpos, colostro, imunidade passiva, anabolismo, catabolismo.

Evaluation of levels of serum immunoglobulins, proteins and the performance of Holstein heifers

Abstract – The serum immunoglobulin concentration, the total protein and the performance were evaluated in fifty-nine female Holstein heifers from birth to sixty days of life. Data were analyzed as a randomized split-plot statistical model. The animals were separated into three groups according to the initial level of passive immunity, and allocated to the groups described as follows: group 1: animals with low level of passive immunity (below 20 mg of IgG/mL); group 2: animals with medium level of passive immunity (between 20 and 30 mg of IgG/mL) and group 3: animals with high level of passive immunity (above 30 mg of IgG/mL). Peaks of concentration of total protein in all experimental groups were observed in the first days of live, consequence of serum immunoglobulin G of exogenous origin. No effect of the anabolism mechanism – established in the group with low level of acquired passive immunity (7.70±1.45 mg/mL of IgG) – nor of the immunoglobulin catabolism mechanism – established in the group with high level of acquired passive immunity (39.62±1.68 mg/mL of IgG) – was observed on the heifers performance on the first 60 days of life.

Index terms: antibodies, colostrum, passive immunity, anabolism, catabolism.

⁽¹⁾ Aceito para publicação em 31 de janeiro de 2001.

Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Piracicaba, SP.

Parcialmente financiado pelo CNPq.

⁽²⁾ Esalq, Caixa Postal 9, CEP 13418-900 Piracicaba, SP.

E-mail: ppaulett@carpa.ciagri.usp.br,

rmachado@carpa.ciagri.usp.br,

iupacker@carpa.ciagri.usp.br,

rosbessi@carpa.ciagri.usp.br

Introdução

O mamífero recém-nascido depende da imunidade passiva derivada de sua mãe, sem a qual poderia ser rapidamente tomado por microrganismos invasivos antes que seu sistema imunológico fosse sensibilizado a tempo de produzir anticorpos para combatê-los. No caso dos ruminantes, o neonato adquire imunoglobulinas maternas (IgG) pela ingestão do colostro (Brambell, 1958; Jeffcott, 1972).

O nível de imunoglobulinas séricas em bezerros após receberem o colostro é muito variável. A absorção de anticorpos pelos recém-nascidos pode ser afetada por vários fatores, principalmente pelo tempo decorrido do nascimento até a primeira ingestão de colostro e a concentração de imunoglobulinas no mesmo (Edwards et al., 1982; Besser et al., 1991; Quigley et al., 1995; Machado Neto et al., 1997; Morin et al., 1997).

Os bezerros que falham em absorver os anticorpos derivados da mãe são, na maioria, hipogamaglobulinêmicos, tornando-se suscetíveis a doenças neonatais com conseqüentes prejuízos ao desempenho animal e elevados índices de mortalidade (Nocek et al., 1984; Gay, 1994; Wittum & Perino, 1995; Ramin et al., 1996).

Os ajustes metabólicos resultantes da ativação do sistema imune fariam com que os nutrientes ingeridos fossem redistribuídos fora do processo de crescimento (Stahly, 1994). Níveis adequados de imunoglobulinas passivas modulam a resposta imune através de mecanismos que inibem o crescimento precoce das células produtoras de anticorpos (Machado Neto & Packer, 1986; Baracat et al., 1997; Aldridge et al., 1998).

O objetivo deste trabalho foi relacionar níveis iniciais de proteção passiva adquirida com a idade, com o processo de estabelecimento da proteção ativa e com o desempenho animal.

Material e Métodos

A fase experimental de campo foi realizada na Fazenda Tainá, Município de São Pedro, SP, e nas instalações do Departamento de Produção Animal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba, SP. Ambas as fazendas adotavam práticas de manejo semelhantes nos dois primeiros meses de vida do animal.

Foram utilizadas 59 bezerras da raça Holandesa, as quais foram separadas em três grupos de acordo com a concentração inicial de imunoglobulinas séricas adquiridas passivamente nas primeiras 24 horas de vida: grupo 1 (G1): animais com baixo nível de imunidade passiva (até 20 mg/mL de IgG); grupo 2 (G2): animais com nível médio de imunidade passiva (entre 20 a 30 mg/mL de IgG) e grupo 3 (G3): animais com alto nível de imunidade passiva (acima de 30 mg/mL de IgG).

Os animais foram mantidos em baias individuais e aleitados em baldes até 60 dias de idade, e sua desmama foi

abrupta. O manejo sanitário das propriedades incluiu tratamento veterinário contra tristeza, pneumonia e diarreia. Havia à disposição, para os animais, desde o primeiro dia de vida, água e concentrado inicial.

As amostras de sangue foram coletadas da veia jugular dos animais, nas seguintes idades experimentais: 1, 5, 10, 15, 17, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 e 60 dias. O soro, separado após centrifugação, foi mantido em refrigeração (-20°C) até ser analisado. Os animais foram pesados nas mesmas idades experimentais da coleta de sangue. A oferta de ração foi controlada de acordo com a idade do animal (até 2,0 kg/animal/dia); o consumo foi anotado periodicamente, as sobras foram pesadas, e as quantidades oferecidas, repostas.

As amostras de soro foram analisadas quanto à proteína total sérica (PT), pelo método do biureto (Reinhold, 1953). Através de concentrações conhecidas de proteína albumina bovina (Sigma Chemical Company - USA), obtiveram-se as curvas padrões, e com as leituras, realizadas em espectrofotômetro com comprimento de onda ajustado para 545 nm, foram calculadas as concentrações de proteína total sérica em g/100 mL com relação às idades experimentais de cada animal.

Na quantificação de imunoglobulina G (IgG) sérica dos bezerros, foi utilizado o método de imunodifusão radial descrito por Mancini et al. (1965), e usou-se IgG e anti-IgG produzidos comercialmente (Sigma Chemical Company-USA). Além das curvas-padrões, desenvolvidas em placas de agarose próprias, as demais placas continham duas concentrações-padrões para controle da variação entre placas. As amostras, cujas repetições variaram acima de 5%, foram novamente analisadas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no tempo, e o efeito do nível inicial de imunoglobulinas foi aplicado às parcelas, e as medidas repetidas no tempo foram consideradas como subparcelas. As variáveis séricas foram submetidas a análise de variância, conforme o modelo, que inclui os efeitos de grupo, animais dentro de grupo, idade experimental e interação idade experimental x grupo. Análises de correlação, Pearson e Sperman, foram realizadas para verificar associações de interesse entre as variáveis proteína total sérica (PT) e IgG. O desempenho animal foi submetido a análise de variância conforme o modelo anterior. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAS (SAS Institute, 1989). Para tais análises e avaliação de diferenças entre médias, foram utilizados os procedimentos PROC GLM, PROC MIXED e teste de Tukey.

Resultados e Discussão

Os níveis médios de proteína total sérica variaram entre os grupos ($P < 0,0001$) e idade experimental

($P < 0,0001$); houve, também, interação significativa entre grupo e idade experimental ($P < 0,0001$) (Figura 1).

Picos de proteína total sérica foram verificados no 10º dia no grupo 1 ($6,25 \pm 0,18$ g/100 mL); no 5º dia no grupo 2 ($7,62 \pm 0,36$ g/100 mL), e no 1º dia no grupo 3 ($9,17 \pm 0,23$ g/100 mL). Esses valores mostram a influência da imunoglobulina G sérica de origem exógena sobre proteína sérica, nos primeiros dias de vida. Já os valores mínimos encontrados foram $5,11 \pm 0,66$ g/100 mL no grupo 1, $6,64 \pm 0,75$ g/100 mL no grupo 2, e $6,61 \pm 0,72$ g/100 mL no grupo 3, com ocorrência aos 10,46 \pm 13,43, 21,53 \pm 11,68 e 27,28 \pm 10,64 dias, respectivamente. Os valores mínimos encontrados e as datas de ocorrência desses valores diferiram somente entre os grupos 1 e 2 e 1 e 3 ($P < 0,05$). O ponto de concentração mínima da proteína total reflete a transição entre a fase de catabolismo das imunoglobulinas exógenas e o início da produção endógena da fração imunoglobulina G e outras classes de imunoglobulinas (Ribeiro, et al., 1983; Machado Neto & Packer, 1986). Os animais pertencentes aos grupos 2 e 3 apresentaram queda mais prolongada de proteína total sérica

em relação ao grupo 1, refletindo, assim, as concentrações iniciais de imunoglobulina G sérica. Os valores finais, aos 60 dias, nos grupos 2 e 3, não diferiram significativamente ($P > 0,7046$), e o valor médio obtido no grupo 1 foi significativamente inferior aos obtidos no grupo 2 ($P < 0,0026$) e no grupo 3 ($P < 0,0058$).

Através de análises de correlação entre proteína total e imunoglobulina G séricas, considerando-se o período experimental total, verificou-se um coeficiente de correlação ($r = 0,788$) positivo ($P < 0,0001$) entre as variáveis. Vários autores também citam correlações positivas entre essas variáveis (Nocek et al., 1984; Baracat et al., 1995; Bessi, 1996).

Houve diferença significativa referente à variável imunoglobulina G sérica ($P < 0,0001$) entre os grupos, e interação significativa entre grupo e idade experimental ($P < 0,0001$). Na primeira idade experimental (1 dia), a diferença foi significativa ($P < 0,0001$) entre os grupos, o que já era esperado em função do agrupamento estabelecido. Nos valores de imunoglobulina G sérica foi observada diferença significativa entre os grupos 1 e 2 e 1 e 3, até 45 dias de idade; já entre os grupos 2 e 3, a diferença foi verificada somente até 25 dias de idade (Figura 2).

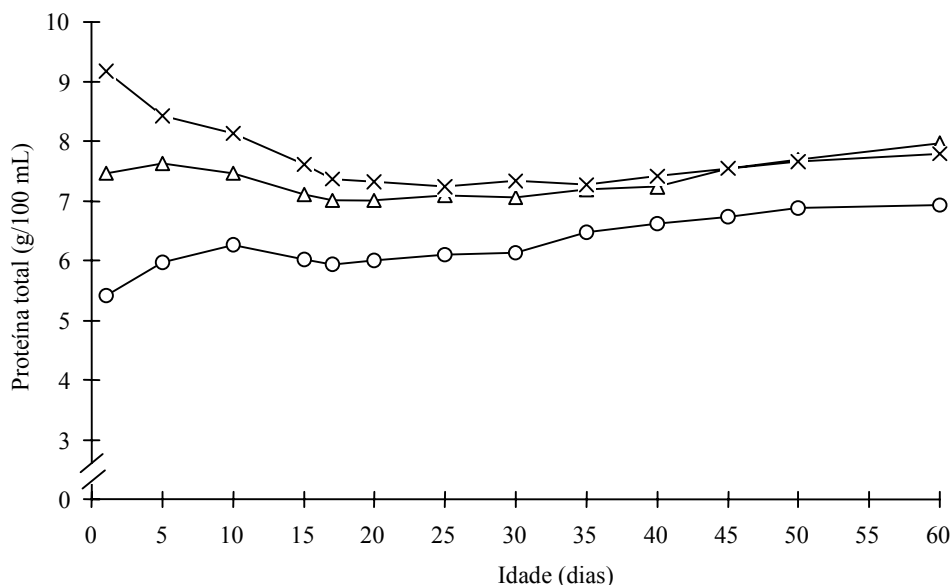


Figura 1. Flutuação da concentração média de proteína total (PT) sérica nos grupos G1 (O), G2 (Δ) e G3 (X) de animais com baixos (até 20 mg/mL de IgG), médios (entre 20 e 30 mg/mL de IgG) e altos (acima de 30 mg/mL de IgG), respectivamente, níveis de imunidade passiva.

Houve diferença significativa entre as médias calculadas dos valores mínimos e os tempos de ocorrência desses valores entre os grupos 2 e 3 em relação ao grupo 1 ($P < 0,05$). Os valores mínimos encontrados foram de $4,67 \pm 4,71$ mg/mL no grupo 1; $16,31 \pm 3,39$ mg/mL no grupo 2, e $16,57 \pm 5,07$ mg/mL no grupo 3, com ocorrência aos 11, $19 \pm 12,69$, $28,27 \pm 12,66$ e $34,67 \pm 14,64$ dias, respectivamente. Animais que apresentam altas concentrações de anticorpos séricos podem retardar a produção endógena de imunoglobulinas (Ribeiro et al., 1983; Daniele et al., 1994b; Bessi, 1996), enquanto os com baixos teores, como os animais do grupo 1, com valor médio inicial de $7,70 \pm 1,45$ mg/mL de IgG, antecipariam sua produção em resposta aos desafios do ambiente.

Observando-se os dados médios de IgG, que não apresentam diferença significativa entre os grupos a partir do 45º dia, verifica-se que para o grupo 1 houve um acréscimo, até essa data, de 10,21 mg/mL; já para os grupos 2 e 3 houve um decréscimo de 3,15 e 17,81 mg/mL, respectivamente (Figura 2). Daniele et al. (1994b) e Baracat et al. (1997) verificaram, também, prolongado período de declínio na concentração de IgG entre 40 e 60 dias de idade, em razão dos elevados níveis iniciais de anticorpos passivos nos animais com que trabalharam, assim como ocorreu

nos animais dos grupos 2 e 3. O comportamento encontrado no grupo 1 explica a ausência da fase catabólica, pois devido à falha na aquisição de imunidade passiva a síntese de anticorpos se estabelece desde os primeiros dias de vida.

Esses resultados revelam que as flutuações de imunoglobulina G sérica ocorrem em direção a concentrações fisiologicamente desejáveis e pré-determinadas, isto é, em torno de 20 a 25 mg/mL de imunoglobulina G. Esta estabilidade, encontrada por volta dos 60 dias de idade, se dá às custas da redução dos valores mais altos e da elevação dos valores mais baixos, em razão do catabolismo e anabolismo, sendo que os animais do grupo médio iniciam e terminam o período experimental com valores semelhantes ($P > 0,4490$).

Quanto ao desempenho, o peso final dos animais foi influenciado pelo peso inicial ($P < 0,0001$); porém, essa variável não sofreu influência da concentração sérica inicial de imunoglobulina G (1 dia). Os pesos, aos 60 dias, foram ajustados para peso inicial com médias de $67,70 \pm 1,97$ kg no grupo 1; $61,04 \pm 2,64$ kg no grupo 2, e $62,40 \pm 2,36$ kg no grupo 3; não houve diferença estatística entre os três grupos (Tabela 1).

O ganho de peso total não foi influenciado pelo peso inicial. Da mesma forma, o nível inicial de IgG

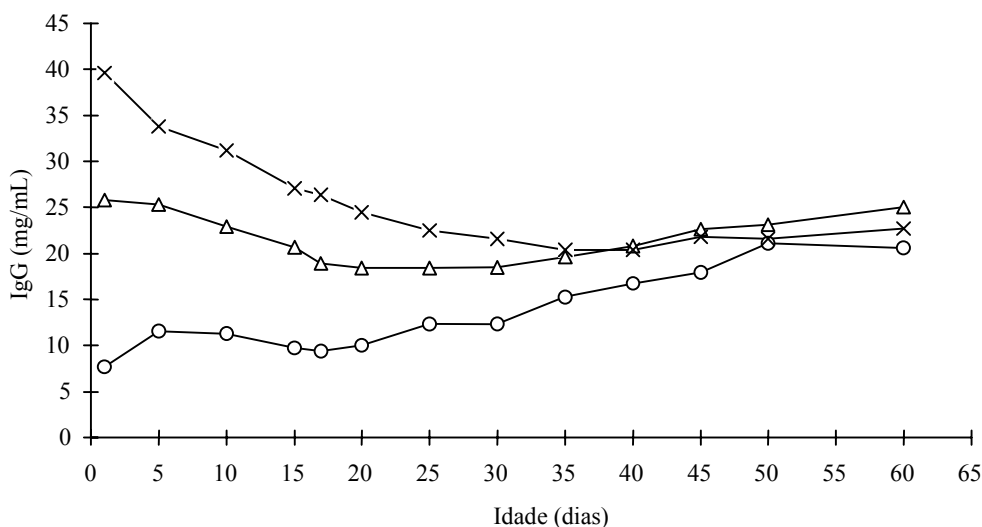


Figura 2. Flutuação da concentração média de imunoglobulina G sérica (IgG) nos grupos G1 (○), G2 (△) e G3 (×) de animais com baixos (até 20 mg/mL de IgG), médios (entre 20 e 30 mg/mL de IgG) e altos (acima de 30 mg/mL de IgG), respectivamente, níveis de imunidade passiva.

não interferiu no ganho de peso total, o que está de acordo com Edwards et al. (1982) e Nocek et al. (1984), que afirmaram que níveis iniciais de anticorpos passivos não afetam o ganho de peso corporal. Não houve diferença significativa entre os grupos quanto a ganho de peso, nos períodos de um até 50 dias de idade. Já para o período entre 50 e 60 dias de idade, o grupo 2 foi superior ao grupo 1 ($P < 0,0105$), e houve tendência de superioridade em relação ao grupo 3 ($P < 0,0855$), com médias de ganho de peso no período de $5,30 \pm 0,88$ kg para o grupo 1; $7,56 \pm 0,80$ kg no grupo 2, e $5,92 \pm 0,84$ kg no grupo 3. A diferença encontrada no período está relacionada ao maior consumo de concentrado pelos animais, condição que ocorreu na fase final do período experimental, entre 50 e 60 dias (Tabela 2). O consumo médio no período, no grupo 2, foi de $7,708 \pm 1,072$ kg, o qual foi significativamente superior ao consumo do grupo 3 ($P < 0,0036$) e ao do grupo 1 ($P < 0,0001$), com médias de $6,357 \pm 1,012$ kg e $5,561 \pm 0,542$ kg, respectivamente. Daniele et al. (1994a), trabalhando com animais com duas condições de imunidade passiva inicial, somente observaram diferenças quanto ao ganho de peso dos animais após 30 dias de idade. Os autores também

Tabela 1. Ganho de peso vivo (média \pm desvio-padrão) dos grupos entre os períodos experimentais⁽¹⁾.

Idade (dias)	Ganho de peso vivo ⁽²⁾ (kg)		
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
5	1,95 \pm 0,52	0,68 \pm 0,59	1,21 \pm 0,55
10	2,90 \pm 0,49	0,50 \pm 0,49	0,84 \pm 0,49
15	2,10 \pm 0,43	1,43 \pm 0,41	1,47 \pm 0,39
17	0,72 \pm 0,37 ⁽³⁾	1,36 \pm 0,36 ⁽³⁾	1,11 \pm 0,48 ⁽³⁾
20	1,98 \pm 0,65 ⁽⁴⁾	0,78 \pm 0,36 ⁽⁴⁾	0,64 \pm 0,39 ⁽⁴⁾
25	2,50 \pm 0,42	2,07 \pm 0,64	2,05 \pm 0,37
30	2,10 \pm 0,60	2,39 \pm 0,56	1,12 \pm 0,64
35	2,67 \pm 0,54	1,73 \pm 0,50	2,76 \pm 0,59
40	2,88 \pm 0,63	2,03 \pm 0,65	2,21 \pm 0,79
45	2,42 \pm 0,43	2,95 \pm 0,73	3,01 \pm 0,53
50	3,05 \pm 0,50	1,78 \pm 0,73	2,67 \pm 0,67
60	5,30 \pm 0,88 ⁽⁵⁾	7,56 \pm 0,80 ⁽⁵⁾	5,92 \pm 0,84 ⁽⁵⁾
Peso inicial	35,39 \pm 1,71	38,21 \pm 0,99	38,62 \pm 1,84
Peso final	67,70 \pm 1,97	61,04 \pm 2,64	62,40 \pm 2,36

⁽¹⁾Grupo 1, nível baixo: até 20 mg/mL de IgG; Grupo 2, nível médio: entre 20 e 30 mg/mL de IgG; Grupo 3, nível alto: acima de 30 mg/mL de IgG.

⁽²⁾Ganho de peso vivo (kg) no período de cinco dias. ⁽³⁾Ganho de peso vivo (kg) no período de dois dias. ⁽⁴⁾Ganho de peso vivo (kg) no período de três dias. ⁽⁵⁾Ganho de peso vivo (kg) no período de dez dias.

Tabela 2. Consumo de concentrado⁽¹⁾ em kg (média \pm desvio-padrão) dos grupos entre os períodos experimentais⁽²⁾.

Idade (dias)	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
5	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000
10	0,088 \pm 0,024	0,116 \pm 0,049	0,110 \pm 0,035
15	0,255 \pm 0,036	0,310 \pm 0,070	0,236 \pm 0,046
20	0,480 \pm 0,047	0,660 \pm 0,149	0,436 \pm 0,059
25	0,769 \pm 0,055	0,850 \pm 0,113	0,717 \pm 0,077
30	1,363 \pm 0,126	1,332 \pm 0,164	0,948 \pm 0,114
35	1,559 \pm 0,130	1,850 \pm 0,225	1,489 \pm 0,192
40	2,272 \pm 0,181	2,478 \pm 0,291	1,840 \pm 0,200
45	2,543 \pm 0,198	3,161 \pm 0,550	2,593 \pm 0,362
50	3,068 \pm 0,287	3,439 \pm 0,316	3,193 \pm 0,434
60	5,561 \pm 0,545 ⁽³⁾	7,708 \pm 1,072 ⁽³⁾	6,357 \pm 1,012 ⁽³⁾

⁽¹⁾Composição básica do concentrado: proteína bruta, 18%; extrato etéreo, 2,5%; matéria fibrosa, 6%; matéria mineral, 10%; cálcio, 1,2%; fósforo, 0,5%; promotor de crescimento, 100 mg. ⁽²⁾Grupo 1, nível baixo: até 20 mg/mL de IgG; Grupo 2, nível médio: entre 20 e 30 mg/mL de IgG; Grupo 3, nível alto: acima de 30 mg/mL de IgG. ⁽³⁾Consumo de concentrado (kg) no período de dez dias.

atribuíram essa diferença ao aumento de consumo de ração pelos animais, que ocorre após o primeiro mês de vida. Nas Tabelas 1 e 2, são apresentados os ganhos de peso e consumo de concentrado nos períodos por grupo.

Conclusões

1. O tempo de atividade anabólica e catabólica das imunoglobulinas para atingir níveis normais mostra-se dependente dos valores iniciais.

2. O catabolismo de anticorpos adquiridos passivamente e a estimulação da síntese endógena de anticorpos não influem no desempenho de bezerras.

3. As diferentes concentrações da imunidade passiva adquirida do colostro não afetam o desempenho de bezerras.

Referências

ALDRIDGE, B. M.; McGUIRK, S. M.; LUNN, D. P. Effect of colostrum ingestion on immunoglobulin positive cells in calves. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 62, n. 1, p. 51-64, Mar. 1998.

BARACAT, R. S.; MACHADO NETO, R.; DANIELE, C.; BESSI, R.; PACKER, I. U. Fornecimento prolongado de colostro e proteção passiva em bezerras recém nasci-

- dos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 11, p. 1215-1220, nov. 1997.
- BARACAT, R. S.; MACHADO NETO, R.; DANIELE, C.; BESSI, R.; PACKER, I. U. Influência do fornecimento prolongado de colostro sobre a flutuação de proteínas séricas em bezerras com diferentes níveis de imunidade passiva sérica. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 537-542, set./dez. 1995.
- BESSER, T. E.; GAY, C. C.; PRITCHETT, L. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 198, n. 3, p. 419-422, Feb. 1991.
- BESSI, R. **Efeito de selênio e vitamina E sobre o desenvolvimento imunológico de bezerras**. Piracicaba: Esalq, 1996. 102 p. Dissertação de Mestrado.
- BRAMBELL, F. W. R. The passive immunity of the young mammal. **Biological Reviews**, Cambridge, Inglaterra, v. 33, n. 4, p. 488-531, Nov. 1958.
- DANIELE, C.; MACHADO NETO, R.; BARACAT, R. S.; BESSI, R.; PACKER, I. U. Efeito de diferentes manejos de fornecimento prolongado de colostro sobre os níveis de proteína e albumina séricas e desempenho de bezerras recém nascidas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 5, n. 2, p. 381-388, maio/ago. 1994a.
- DANIELE, C.; MACHADO NETO, R.; BARACAT, R. S.; BESSI, R.; PACKER, I. U. Efeito de diferentes manejos no fornecimento prolongado de colostro sobre o comportamento imunológico e desempenho de bezerras leiteiros recém nascidos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 2, p. 211-222, mar./abr. 1994b.
- EDWARDS, S. A.; BROOM, D. M.; COLLIS, S. C. Factors affecting levels of passive immunity in dairy calves. **British Veterinary Journal**, London, v. 138, n. 3, p. 233-240, May/June 1982.
- GAY, C. C. Colostrum research says... fed 4 quarts for healthier calves. **Hoard's Dairyman**, Atkinson, v. 139, n. 6, p. 256, June 1994.
- JEFFCOTT, L. B. Passive immunity and its transfer with special reference to the horse. **Biological Reviews**, Cambridge, Inglaterra, v. 47, n. 4, p. 439-464, Nov. 1972.
- MACHADO NETO, R.; PACKER, I. U. Flutuação de imunoglobulina sérica em bezerras da raça holandesa submetidos a diferentes regimes de aleitamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 15, n. 5, p. 439-447, set./out. 1986.
- MACHADO NETO, R.; PACKER, I. U.; BONILHA, L. M.; FIGUEIREDO, L. A.; RAZZOK, A. G.; CÂNDIDO, J. G. Concentração de IgG sérica em bezerras das raças Nelore, Guzerá, Gir e Caracu: 2. Efeitos sobre crescimento e mortalidade até a desmama. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 26, n. 5, p. 920-923, set./out. 1997.
- MANCINI, G.; CARBONARA, A. O.; HERMANS, J. F. Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion. **Immunochemistry**, London, v. 2, n. 3, p. 253-254, Sept. 1965.
- 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, Apr. 1997.
- 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, v. 67, n. 2, p. 319-333, Feb. 1984.
- QUIGLEY, J. D.; MARTIN, K. R.; DOWLEN, H. H. Concentrations of trypsin inhibitor and immunoglobulins in colostrum of Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 7, p. 1573-1577, July 1995.
- RAMIN, A. G.; DANIEL, R. C. W.; FENWICK, D. C.; VERRAL, R. G. Serum immunoglobulin concentrations in young dairy calves and their relationships with weight gain, onset of puberty and pelvic area at 15 months of age. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 45, n. 2/3, p. 155-162, May 1996.
- REINHOLD, J. G. Total protein, albumin and globulin. In: REINER, M. (Ed.). **Standard methods of clinical chemistry**. New York: Academic, 1953. v. 1, p. 88.
- RIBEIRO, M. F. B.; BELEM, P. A. D.; PATARROYO, J. H. S.; FARIA, J. E. de. Hipogamaglobulinemia em bezerras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 35, n. 4, p. 537-546, ago. 1983.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT user's guide**: release 6. 8. ed. Cary, 1989. 1028 p.
- STAHLY, T. Immune system activation affects pig growth, nutrients needs. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 24, p. 12-13, Oct. 1994.
- WITTUM, T. E.; PERINO, L. J. Passive immune status at postpartum hour 24 and long term health and performance of calves. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 56, n. 9, p. 1149-1154, Sept. 1995.