

**TRANSFERÊNCIA DE IMUNIDADE PASSIVA EM
EQUINOS: COMPORTAMENTO IMUNOLÓGICO
DO RECÊM NASCIDO¹**

CARLA MARIA DE MEO SCOTONI²
RAUL MACHADO NETO³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi observar o comportamento imunológico de potros recém-nascidos das raças Mangalarga e Anglo-Árabe no que se refere ao processo de aquisição de anticorpos maternos e sua correlação com os níveis de imunoglobulina do colostro. Foram utilizados 7 potros Anglo-Árabe e 6 potros Mangalarga para amostragem de sangue imediatamente após o nascimento (antes de qualquer ingestão de colostro), 24 e 48 horas, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após o nascimento, e suas respectivas mães cujo colostro foi amostrado imediatamente após a parição, antes da primeira mamada. A quantificação das imunoglobulinas séricas foi efetuada pelo método do ZST (Zinc Sulfate Turbidity) e para a análise dos resultados foram testados modelos matemáticos que estudam o processo em questão. Para a raça Mangalarga o modelo matemático foi: $y = 23,9274 - 0,39766x + 6,4675 \cdot 10^{-3} x^2$, com $r = 0,91$ e $P < 0,01$ e para a raça Anglo Árabe foi $y = 34,161 - 0,756062x + 0,015604x^2$

¹ Parte da Dissertação apresentada pelo 1º Autor à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, como parte das exigências para obtenção do grau de Mestre em Nutrição Animal e Pastagens.

² Engenheira Agrônoma, Mestre.

³ Professor Associado, Departamento de Zoologia, ESALQ/USP, Campus de Piracicaba.

- $1,013 \cdot 10^{-3} x^3$, com $r = 0,96$ e $P < 0,05$. A concentração de IgG do colostro foi estimada com base na concentração de proteína total avaliada pelo método Micro-Kjeldhal. Este estudo permitiu concluir: (1) a presença de maior quantidade de IgG (imunoglobulina G) passiva no sangue dos potros, retardou o estabelecimento dos níveis normais de Ig (imunoglobulina G + M + A + E); (2) animais que adquiriram menor quantidade de IgG passiva apresentaram resposta mais intensa de produção endógena de Ig; (3) a concentração estimada de IgG no colostro apresentou correlação positiva com a concentração sérica dos potros no pico da absorção.

Termos para Indexação: imunidade passiva, potro, colostro.

PASSIVE IMMUNITY TRANSFERENCE IN EQUINUS: IMMUNOLOGICAL BEHAVIOUR OF THE NEW-BORN

ABSTRACT: The objective of this work was to study the immunological behavior of newborn Mangalarga and Angle-Arabian foals, the acquiring process of maternal immunoglobulins and its correlation to the levels of colostrum immunoglobulin. The Mangalarga and Angle-Arabian foals serum immunoglobulins were analysed by the ZST (Zinc Sulfate Turbidity) method. The results were tested by mathematical models which study the biological process of passive immunity transfer in that period of observation: to the Mangalarga foals the tested model was: $y = 23.9274 - 0.39766x + 6.4675 \cdot 10^{-3} x^2$, with $r = 0.91$ and $P < 0.01$ to Angle-Arabian foals was: $y = 34.161 - 0.756062x + 0.015604x^2 - 1.013 \cdot 10^{-3} x^3$, with $r = 0.96$ and $P < 0.05$. Estimation of the colostrum IgG concentration was based on total protein concentration measured by Micro-Kjeldhal method. The results of this study allowed the following conclusions: (1) higher passive IgG in foals serum delayed the establishment of normal Ig

level; (2) animals which acquired lower quantities of passive IgG showed more intense response of endogenous Ig production; (3) colostrum estimated IgG concentration showed positive correlation Serum IgG concentration of the foals at the point of maximal absorption showed positive correlation with colostrum estimated IgG.

Index Terms: passive immunity, foal, colostrum.

INTRODUÇÃO

Embora seja conhecida de longa data a necessidade de ingestão de colostro pelo recém-nascido para seu bom desenvolvimento, alguns pontos ainda permanecem obscuros, especialmente no caso de equinos, sobre o que pouco ou quase nada foi feito objetivando um melhor entendimento do processo de aquisição de imunidade passiva por esses animais.

Um componente importante do mecanismo de defesa dos mamíferos é sua capacidade de produzir anticorpos em resposta a microrganismos invasores e outras substâncias antigênicas. O ungulado nasce sem anticorpos circulantes e a proteção é conseguida através da transferência passiva de imunoglobulinas da mãe para o recém-nascido (EARLE, 1935; BRUNNER et alii, 1948; BRAMBELL, 1958; MORRIS, 1968; ROUSE, 1971, JEFFCOTT, 1971, 1972; SIMPSON-MORGAN & SMEATON, 1972; OLIVEIRA et alii, 1980).

Inúmeros estudos (BOYD, 1972; PLATT, 1973; JEFFCOTT, 1975; McGUIRE et alii, 1975; TOWNSEND et alii, 1983; LE BLANC et alii, 1986) sugeriram estreita relação entre morbidez e mortalidade de potros recém-nascidos e baixa concentração sérica de Ig derivadas do colostro.

A secreção de colostro é de curta duração e cai a níveis insignificantes em 24 horas após o parto. O potro geralmente mama o

colostro durante as 2 ou 3 primeiras horas de vida e em 6 horas já se pode encontrar IgG (imunoglobulina G) no soro. O pico de IgG é atingido em 18 horas de vida, quando a concentração sérica é semelhante à do soro da mãe. Os anticorpos passivos declinam gradualmente até estarem completamente ausentes aos 5 meses de idade. Bem antes disso o potro já mostra sinais de estar apto a se proteger; Ig (imunoglobulina G + M + A + E) endógena é encontrada pela primeira vez com 2 semanas de idade, embora o nível dos adultos não seja atingido até os 5 meses (JEFFCOTT, 1974a, 1974b, MCGUIRE et alii, 1977). JEFFCOTT (1974b) sugere que o pico de Ig endógena foi atingido mais cedo em potros que não receberam colostro, resultado que também é sugerido por MACHADO NETO & PACKER (1986) trabalhando com bezerros.

A absorção de anticorpos pelo intestino delgado é semelhante em potros e bezerros (JEFFCOTT, 1972). MACDOUGALL (1975) verificou uma eficiência de absorção de macromoléculas de $50 \pm 16,5\%$ em bezerros, variando de 25 a 75%, bem como uma alta correlação entre a quantidade de colostro fornecida e a quantidade de IgG absorvida, considerando uma concentração máxima de 250 g de IgG em 4 l de colostro. JEFFCOTT (1975) nesse mesmo sentido obteve 22% de eficiência de absorção; ressaltando que essa eficiência se obtém sem considerar o "pool" extracelular de IgG.

MATERIAL E MÉTODOS

A fase de campo deste trabalho foi realizada no Haras Rancho Nativo, município de Limeira, Estado de São Paulo, e as análises laboratoriais foram efetuadas no Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal do Departamento de Zoologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Campus de Piracicaba-USP.

Foram utilizados 7 potros Anglo-Árabes e 6 potros Mangalarga para amostragem de sangue e suas respectivas mães para amostragem de colostro.

As amostras de sangue foram retiradas da veia jugular, aproximadamente 10 ml por animal. O material foi recebido em tubo de centrífuga, centrifugado e o soro resultante transferido para dois frascos devidamente identificados e armazenados a -20°C até a data da análise. As amostras foram coletadas imediatamente após o nascimento (antes da primeira mamada), às 24 e 48 horas, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60 e 70 dias após o nascimento. A quantificação das IgG séricas baseou-se no método descrito por McEVAN (1970) que se refere à leitura espectrofotométrica da turvação obtida da reação das imunoglobulinas com sulfato de zinco ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Preparou-se a cada bateria de amostras uma nova solução de sulfato de zinco com 208 mg de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ em 1.000 ml de água destilada e fervida por 20 minutos, para evitar a presença de CO_2 que influencia a turvação e conseqüentemente a densidade óptica. Todas as soluções utilizadas nesse método foram mantidas livres de CO_2 . Para isso montou-se um sistema com tubos de látex e pipetadores, de maneira que todo o ar consumido na operação borbuhlava em solução de NaOH antes de entrar no circuito fechado.

A temperatura ambiente do laboratório foi mantida em 21°C durante as reações e leituras.

Procedeu-se a leitura da densidade óptica no espectrofotômetro (Coleman Junior II) em comprimento de onda de 660 nm, após a adição de 100 ul da amostra de soro a 6 ml de sulfato de zinco e incubação por 60 minutos. Utilizaram-se unidades ZST para expressar a concentração de anticorpos séricos (densidade óptica x 100). Para estimar a concentração em mg/ml foi obtida uma curva padrão da densidade óptica x

concentração de Ig (mg/ml) determinada por Imunodifusão Radial, técnica descrita por MANCINI et alii (1965), utilizando-se amostras de soro de 8 potros recém-nascidos. A equação resultante foi $y = 84,04x - 0,87$ onde x = absorvância ou densidade óptica e y = concentração de Ig em mg/ml, com coeficiente de correlação $r = 0,88$.

A ocorrência de hemólise, que implicaria em erro na leitura da turvação, foi corrigido pela fórmula: $R = L - (A540 \cdot 23)$, onde R = concentração real de Ig em mg/ml, L = leitura da turvação em 660 nm convertida a mg/ml e $A540$ = leitura da turvação em 540 nm do soro com diluição 1:20 (PFEIFFER, 1977). Para corrigir os dados obtidos em ZST para hemólise, foi calculada a porcentagem de correção resultante da fórmula anterior para dados em mg/ml.

Para análise dos resultados a relação entre período de amostragem e unidades ZST foi estudada por diferentes modelos matemáticos. A cada ponto de amostragem (1, 2 ... e 70 dias) as concentrações séricas de Ig foram analisadas para estudar o efeito da raça de acordo com o modelo inteiramente casualizado com diferentes números de repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra os resultados obtidos neste experimento quanto à concentração de Ig sérica de potros em relação à idade.

Após as 48 horas a relação entre período de coleta e unidades ZST para a raça Mangalarga é expressa pelo modelo matemático: $y = 23,9274 - 0,39766x + 6,4675 \cdot 10^{-3} x^2$ (1), onde x = período de coleta em dias e y = unidades ZST com $r = 0,91$ e $P < 0,01$. A estimativa do ponto de mínimo foi de 30,7 dias, coincidente com o ponto de inflexão da curva (equação do 2º grau), que pelos pontos observados ocor-

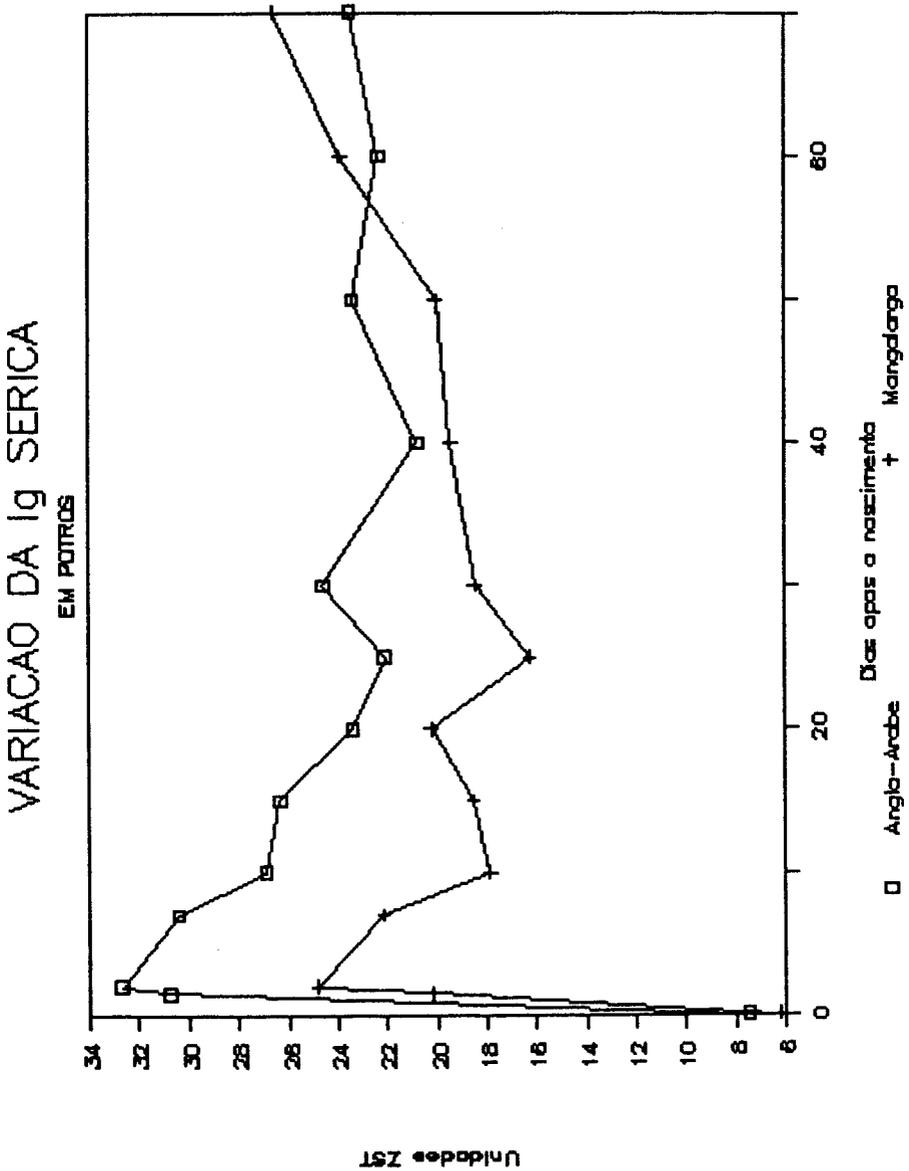


Figura 1 - Variação da Ig sérica (unidades ZST) em potros das raças Mangalarga e Anglo-Árabe.

reu aos 30 dias. Na tentativa de discriminar os períodos experimentais, subdividiu-se o modelo (1), resultando em dois novos modelos de regressão linear: $y = 23,1995 - 0,216542x$ (modelo 1a) de 2 a 30 dias, onde y = período de coleta em dias e x = unidades ZST, com $r = 0,79$ e $P < 0,05$.

O modelo para este período indica uma queda significativa ($P < 0,05$) de 0,2165 unidades ZST por dia até o 30º dia que vem a ser o ponto de mínimo encontrado. O modelo 1b, $y = 8,39883 + 0,260439x$, de 30 a 70 dias, onde x = período de coleta em dias e y = unidades ZST com $r = 0,98$ e $P < 0,01$ indica que aos 30 dias se iniciou uma fase significativa ($P < 0,01$) de aumento de 0,2604 unidades ZST por dia. Fisiologicamente o 1º período (2 a 30 dias) revela o pico de IgG sérica adquirida passivamente até as 48 horas de vida, o que corresponde a 80% da concentração média de animais adultos, seguida de uma fase de catabolismo até os 30 dias, quando pode-se considerar o início da fase de produção endógena maior que o catabolismo verificado no período anterior. A raça Mangalarga chegou aos 70 dias com uma quantidade considerável de Ig sérica, atingindo 86% da concentração média de animais adultos, ligeiramente superior à concentração máxima de IgG passivamente adquirida até as 48 horas.

Para a raça Anglo-Árabe a relação entre período de coleta e unidades ZST é expressa pelo modelo $y = 34,161 - 0,756062x + 0,015604x^2 - 1,013 \cdot 10^{-3} x^3$ (2), onde x = período de coleta em dias e y = unidades ZST com $r = 0,96$ e $P < 0,05$, que pode ser subdividido em $y = 31,533 - 0,0288999x$ (modelo 2a) de 2 a 40 dias, onde x = período de coleta em dias e y = unidades ZST com $r = 0,92$ e $P < 0,05$ e em $y = 19,8672 + 0,0492596x$ (modelo 2b) de 40 a 70 dias onde x = período de coleta em dias e y = unidades ZST com $r = 0,50$. Estas regressões indicam um ponto de mínimo aos 39 dias até o qual o modelo 2a

revela uma queda significativa ($P < 0,05$) de 0,2890 unidades ZST por dia, e um ponto de inflexão aos 51 dias, diferente e posterior ao ponto de mínimo (equação do 3º grau). O modelo 2b indica que após os 40 dias o acréscimo de unidades ZST não é significativo e até os 70 dias ainda não se observa uma relação linear entre as duas variáveis. Fisiologicamente revela-se uma fase de catabolismo das IgG dos 2 aos 40 dias, após o que pode-se considerar o início da fase de produção endógena, uma vez que a concentração permanece praticamente constante até os 51 dias (ponto de inflexão) quando se observa tendência de ascensão da curva. O nível de Ig em Anglo-Árabes atingiu aos 70 dias, 65% da concentração sérica de animais adultos, quantidade inferior à concentração máxima de IgG passivamente adquirida, que chega às 48 horas a 93% da concentração do adulto. Essas considerações estão ilustradas no histograma da Figura 2.

É provável que a alta concentração de IgG materna presente na circulação dos potros Anglo-Árabes às 48 horas tenha retardado o início da fase endógena de produção de anticorpos em comparação com potros da raça Mangalarga, que apresentaram dentro do período observado uma fase de concentração da IgG sérica que não pode ser atribuída à absorção de imunoglobulinas do colostro. Esses resultados concordam com os trabalhos de PORTER (1979), RIBEIRO et alii (1983), e MACHADO NETO & PACKER (1986). Embora os potros Anglo-Árabes ainda tenham um nível sérico médio de IgG superior aos Mangalarga dentro do período observado, inclusive às 48 horas (pico de absorção), aos 70 dias de idade o nível sérico de Ig dos potros Mangalarga foi superior ao dos potros Anglo-Árabes.

A ausência de acréscimo significativo após o ponto de menor concentração encontrado para potros Anglo-Árabes pode também ter apresentado a interação dos processos de catabolis-

- ▨ Égua Mangalarga Adulta - 25,3 mg IgG/ml
- ▣ Potro Mangalarga - 48 horas - 20,2 mg IgG/ml
- Potro Mangalarga - 70 dias - 21,7 mg Ig /ml
- ▤ Égua PSI adulta - 28,6 mg IgG/ml
- ▦ Potro AA - 48 horas - 26,7 mg IgG/ml
- ▧ Potro AA - 70 dias - 18,6 mg Ig /ml

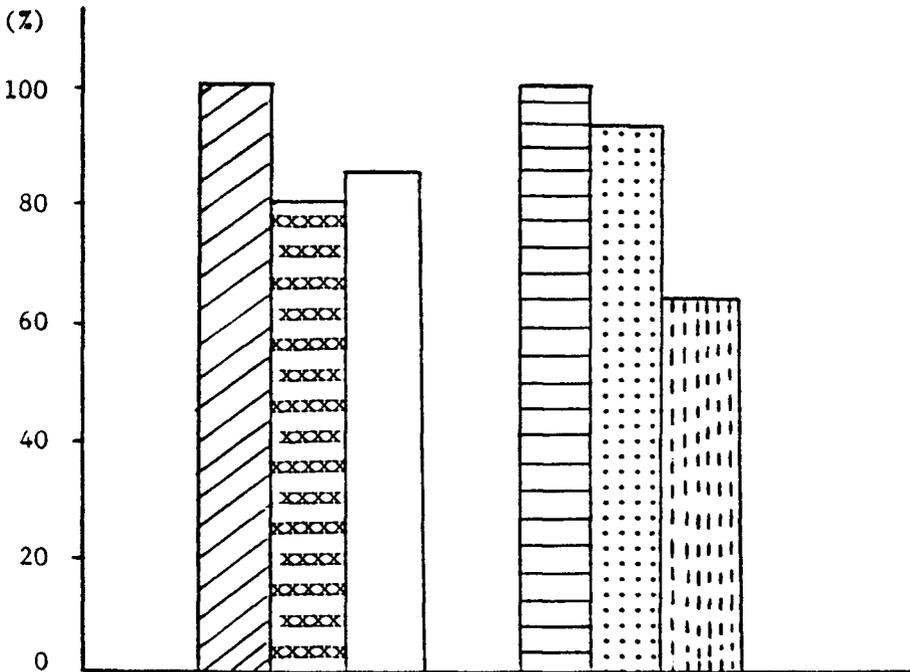


Figura 2 - Comparação do nível de Ig sérica de potros com o nível médio de adulto.

mo das Ig absorvidas e de produção endógena de Ig, de maneira que não foi possível caracterizar o ponto de inflexão da curva e, conseqüentemente, o início da fase endógena no período observado.

Observando-se a Figura 1 verifica-se que a concentração de IgG sérica dos potros Anglo-Árabes se mantém significativamente superior à concentração dos potros Mangalarga até os 10 dias, período onde a variação da concentração sérica de IgG é exclusivamente devida à IgG exógena (passiva), proveniente do colostro. Aos 30 dias, época em que se caracteriza o início da fase de produção de Ig endógenas na raça Mangalarga, a concentração dessa raça se mantém significativamente inferior, quadro que se inverte aos 70 dias, quando a concentração de Ig sérica dos Mangalarga está em ascensão e passa a ser significativamente superior, enquanto que nos potros Anglo-Árabes o catabolismo da IgG exógena e a produção de Ig endógenas se equivalem, adiando a caracterização da fase de produção.

Ainda foi possível observar que o coeficiente de variação (CV) tendeu a se reduzir nos períodos mais avançados de amostragem, indicando que há um menor número de variáveis envolvidas na fase endógena de produção de Ig (Tabela 1).

Determinada a proteína total do colostro, é possível estimar a concentração de IgG. Considerando-se $IgG \text{ (mg/ml)} = 40\% \text{ da PT do colostro}$ (ROUSE & INGRAM, 1970) e a concentração sérica dos potros no pico de absorção (24 e 48 horas) obtida neste estudo chegamos aos resultados das tabelas 2 e 3.

Com base nas considerações anteriores, obtivemos média de 87,80 mg IgG/ml de colostro em éguas PSI, superior ($P < 0,01$) à média de 46,57 mg IgG/ml em éguas Mangalarga e conseqüentemente média de 28,17 mg IgG/ml de soro para potros Anglo-Árabes no pico de absor-

Tabela 1. Análise da variância para estudo do efeito de raça na concentração de Ig sérica de potros nos diferentes pontos de amostragem.

Causa da Variação		GL	QM	PROB	CV(%)	Médias (mg/ml)	
						AA	ML
1 dia	Raça	1	309,82	0,07	33,87	30,96	20,23
	Resíduo	9	78,23			26,50	17,77
2 dias	Raça	1	126,67	0,09	21,25	33,00	25,04
	Resíduo	7	34,65			26,78	20,18
5 dias	Raça	1	202,88	0,005	14,86	30,63	22,00
	Resíduo	9	15,00			24,87	17,62
10 dias	Raça	1	240,55	0,002	15,56	27,54	18,15
	Resíduo	9	13,11			28,78	14,39
15 dias	Raça	1	174,31	0,10	32,13	26,00	18,50
	Resíduo	8	53,09			20,94	14,68
20 dias	Raça	1	29,40	0,56	28,87	23,58	20,30
	Resíduo	9	43,54			18,95	16,19
25 dias	Raça	1	44,85	0,25	26,66	22,57	18,65
	Resíduo	10	31,15			18,10	14,80
30 dias	Raça	1	186,37	0,007	19,36	24,00	16,58
	Resíduo	9	15,50			19,34	13,07
40 dias	Raça	1	9,98	0,64	16,19	21,00	19,15
	Resíduo	10	10,73			16,78	15,23
50 dias	Raça	1	48,81	0,04	14,14	23,93	20,04
	Resíduo	11	107,77			19,24	15,98
60 dias	Raça	1	13,60	0,60	18,06	22,29	24,30
	Resíduo	10	19,32			17,75	19,53
70 dias	Raça	1	46,44	0,02	10,40	23,32	27,13
	Resíduo	11	6,76			18,66	21,85

GL = graus de liberdade

QM = quadrado médio

CV = coeficiente de variação

AA = Anglo-Árabe.

ML = Mangalarga

PROB = Nível numérico de Significância

Tabela 2. Níveis de IgG do colostro de éguas PSI e de IgG sérica em potros da raça Anglo-Árabe no pico de absorção.

No. ANIMAL	IgG COLOSTRO (mg/ml)	No. ANIMAL	IgG COLOSTRO (mg/ml)
E4	84,88	P4	31,28 (24 h)
E5	75,12	P5	25,33 (24 h)
E6	92,64	P6	21,82 (24 h)
E8	95,25	P8	29,15 (24 h)
E10	91,16	P10	33,25 (24 h)

Tabela 3. Níveis de IgG do colostro e de IgG sérica em potros da raça Mangalarga no pico de absorção.

No. ANIMAL	IgG COLOSTRO (mg/ml)	No. ANIMAL	IgG COLOSTRO (mg/ml)
E1	31,44	P1	26,23 (48 h)
E3	27,84	P3	15,52 (24 h)
E7	35,92	P7	17,08 (24 h)
E13	45,20	P13	17,62 (48 h)
E14	92,44	P14	24,76 (48 h)

ção, superior ($P < 0,01$), segundo a análise da variância, à média de 20,24 mg IgG/ml de soro para potros Mangalarga.

A correlação entre a concentração de IgG no colostro e no sangue dos potros no pico de absorção foi de 0,69 ($P < 0,05$).

CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitiram estabelecer as seguintes conclusões:

1. A concentração sérica de IgG nos potros no pico de absorção (24 e 48 horas) apresentou alta correlação com a quantidade estimada de IgG no colostro.

2. A maior quantidade de IgG passiva presente no sangue dos potros Anglo-Árabes nos primeiros dias retardou o estabelecimento de níveis semelhantes aos dos adultos.

3. Sob as mesmas condições de desafio imunológico, animais com menor concentração sérica de IgG passiva apresentaram resposta maisintensa de produção de Ig, como a que se observou com potros Mangalarga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYD, J.W. The relationship between serum immunoglobulin deficiency and disease in calves: a farm survey. *Veterinary Record*, London, 90 (23): 645-49, jun. 1972.
- BRAMBELL, J.W.R. The passive immunity of the young mammal. *Biological Reviews*, Cambridge, 33: 488-531, 1958.
- BRUNNER, D.W., EDWARDS, P.R., DOLL, E.R. Passive immunity in the newborn foal. *Cornell Veterinarian*, Ithaca, 38: 363-66, 1948.
- EARLE, J.P. Influence of the ingestion of colostrum on proteins of the blood sera of young foals, kids, lambs and pigs. *Journal of Agricultural Research*, Washington, DC, 51: 479-91, set. 1935.
- JEFFCOTT, L.B. Duration of permeability of the intestine to macromolecules in the newly-born foal. *Veterinary Record*, London, 88: 340-41, mar. 1971.
- JEFFCOTT, L.B. Passive immunity and its transfer with special reference to the horse. *Biological Reviews*, Cambridge, 47: 439-64, 1972.
- JEFFCOTT, L.B. Some practical aspects of the transfer of passive immunity to newborn foals. *Equine Veterinary Journal*, London, 6(3): 105-15, jul. 1974a.
- JEFFCOTT, L.B. Studies on passive immunity in the foal. *Journal of Comparative Pathology and Therapeutics*, London, 84:93-101, 1974a.

JEFFCOTT, L.B. The transfer of passive immunity to the foal and its relation to immune status after birth. *Journal of Reproduction Fertility*, Oxford, 23: 727-733, 1975.

LE BLANC, M.M., McLAURIN, B.I., BOSWELL, R. Relationship among serum immunoglobulin concentration in foals, colostral specific gravity and colostral immunoglobulin concentration. *Journal of American Veterinary Medical Association*, Chicago, 189(1): jul. 1986.

Mac DOUGALL, D.F. Immunoglobulin metabolism in the neonatal foal. *Journal of Reproduction and Fertility*, Oxford, 23: 739-42, 1975.

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*, Viçosa, 15(5): 439-47, 1986.

MANCINI, G., CARBONARA, A.O., HEREMANS, V.E. Immunochemical quantification of antigens by single radial immunodiffusion. *Immunochemistry*, London, 2: 235-254, 1965.

Mc EVAN, A.D., FISHER, E.W., SELMAN, T.E., PENHALE, W.I. A turbidity test for the estimation of immunoglobulin levels in neonatal calf serum. *Clinica Chemica Acta*, Amsterdam, 27: 155-63, 1970.

Mc GUIRE, T.C., PORRIE, M.J., BANKS, R. Hypogamaglobulinemia predisposing to infections in foals. *Journal of American Veterinary Medical Association*, Chicago, 166(1): 71-5, jan. 1975.

Mc GUIRE, T.C., CRAWFORD, T.B., HOLLOWELL, A.L., MACOMBER, L.E. Of colostral immunoglobulin transfer as one explanation for most infections and deaths of neonatal foals. *Journal of American Veterinary Medical Association, Chicago*, 170 (11): 1302-4, jun. 1977.

MORRIS, F.G. Gamaglobuline absorption in the newborn. In: CODE, C.F. *Handbook of physiology alimentory canal. American Physiological Society, Baltimore*, 3: 1491-512, 1968.

OLIVEIRA, F.R.A.P. de, GACER, F., CURY, L., AUGUSTO, C., LEÃO, J.F.S. Evolução do perfil do soro protéico em asininos e muares durante o desenvolvimento. *Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa*, 37: 246-66, 1980.

PFEIFFER, N.E., Mc GUIRE, T.C., BELDEL, R.B., WEIKEL, J.M. Quantitation of bovine immunoglobulin comparison of single radial immunodifusion, zinc sulfate turbidity, serum electrophoresis and refractometer methods. *American Journal Veterinary Research, Chicago*, 38(5): 693-98, 1977.

PORTER, P. Adoptive immunization of neonate by breast factors. In: OGRA, P.L. & DAYTON, D. *Immunology of Breast Milk. New York, Raven Press*, p. 127-206, 1979.

PLATT, H. Septicemia in the foal. *British Veterinary Journal, London*, 129: 221-29, 1973.

- RIBEIRO, M.F.M., BELÉM, P.A.D., PARROYO, J. H., FARIA, V.P. de. Hipogamaglobulinemia em bezerros. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, 35(4):537-46, 1983.
- ROUSE, B.T. & INGRAM, D.G. The total protein and immunoglobulin profile of equine colostrum and milk. Immunology, Oxford, 19:901-907, 1970.
- ROUSE, B.T. The immunoglobulins of adult equine and foal sera: a quantitative study. British Veterinary Journal, London, 127:45-52, 1971.
- SIMPSON-MORGAN, M.W. & SMEATON, T.C. The transfer of antibodies by neonates and adults. Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine, San Diego, 16: 355-83, 1972.
- TOWSEND, H.G.G., TABEL, H., BRISTOL, F.M. Induction of parturition in mares: effect on passive transfer of immunity to foals. Journal of American Veterinary Medical Association, Chicago, 182(3): 255-57, fev. 1983.