

## Influência da idade e sexo no perfil bioquímico sanguíneo de bovinos da raça Bonsmara até dois anos

*Influence of age and sex on blood biochemical profile of Bonsmara cattle breed up to two years*

Fernando Cristino Barbosa<sup>1\*</sup>, Wilson Junior Oliveira<sup>1</sup>, João Gabriel Knychala Faria<sup>1</sup>, Danielle Souza Vieira<sup>1</sup>, Ednaldo Carvalho Guimarães<sup>1</sup>, Antonio Vicente Mundim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

\*Correspondente: [fernando.barbosa@ufu.br](mailto:fernando.barbosa@ufu.br)

### Resumo

Objetivou-se avaliar a influência da idade e sexo nas concentrações séricas de proteínas, metabólitos, minerais e enzimas em bovinos da raça Bonsmara com até dois anos de idade. Foram colhidas amostras de sangue de 179 animais (92 machos e 87 fêmeas), de 15 dias a 24 meses de idade, distribuídos em quatro grupos etários: G1: 15 dias - 2 meses, G2: 2 - 6 meses, G3: 6 - 12 meses e G4: 12 - 24 meses de idade. As amostras foram processadas em analisador automático multicanal, utilizando kits da Labtest Diagnóstica<sup>®</sup>. A variável idade dos animais influenciou significativamente nos valores da maioria dos constituintes bioquímicos séricos avaliados, exceto no magnésio (Mg) e na relação Ca<sup>+</sup>:Pi. O aumento da idade culminou com a maior concentração das proteínas totais (PT), globulinas (Glob), ureia e colesterol (COL) no G3; aumento gradual e maior valor de creatinina (Crea), aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT) no G4. Em contrapartida, houve diminuição da relação albumina:globulina (A:G), cálcio (Ca<sup>+</sup>), fósforo inorgânico (Pi), fosfatase alcalina (FAL) e gama glutamiltransferase (GGT) do G1 ao G4. O fator sexo influenciou nos valores séricos da albumina (ALB), Glob, relação A:G, Crea, ureia, triglicérides (TRI), Ca<sup>+</sup>, Pi, relação Ca<sup>+</sup>:Pi e Mg. Conclui-se que o fator idade e sexo influenciaram significativamente nos valores dos constituintes bioquímicos séricos analisados de bovinos da raça Bonsmara em fase de crescimento.

**Palavras-chave:** bovino de corte; fase de crescimento; fator sexual; perfil bioquímico sérico

### Abstract

This study aimed to evaluate the effects of animal age and sex on serum concentrations of proteins, metabolites, minerals, and enzymes in Bonsmara cattle up to two years of age. Blood samples were collected from 179 animals (92 males and 87 females), aged between 15 days and 24 months. The animals were divided into four age groups: G1: 15 days - 2 months, G2: 2 - 6 months, G3: 6 - 12 months, and G4: 12 - 24 months of age. The samples were processed in an automatic multichannel analyzer using Labtest Diagnóstica<sup>™</sup> kits. Animal age had a significant influence on most of the serum biochemical constituents except for magnesium (Mg) and the Ca<sup>+</sup>:iP ratio. As age increased, G3 showed the highest concentrations of total proteins (TP), globulins (Glob), urea, and cholesterol (Chol); while G4 had a gradual increase and higher values of creatinine (Crea), aspartate aminotransferase (AST), and alanine aminotransferase (ALT). Conversely, albumin:globulin (A:G) ratio, calcium (Ca<sup>+</sup>), inorganic phosphorus (iP), alkaline phosphatase (ALP), and gamma-glutamyltransferase (GGT) decreased from G1 to G4. Moreover, animal sex influenced serum values of albumin (ALB), Glob, A:G ratio, Crea, urea, triglycerides (TRI), Ca<sup>+</sup>, iP, Ca<sup>+</sup>:iP ratio and Mg. In conclusion, the factors of age group and sex significantly influenced the concentrations of serum biochemical constituents in Bonsmara cattle in the growth phase.

**Keywords:** beef cattle; growth phase; sexual factor; serum biochemical profile

Recebido: 8 de junho de 2022. Aceito: 9 de setembro de 2022. Publicado: 7 de outubro de 2022.



## Introdução

A raça Bonsmara, introduzida no Brasil em 1997, originada na África do Sul, da combinação genética de 5/8 Afrikaner, 3/16 Shortorn e 3/16 Hereford, foi criada pelo pesquisador Prof. Jan Bonsma, diante da necessidade de gerar um animal de plena adaptação ao clima sul africano e de bons índices de produtividade<sup>(1)</sup>. As características produtivas, inclusive a qualidade da carne da raça Bonsmara são mais semelhantes ao *Bos taurus* do que às raças zebuínas<sup>(1)</sup>. Essas características tornam a raça Bonsmara uma alternativa genética para realização de cruzamentos com raças zebuínas.

O perfil bioquímico sérico pode ser utilizado como indicador dos processos adaptativos do organismo aos desafios nutricionais, fisiológicos, desequilíbrios metabólicos específicos, do metabolismo energético, proteico e mineral<sup>(2)</sup>. A interpretação do perfil bioquímico sérico é complexa, tanto aplicada a rebanhos quanto a indivíduos, em todas as fases da vida, desde o nascimento até a idade adulta. Devido aos mecanismos que controlam as concentrações sanguíneas dos vários metabolitos e, também, a grande variação dessas em função de fatores, como raça, idade, estresse, dieta, manejo, clima e estado fisiológico<sup>(3)</sup>.

A correta interpretação dos achados laboratoriais depende do conhecimento dos mecanismos básicos de cada teste laboratorial, do reconhecimento dos efeitos das doenças nos processos fisiológicos e seus resultados<sup>(4)</sup>. Sendo indispensável contar com valores de referência apropriados para a região, seja individual ou para uma população em particular<sup>(5)</sup>. Valores bioquímicos sanguíneos obtidos em outros países podem não ser aplicáveis às nossas condições devido às diferenças raciais, climáticas, de manejos e metodologias analíticas utilizadas pelos pesquisadores<sup>(4,5)</sup>.

Sabendo-se da importância da bioquímica sérica como ferramenta de diagnóstico, conhecer o comportamento do perfil bioquímico sérico de acordo com a raça, faixa etária e sexo dos animais, é relevante na identificação de distúrbios metabólicos e baixa produtividade nos animais de produção. Considerando que no Brasil existe mais de 30 criadores de Bonsmara, distribuídos em diferentes estados, e que são escassos os artigos sobre bioquímica sanguínea em bovinos da raça Bonsmara, tendo sido encontrado um único artigo sobre o perfil bioquímico sérico de vacas, gestantes e não gestantes, lactantes e não lactantes<sup>(2)</sup>, justificando-se a realização deste estudo. Assim, objetivou-se avaliar a influência da idade e sexo nas concentrações séricas de proteínas, metabolitos, minerais e enzimas em bovinos da raça Bonsmara, a partir dos 15 dias até aos 24 meses de idade.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido em uma propriedade localizada no município de Uberlândia, Minas Gérias, Brasil, sob as coordenadas 18°55'0,7"S, 48°16'38"W. Foram utilizados 179 animais (machos e fêmeas), distribuídos em quatro grupos de acordo com a faixa etária. G1: 46 animais (26 machos e 20 fêmeas) de 15 dias - 2 meses; G2: 38 animais (19 machos e 19 fêmeas) de 2 - 6 meses; G3: 39 animais (19 machos e 20 fêmeas) de 6 - 12 meses; G4: 56 animais (28 machos e 28 fêmeas) de 12-24 meses.

Foram incluídos apenas animais em bom estado nutricional e considerados hígidos, pois, não apresentavam sinais clínicos ou patológicos, acompanhados por médico veterinário, responsável pelo manejo sanitário, zootécnico e reprodutivo do rebanho. Ao nascimento dos bezerros, era verificada a amamentação, realizado a pesagem, identificação e a cura do umbigo. Quanto ao manejo sanitário, os animais (machos e fêmeas) foram vacinados aos dois, três e sete meses de idade para clostridioses, e as fêmeas no sétimo mês para brucelose. Posteriormente, vacinados de acordo com o calendário sanitário regional. Quanto ao controle parasitário, os animais eram vermifugados aos sete, doze e dezoito meses. O controle de ectoparasitas era estabelecido de acordo com avaliação das infestações.

Foram coletados de cada animal, 10 mL de sangue por venopunção da jugular, utilizando-se agulhas 25 x 0,8 mm, acopladas a tubos secos, estéreis, com ativador de coágulo (Vacutainer<sup>®</sup>), sempre no período da manhã. Após a coleta, as amostras de sangue foram acondicionadas em caixa isotérmicas e transportadas ao Laboratório Clínico Veterinário do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia. Imediatamente após a chegada ao laboratório, as amostras foram centrifugadas à 720g por 10 minutos, o soro obtido foi transferido em alíquotas de 1,0 mL para microtubos (Eppendorf<sup>®</sup>) e congelados à - 20 °C, por um período máximo de 48 horas até o momento das análises. As amostras foram processadas em analisador automático multicanal ChemWell<sup>™</sup>, previamente calibrado (Calibra H<sup>®</sup>) e aferido com soro controle universal (Qualitrol<sup>®</sup>), utilizando kits comerciais da Labtest Diagnóstica<sup>®</sup>.

Os parâmetros analisados e seus respectivos métodos de determinação foram: proteína total (PT) (método Biureto), albumina (ALB) (Verde Bromocresol), creatinina (Crea) (Picrato alcalino), ureia (método Cinético enzimático UV), colesterol (COL) e triglicérides (TRI) (método enzimático Trinder), cálcio (Ca<sup>+</sup>) (método Cresolftaleína complexona - CPC), fósforo inorgânico (Pi) (método cinético UV), magnésio (Mg) (método Magon sulfonado), aspartato aminotransferase (AST), alanina

aminotransferase (ALT) e fostafatase alcalina (FAL) (método cinético UV – IFCC), gama glutamiltransferase (GGT) (método Szasz modificado). Foram calculados os valores das globulinas (Glob) (Glob= PT-ALB), relação albumina/globulinas (A:G) e a relação cálcio/fósforo (Ca<sup>+</sup>:Pi).

Realizou-se a análise estatística descritiva dos dados, obtendo-se as médias, medianas, desvio padrão e erro padrão. Os dados foram submetidos ao teste de Levene para verificar a homocedasticidade e ao teste de Shapiro-Wilk para verificar normalidade. Como não atenderam a estes pressupostos, para confrontar os valores entre as faixas etárias optou-se pela utilização das medianas e o teste não paramétrico, Kruskal-Wallis. Para comparar os sexos dentro das faixas

etárias o teste de Mann-Whitney, ambos em nível de significância 5%. O experimento seguiu os princípios éticos da experimentação animal, com aprovação da Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia, conforme protocolo 053/2018.

## Resultados

Nas tabelas 1, 2, 3 e 4 podem se observar os valores das medianas, erros padrão, médias, desvios padrão e resultados da análise estatística dos constituintes bioquímicos séricos analisados em bovinos da raça Bonsmara de 15 dias a 24 meses de idade.

**Tabela 1.** Valores das medianas (Md), erros padrão (Ep), médias (Me) e desvios padrão (Dp) das proteínas séricas em bovinos da raça Bonsmara, machos (M), fêmeas (F) e machos/fêmeas (M/F) nos diferentes grupos etários e no grupo geral, Uberlândia, Minas Gerais

Constituintes	Sexo	Md/ Me	G1	G2	G3	G4	Grupo geral	Valores de referência
			(15 dias – 2 meses)	(2 – 6 meses)	(6 – 12 meses)	(12 – 24 meses)	(15 dias – 24 meses)	
			(M = 26 F = 20)	(M = 19 F = 19)	(M = 19 F = 20)	(M = 28 F = 28)	(M = 92 F = 87)	
PT (g/dL)	M	Md	5,80 ± 0,18	6,62 ± 0,28	6,76 ± 0,34	5,96 ± 0,23	6,34 ± 0,14	
	F	Md	5,73 ± 0,21	6,29 ± 0,15	7,51 ± 0,50	6,04 ± 0,15	6,32 ± 0,18	
	M/F	Md	5,79 ± 0,14c	6,37 ± 0,16b	7,20 ± 0,32a	6,00 ± 0,14bc	6,33 ± 0,16	
	M/F	Me	(5,78 ± 0,93)	(6,65 ± 1,02)	(7,95 ± 1,97)	(6,09 ± 1,02)	(6,53 ± 1,50)	6,7 - 7,4*
ALB (g/dL)	M	Md	2,81 ± 0,08	2,89 ± 0,08A	2,99 ± 0,06	2,26 ± 0,06B	2,72 ± 0,04	
	F	Md	2,58 ± 0,14	2,69 ± 0,07B	2,88 ± 0,07	2,71 ± 0,08A	2,73 ± 0,05	
	M/F	Md	2,79 ± 0,08bc	2,74 ± 0,06ab	2,90 ± 0,04a	2,57 ± 0,06c	2,73 ± 0,05	
	M/F	Me	(2,61 ± 0,52)	(2,78 ± 0,34)	(2,90 ± 0,28)	(2,45 ± 0,41)	(2,66 ± 0,44)	3,0 - 3,6*
Glob (g/dL)	M	Md	3,11 ± 0,18	3,89 ± 0,30	4,00 ± 0,34	3,80 ± 0,21A	3,66 ± 0,13	
	F	Md	3,11 ± 0,17	3,44 ± 0,15	4,51 ± 0,52	3,31 ± 0,09B	3,60 ± 0,17	
	M/F	Md	3,11 ± 0,12c	3,80 ± 0,17ba	4,20 ± 0,33a	3,51 ± 0,12bc	3,63 ± 0,15	
	M/F	Me	(3,17 ± 0,83)	(3,87 ± 1,03)	(5,05 ± 2,03)	(3,64 ± 0,89)	(3,87 ± 1,40)	3,0 - 3,5*
A:G relação	M	Md	0,86 ± 0,06	0,70 ± 0,09	0,65 ± 0,08	0,65 ± 0,03B	0,69 ± 0,03	
	F	Md	0,78 ± 0,07	0,72 ± 0,04	0,60 ± 0,06	0,83 ± 0,02A	0,75 ± 0,03	
	M/F	Md	0,84 ± 0,04a	0,71 ± 0,05ab	0,65 ± 0,05b	0,71 ± 0,02b	0,72 ± 0,03	
	M/F	Me	(0,88 ± 0,30)	(0,78 ± 0,30)	(0,68 ± 0,32)	(0,70 ± 0,16)	(0,76 ± 0,28)	0,84 - 0,94*

Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam valores significativamente diferentes (p<0,05) para machos e fêmeas, dentro de cada faixa etária. Letras minúsculas diferentes nas linhas representam valores significativamente diferentes (p<0,05) entre as faixas etárias, independente do sexo. \*Kaneko, Harvey e Bruss<sup>(6)</sup>.

**Tabela 2.** Valores das medianas (Md), erros padrão (Ep), médias (Me) e desvios padrão (Dp) dos metabólitos séricos em bovinos da raça Bonsmara, machos (M), fêmeas (F) e machos/ fêmeas (M/F) nos diferentes grupos etários e no grupo geral, Uberlândia, Minas Gerais

Constituintes	Sexo	Md/ Me	G1	G2	G3	G4	Grupo geral	Valores de referência
			(15 dias - 2 meses)	(2 - 6 meses)	(6 - 12 meses)	(12 - 24 meses)	(15 dias - 24 meses)	
			(M = 26 F = 20)	(M = 19 F = 19)	(M = 19 F = 20)	(M = 28 F = 28)	(M = 92 F = 87)	
Crea (mg/dL)	M	Md	1,05 ± 0,06	1,23 ± 0,07	1,23 ± 0,09	1,51 ± 0,05A	1,23 ± 0,04	1,0 - 2,0*
	F	Md	0,95 ± 0,08	1,39 ± 0,08	1,21 ± 0,09	1,38 ± 0,04B	1,22 ± 0,04	
	M/F	Md	1,03 ± 0,05c	1,28 ± 0,05ab	1,22 ± 0,06b	1,45 ± 0,03a	1,23 ± 0,04	
		Me	(0,95 ± 0,32)	(1,29 ± 0,33)	(1,24 ± 0,40)	(1,41 ± 0,23)	(1,23 ± 0,36)	
Urea (mg/L)	M	Md	27,55 ± 3,22A	23,60 ± 3,05	24,40 ± 2,37	16,40 ± 1,22	22,65 ± 1,33	23 - 58*
	F	Md	17,05 ± 2,42B	21,40 ± 1,35	26,30 ± 1,19	19,55 ± 1,09	21,80 ± 0,82	
	M/F	Md	20,75 ± 2,17a	22,60 ± 1,73ab	25,40 ± 1,29a	17,75 ± 0,81b	22,23 ± 1,08	
		Me	(26,35 ± 14,72)	(24,13 ± 10,72)	(26,20 ± 8,06)	(18,78 ± 6,06)	(23,48 ± 10,71)	
COL (mg/dL)	M	Md	114,55 ± 5,88	137,10 ± 10,84	170,40 ± 8,71	86,05 ± 2,91	110,25 ± 4,51	80 - 120*
	F	Md	109,50 ± 7,17	154,00 ± 6,26	177,40 ± 10,21	87,50 ± 5,00	118,00 ± 5,15	
	M/F	Md	110,50 ± 4,53b	147,90 ± 6,21a	176,60 ± 6,84a	86,05 ± 2,91c	114,13 ± 4,83	
		Me	(113,42 ± 30,74)	(146,13 ± 38,30)	(171,21 ± 42,71)	(88,92 ± 21,80)	(125,29 ± 45,69)	
TRI (mg/dL)	M	Md	32,60 ± 2,97	29,30 ± 2,93B	25,70 ± 1,91	39,85 ± 1,41A	33,10 ± 1,28	0 - 14*
	F	Md	24,45 ± 3,54	40,40 ± 3,11A	24,45 ± 2,92	29,35 ± 1,00B	29,90 ± 1,37	
	M/F	Md	29,25 ± 2,29ab	33,70 ± 2,31ab	25,70 ± 1,75b	32,80 ± 1,16a	31,50 ± 1,33	
		Me	(31,39 ± 15,58)	(34,28 ± 14,26)	(28,34 ± 10,90)	(34,03 ± 8,67)	(32,17 ± 12,53)	

Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam valores significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) para machos e fêmeas, dentro de cada faixa etária. Letras minúsculas diferentes nas linhas representam valores significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre as faixas etárias, independente do sexo. \*Kaneko, Harvey e Bruss<sup>(6)</sup>.

**Tabela 3.** Valores das medianas (Md), erros padrão (Ep), médias (Me) e desvios padrão (Dp) dos minerais séricos em bovinos da raça Bonsmara, machos (M), fêmeas (F) e machos/ fêmeas (M/F) nos diferentes grupos etários e no grupo geral, Uberlândia, Minas Gerais

Constituintes	Sexo	Md/ Me	G1	G2	G3	G4	Grupo geral	Valores de referência
			(15 dias - 2 meses)	(2 - 6 meses)	(6 - 12 meses)	(12 - 24 meses)	(15 dias - 24 meses)	
			(M = 26 F = 20)	(M = 19 F = 19)	(M = 19 F = 20)	(M = 28 F = 28)	(M = 92 F = 87)	
Ca <sup>+</sup> (mg/dL)	M	Md	10,29 ± 0,48	10,24 ± 0,20B	9,96 ± 0,31	9,12 ± 0,13A	9,77 ± 0,18	9,7 - 12,4*
	F	Md	10,12 ± 0,74	10,92 ± 0,20A	9,64 ± 0,28	8,64 ± 0,12B	9,55 ± 0,22	
	M/F	Md	10,25 ± 0,41a	10,46 ± 0,15a	9,69 ± 0,21a	8,73 ± 0,09b	9,66 ± 0,20	
		Me	(11,32 ± 2,81)	(10,51 ± 0,95)	(10,05 ± 1,28)	(8,87 ± 0,69)	(10,10 ± 1,89)	
Pi (mg/dL)	M	Md	9,80 ± 0,30A	7,00 ± 0,67	7,70 ± 0,32	5,70 ± 0,13B	7,10 ± 0,24	5,6 - 6,5*
	F	Md	8,70 ± 0,55B	7,00 ± 0,25	8,35 ± 0,53	7,65 ± 0,23A	7,70 ± 0,21	
	M/F	Md	9,50 ± 0,31a	7,00 ± 0,38ab	7,90 ± 0,32a	6,50 ± 0,18b	7,10 ± 0,23	
		Me	(8,89 ± 2,09)	(7,89 ± 2,32)	(8,41 ± 2,01)	(6,59 ± 1,32)	(7,85 ± 2,15)	
Ca <sup>+</sup> :Pi relação	M	Md	1,07 ± 0,08B	1,48 ± 0,11	1,25 ± 0,08	1,62 ± 0,05A	1,37 ± 0,04	1:1 - 2:1**
	F	Md	1,52 ± 0,08A	1,50 ± 0,05	1,16 ± 0,09	1,11 ± 0,05B	1,27 ± 0,04	
	M/F	Md	1,18 ± 0,06	1,50 ± 0,06	1,23 ± 0,06	1,33 ± 0,04	1,32 ± 0,04	
		Me	(1,33 ± 0,40)	(1,43 ± 0,38)	(1,27 ± 0,38)	(1,41 ± 0,33)	(1,36 ± 0,37)	
Mg (mg/dL)	M	Md	2,40 ± 0,13	2,10 ± 0,28	2,10 ± 0,17	2,80 ± 0,14A	2,50 ± 0,09A	1,8 - 2,3*
	F	Md	2,35 ± 0,19	2,40 ± 0,11	2,40 ± 0,14	2,00 ± 0,06B	2,10 ± 0,06B	
	M/F	Md	2,40 ± 0,11	2,30 ± 0,15	2,20 ± 0,11	2,35 ± 0,10	2,30 ± 0,08	
		Me	(2,44 ± 0,73)	(2,43 ± 0,93)	(2,44 ± 0,68)	(2,49 ± 0,72)	(2,45 ± 0,76)	

Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam valores significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) para machos e fêmeas, dentro de cada faixa etária. Letras minúsculas diferentes nas linhas representam valores significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre as faixas etárias, independente do sexo. \*Kaneko, Harvey e Bruss<sup>(6)</sup>, \*\* McDowell<sup>(7)</sup>.

**Tabela 4.** Valores das medianas (Md), erros padrão (Ep), médias (Me) e desvios padrão (Dp) das enzimas séricas em bovinos da raça Bonsmara, machos (M), fêmeas (F) e machos/fêmeas (M/F) nos diferentes grupos etários e no grupo geral, Uberlândia, Minas Gerais

Constituintes	Sexo	Md Me	G1 (15 dias - 2 meses)		G2 (2 - 6 meses)		G3 (6 - 12 meses)		G4 (12 - 24 meses)		Grupo geral (15 dias - 24 meses)		Valores de referência
			M = 26	F = 20	(M = 19)	(F = 19)	(M = 19)	(F = 20)	(M = 28)	(F = 28)	(M = 92)	(F = 87)	
AST (U/L)	M	Md	53,50 ± 4,05		63,00 ± 4,14		66,00 ± 5,95		71,50 ± 5,39		63,00 ± 2,70		
	F	Md	50,00 ± 4,74		64,00 ± 2,29		70,00 ± 5,73		88,00 ± 5,04		69,00 ± 2,87		
	M/F	Md	52,00 ± 3,08c		64,00 ± 2,34b		68,00 ± 4,08b		81,50 ± 3,68a		66,00 ± 2,79		
		Me	(51,63 ± 20,91)		(65,26 ± 14,40)		(64,83 ± 25,51)		(86,04 ± 32,54)		(67,84 ± 26,29)		78 - 132*
ALT (U/L)	M	Md	26,50 ± 1,78		29,00 ± 3,44		30,00 ± 3,97		46,75 ± 1,81		36,00 ± 1,60		
	F	Md	19,50 ± 2,60		20,00 ± 2,56		30,00 ± 5,19		48,00 ± 1,91		34,00 ± 1,91		
	M/F	Md	23,00 ± 1,52c		27,50 ± 2,17bc		30,00 ± 3,27b		48,00 ± 1,31a		34,00 ± 1,24		
		Me	(24,85 ± 10,28)		(27,66 ± 13,40)		(35,69 ± 20,45)		(47,99 ± 9,77)		(35,84 ± 14,95)		11 - 40*
FAL (U/L)	M	Md	225,00 ± 9,48		221,10 ± 14,99		119,90 ± 26,75		107,85 ± 7,10		193,65 ± 8,99		
	F	Md	223,90 ± 11,02		229,80 ± 16,01		131,00 ± 21,10		99,05 ± 4,87		166,30 ± 9,02		
	M/F	Md	233,10 ± 7,11a		228,50 ± 10,82a		122,60 ± 16,72b		105,35 ± 4,32c		168,90 ± 6,78		
		Me	(234,15 ± 48,22)		(245,23 ± 66,68)		(177,17 ± 104,39)		(112,36 ± 32,33)		(215,48 ± 92,62)		0 - 488*
GGT (U/L)	M	Md	32,85 ± 12,51		19,70 ± 2,18		16,40 ± 2,40		13,65 ± 1,37		18,40 ± 3,93		
	F	Md	21,00 ± 20,78		16,90 ± 2,24		15,20 ± 8,03		14,85 ± 0,97		15,90 ± 5,21		
	M/F	Md	22,25 ± 11,35a		18,05 ± 1,59ab		15,50 ± 4,28ab		14,25 ± 0,83b		17,15 ± 4,57		
		Me	(48,88 ± 77,00)		(19,16 ± 9,82)		(24,10 ± 26,73)		(14,94 ± 6,23)		(26,55 ± 43,22)		6,1 - 17,4*

Letras maiúsculas diferentes nas colunas representam valores significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) para machos e fêmeas, dentro de cada faixa etária. Letras minúsculas diferentes nas linhas representam valores significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) entre as faixas etárias, independente do sexo. \*Kaneko, Harvey e Bruss<sup>(6)</sup>.

Confrontados os valores dos constituintes do perfil metabólico proteico, dos animais do presente estudo, entre os grupos etários, observou-se aumento gradual da concentração de PT do G1 ao G3, com o G3 diferindo estatisticamente de todos os outros grupos. A concentração de ALB e Glob nos animais do G3 foi superior à dos G1 e G4 e semelhante à do G2. As Glob apresentaram aumento gradativo do G1 ao G3, e posterior redução no G4. Maior valor para a relação A:G foi observado nos animais do G1, o qual foi estatisticamente superior ao do G3 e G4 (Tabela 1).

Quanto aos demais metabólitos, a concentração sérica de Crea nos animais do G4 foi significativamente superior à do G1 e G3. A concentração de ureia nos animais do G3 foi superior ao G4, e semelhante ao G1 e G2. O COL apresentou aumento gradativo nos animais do G1 ao G3 e posterior redução no G4, com os valores do G2 e G3 diferindo estatisticamente do G1 e G4. O valor dos TRI nos animais do G3 foi significativamente inferior ao do G4 e semelhante aos demais grupos (Tabela 2).

No perfil dos minerais, a concentração sérica de  $Ca^{+}$  dos animais do G4 foi estatisticamente inferior à dos demais grupos, a de fósforo do G4 inferior à dos G1 e G3. Os valores da relação  $Ca^{+}:Pi$  e de magnésio não diferiram nos quatro grupos etários estudados (Tabela 3). A atividade da enzima AST aumentou gradualmente com a evolução da idade dos animais, com os animais do G4

apresentando concentrações estatisticamente superior a demais grupos. Comportamento semelhante foi observado para a ALT. A atividade sérica da FAL apresentou redução significativa a partir dos 6 meses de idade. A GGT nos animais do G1 apresentou concentração sérica significativamente superior a do G4 (Tabela 4).

Confrontados os valores das proteínas e metabólitos séricos para machos e fêmeas, dentro de cada faixa etária (Tabela 1 e 2), observou-se valor superior da ALB nos machos do G2 em relação as fêmeas, e nas fêmeas do G4 em relação aos machos. Para as Glob, os machos do G4 tiveram valor superior as fêmeas, e na relação A:G, as fêmeas do G4 apresentaram valores superiores aos machos. As concentrações séricas de Crea nos machos do G4 e de ureia nos machos do G1 foram superiores à das fêmeas. Para TRI os valores das fêmeas no G2 e dos machos no G4 foram estatisticamente superiores.

Quanto aos minerais (Tabela 3), diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os valores para machos e fêmeas dentro de cada faixa etária, foi observado para o  $Ca^{+}$  no G2, as fêmeas apresentando valor superior aos machos, e no G4 os machos com maior valor que as fêmeas. Para o Pi, os machos do G1 tiveram valor superior ao das fêmeas, no entanto, no G4 as fêmeas apresentaram valor superior aos machos. O valor da



relação  $Ca^{+}:Pi$  foi maior nas fêmeas do G1 e nos machos do G4. Para o Mg, observou-se maior valor para os machos do G4.

Confrontando os valores das medianas encontradas para machos e fêmeas, de todos os constituintes bioquímicos séricos analisados, dos 179 animais (grupo geral de 15 dias a 24 meses de idade) independente da faixa etária, apenas o Mg diferiu estatisticamente, com concentração sérica superior nos machos.

## Discussão

Dos 16 constituintes bioquímicos analisados, no grupo geral (92 machos e 87 fêmeas), o valor médio das PT, ALB, relação A:G e AST ficaram abaixo dos intervalos propostos por Kaneko, Harvey e Bruss<sup>(6)</sup> e McDowell<sup>(7)</sup>. As GLOB, COL, TRI, Mg e GGT se mantiveram acima e, os demais constituintes dentro dos intervalos de referência propostos pelos pesquisadores (Tabelas 1, 2, 3 e 4). As diferenças observadas entre os valores obtidos neste estudo com os da literatura confrontada, possivelmente, se devem as diferentes faixas etárias e sexo dos animais estudados, manejo, condições ambientais, alimentação, raça e os protocolos utilizados pelos pesquisadores.

Os resultados obtidos demonstram que a idade dos animais influenciou significativamente ( $p < 0,05$ ) nos valores da maioria dos constituintes bioquímicos séricos avaliados, exceto nos de Mg e da relação  $Ca^{+}:Pi$  (Tabelas 1, 2, 3 e 4). As variações das concentrações séricas dos constituintes bioquímicos se justificam, pois, as concentrações séricas dos metabólitos sanguíneos alteram do nascimento até a idade adulta, quando os animais atingem o máximo desenvolvimento corporal<sup>(4, 8)</sup>. Confrontando os resultados obtidos para os constituintes bioquímicos analisados entre os grupos etários, independente do sexo, o perfil proteico demonstrou relação significativa com o fator etário (Tabela 1), resultado que corrobora com os observados por Mohri, Sharifi e Eidi<sup>(4)</sup> com Holandês; Borges et al.<sup>(9)</sup> da raça Pantaneira.

Ao maior valor das PT no G3, atribui-se a maior concentração sérica de Glob e ALB. Variações nas concentrações séricas das proteínas, se dá em função de variações fisiológicas das globulinas e albumina. O maior valor da ALB sérica nos animais do G3 reflete parcialmente a síntese hepática e, possivelmente, o teor de proteína na dieta, pois, o mesmo grupo também apresentou maior valor de PT e ureia (Tabela 1 e 2). Período em que os animais apresentam maior desenvolvimento corporal e ganho de peso, assim como mencionado por Delfino et al.<sup>(10)</sup>.

O aumento significativo das Glob nos animais do G2 e G3 em relação ao G1 se deve à síntese de suas

próprias imunoglobulinas, frente aos estímulos antigênicos de patógenos do meio ambiente, e principalmente das vacinações realizadas nos animais do presente estudo. O maior valor para a relação A:G observado no G1, se deve ao menor valor encontrado para as Glob, neste grupo de animais.

Os resultados encontrados para Crea demonstram tendência crescente dos valores séricos com o avançar da idade, com menor valor observado nos animais com até 60 dias de idade (G1), e o maior no G4, embora, permanecendo dentro do limite fisiológico para a espécie. Resultado condizente com os obtidos em estudos anteriores<sup>(9)</sup>. Os valores encontrados para os animais do G4, corroboram com os resultados obtidos por Gregory et al.<sup>(11)</sup>, que encontraram valores estatisticamente maiores em bovinos da raça Jersey, com idade acima de 12 meses. O maior valor sérico da Crea no G4 é resultado do ganho de massa muscular dos animais, característica peculiar da raça Bonsmara<sup>(1)</sup>. Pesquisadores afirmam ser a creatinina produto do metabolismo da creatina encontrada nos tecidos musculares<sup>(8, 12)</sup> e sua concentração sérica está diretamente relacionada à massa muscular<sup>(12)</sup>, justificando assim, o aumento nos animais de 12 a 24 meses de idade (G4), devido a maior massa muscular em comparação com os mais jovens no presente estudo.

Os valores significativamente menores da ureia sérica nos animais de 12 a 24 meses de idade (G4) em relação ao G1 e G3, está relacionado ao menor metabolismo proteico, pois este grupo também apresentou menor valor sérico de ALB e redução significativa das PT séricas (Tabelas 1 e 2). Conforme afirmam pesquisadores, a ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen, sua concentração sérica está diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração e da relação energia/proteína da dieta<sup>(13)</sup>.

A concentração sérica do COL, significativamente maior nos animais do G2 e G3 em relação aos demais grupos, pode ser atribuída a característica peculiar da raça Bonsmara de apresentar alto teor gordura entremeada na musculatura, refletindo em maiores teores de COL no sangue dos animais. Há de se considerar ainda o fato de que os animais com até os 210 dias de idade (G3) são lactentes, período em que o leite ainda representa uma fonte exógena de COL<sup>(14)</sup>, contribuindo assim para o encontro de maiores concentrações séricas do metabólito nos animais com até 12 meses de idade. O menor valor do COL nos animais do G4 se deve ao período peripuberal, no qual o colesterol é o precursor dos hormônios esteroides, responsável por formar vários hormônios incluindo o cortisol, a aldosterona nas glândulas adrenais, os hormônios sexuais como a progesterona, os diversos estrógenos, testosterona e derivados<sup>(6)</sup>. O valor sérico do COL nos animais do G3 foi semelhante ao obtido em animais de 3 a 11 meses de idade da raça Pantaneira, por

Borges et al.<sup>(9)</sup>. No entanto, superior aos obtidos por Pogliani e Birgel Júnior<sup>(15)</sup> em animais da raça Holandesa. Sugere ser essas diferenças devido ao fator racial, tipo de exploração (leite ou carne), manejo alimentar e ganho de peso dos animais.

Os resultados encontrados para os TRI demonstram relação significativa com a faixa etária, com o valor do G3 inferior ao do G4 e semelhantes aos do G1 e G2, o que pode ser considerado como uma variação fisiológica, relacionada com a demanda energética requerida pelos animais em plena fase de crescimento. Uma vez que os animais fazem o uso da energia presente nos triglicerídeos para deposição muscular, refletindo assim em baixas concentrações sanguíneas. Resultado que pode ser atribuído ainda ao desmame dos animais no 7º mês de idade, afinal a alimentação à base de leite, é substituída gradativamente, por ácidos graxos voláteis absorvidos no rúmen, oriundos do volumoso e concentrado ingeridos. Resultados semelhantes aos obtidos por Pogliani e Birgel Junior<sup>(15)</sup>, em bovinos da raça Holandesa.

O cálcio juntamente com fósforo são os minerais mais abundantes no organismo animal, sendo responsáveis pela formação da matriz óssea, bem como pela sua mineralização, principalmente na fase de crescimento<sup>(3, 16)</sup>. Os valores séricos do Ca<sup>+</sup> e Pi mantiveram comportamento semelhante nos animais do presente estudo, sendo as concentrações dos dois eletrólitos significativamente maiores nos animais mais jovens com até 12 meses de idade, acompanhada de redução significativa nos bovinos de 12 a 24 meses. Achado condizente com Doornenbal et al.<sup>(8)</sup>, que relataram redução tanto do cálcio como do fósforo com o aumento da idade, a partir dos 12 meses. Atribui-se as maiores concentrações séricas do Ca<sup>+</sup> nos animais com até 12 meses de idade (G1, G2 e G3), a condição de serem lactentes até o sétimo mês de idade. Deve-se considerar que além do leite ser rico em Ca<sup>+</sup>, os animais jovens possuem maior capacidade de absorção e utilização do cálcio. Como é sabido, o requerimento de minerais é alto pela necessidade desse elemento para o crescimento ósseo<sup>(3, 16)</sup>. Resultados que corroboram com os de outros pesquisadores<sup>(17)</sup>.

O menor valor apresentado pelo Pi sérico nos animais mais velhos (G4) em relação ao do G1 e G3, demonstrando comportamento inversamente proporcional ao aumento da idade, pode ser atribuído a maior disponibilidade deste mineral no leite<sup>(18)</sup>, e ao hormônio de crescimento, o qual possui alta atividade em animais jovens, promovendo a absorção intestinal e a reabsorção renal de fosfato em decorrência da alta taxa de desenvolvimento ósseo<sup>(6)</sup>. Esses resultados são similares aos de outros estudos, que observaram relação das concentrações séricas do Pi com a idade, e comportamento inversamente proporcional ao aumento

da idade<sup>(17)</sup>. Entretanto, discordam de outros pesquisadores que não relataram relação dos valores séricos do mineral com a idade dos animais<sup>(19)</sup>. As concentrações séricas de Ca<sup>+</sup> e Pi apresentaram comportamento semelhantes, fazendo com que a relação Ca<sup>+</sup>:Pi não diferisse significativamente entre as faixas etárias, permanecendo dentro da proporção de 1:1 a 2:1, ideal para a formação e crescimento ósseo segundo McDowell<sup>(7)</sup>, demonstrando que esses animais apresentam adequada proporção desses minerais para a idade.

Atribui-se o aumento dos valores séricos da AST e ALT com o evoluir da idade, com valor superior nos animais do G4, ao aumento da massa muscular proporcional a idade. Segundo autores, a maior concentração sérica da AST nos animais mais velhos pode estar relacionada à maior massa muscular nesses animais, ou em consequência da produção endógena<sup>(20)</sup>. Pois, a AST é uma enzima utilizada como biomarcador de lesão hepática e/ou muscular, estando presente em grandes quantidades nestes tecidos<sup>(3)</sup>. Elevação gradual e significativa das concentrações séricas da AST com a idade, também foi observado em animais da raça Holandesa por Benesi et al.<sup>(21)</sup> e Mohri, Sharifi e Eidi<sup>(4)</sup>, e em bovinos da raça Pantaneira por Borges et al.<sup>(9)</sup>. Embora, a ALT seja utilizada primariamente como biomarcador de danos hepáticos, diferentemente da AST, os hepatócitos dos equinos, suínos e ruminantes não apresentam alta atividade de ALT. Portanto, deve-se considerar o músculo como potencial fonte para elevação da atividade sérica da enzima, uma vez que a massa muscular total é muito maior do que a massa hepática<sup>(21)</sup>.

Os maiores valores séricos da FAL nos animais com até seis meses de idade (G1 e G2), acompanhados de redução gradual significativa, estão correlacionados a liberação de grande quantidade de isoenzimas ósseas na corrente sanguínea, devido a intensa atividade osteoblástica nos animais em fase de ativo crescimento ósseo<sup>(3, 6)</sup>. Resultados semelhantes aos obtidos em outros estudos realizados com bovinos jovens em crescimento<sup>(9, 19, 22)</sup>. Segundo a literatura a concentração sérica de FAL é duas a três vezes superiores em animais jovens devido a intensa atividade osteoblástica nos animais em fase de crescimento<sup>(23)</sup>.

A redução significativa da GGT entre o G1 e G4 e o maior valor observado nos animais do G1 em relação ao G4 é devido ao remanescente da enzima ingerida no colostro, uma vez que neste grupo existiam bezerros com 15 dias de idade. Estudando bezerros da raça Senepol, Delfino et al.<sup>(10)</sup>, encontraram maior valor para a GGT nos animais jovens com até 15 dias de idade e atribuíram à maior absorção via colostro, o qual apresenta elevada concentração da enzima. Resultados estes similares aos obtidos por diversos autores, com diferentes raças de bovinos<sup>(9, 19, 21)</sup>. No entanto, Coppo et al.<sup>(22)</sup> não

evidenciaram diferença significativa para GGT considerando o fator etário.

Quando confrontados os resultados obtidos para machos e fêmeas, dentro de cada grupo etário, o valor superior da ALB nos machos do G2, pode ser considerado como variação fisiológica normal, pois, não houve diferença significativa entre os sexos tanto nas PT como nas Glob e na relação A:G neste grupo de animais. O valor da ALB estatisticamente superior nas fêmeas do G4 e das Glob superior nos machos é atribuído à presença de hormônios anabólicos, como testosterona e o dietilestilbestrol (DES), nos bovinos machos, os quais causam redução nos valores de albumina e aumento nas globulinas<sup>(6)</sup>. A maior concentração sérica da ALB nas fêmeas, determinou valor superior da relação A:G nas fêmeas em relação aos machos. Conforme aumenta a concentração da ALB, aumenta também a relação A:G. Em seu estudo com bovinos da raça Pantaneira, Borges et al.<sup>(9)</sup> não observaram influência do sexo no perfil proteico.

Quanto ao valor sérico da Crea superior nos machos do G4 deste estudo, está relacionado a maior massa muscular dos machos em relação às fêmeas. Segundo Knowles et al.<sup>(12)</sup>, a concentração de creatinina sérica está diretamente relacionada à massa muscular. Resultado não condizente com Borges et al.<sup>(9)</sup> e Gregory et al.<sup>(11)</sup> que não observaram influência do fator sexo nas concentrações séricas deste metabólico em bovinos.

O maior valor sérico da ureia nos machos do G1 pode ser atribuído ao maior metabolismo proteico, devido os machos apresentar desenvolvimento e ganho de peso maior que as fêmeas. Vale ressaltar que, os bezerras da raça Bonsmara deste estudo apresentaram maior peso ao nascimento e aos 60 dias de idade, comparado as fêmeas. Diferentemente de Borges et al.<sup>(9)</sup> e Gregory et al.<sup>(11)</sup>, que observaram maiores valores de ureia nas fêmeas em relação aos machos.

A menor concentração sérica de TRI nos machos do G2 pode estar relacionada com a maior demanda energética requerida pelos machos, pois, é um período em que estes apresentam maior ganho de peso em relação às fêmeas, devido seu crescimento ser mais rápido. Condição também observada no G4, no qual o valor sérico dos TRI nas fêmeas foi inferior ao dos machos, período em que as fêmeas estão em maior desenvolvimento que os machos. Pogliani e Birgel Júnior<sup>(15)</sup> também observaram influência do fator sexual nos níveis séricos de TRI em bovinos da raça Holandesa.

No perfil mineral, o valor do Ca<sup>+</sup> sérico nas fêmeas do G2 superior ao dos machos, provavelmente seja devido os machos apresentarem crescimento mais rápido do que as fêmeas, e maior requerimento deste mineral para ativação do metabolismo e crescimento ósseo. O que também foi determinante para o menor valor do Ca<sup>+</sup> sérico nas fêmeas no G4, momento no qual os machos estão com o crescimento mais lento do que as fêmeas,

influenciando nas concentrações séricas do mineral. Devido a natureza estática da razão Ca<sup>+</sup>:Pi encontrada nos ossos, os efeitos do metabolismo do Ca<sup>+</sup> pode refletir nas concentrações de Pi no sangue. O que determinou o valor superior do Pi nos machos do G1, e nas fêmeas do G4. As diferenças significativas, entre machos e fêmeas, encontradas para a relação Ca<sup>+</sup>:Pi, se devem as diferenças nos valores séricos do Pi no G1 e G4 e, do Ca<sup>+</sup> no G2 e G4. O valor superior do Mg nos machos do G4, pode estar acompanhando o comportamento do Ca<sup>+</sup> no mesmo grupo, o que determinou maior valor do Mg nos machos no grupo geral (15 dias a 24 meses), podendo ser considerada uma variação fisiológica normal.

Estudos sobre a influência dos fatores sexuais com a atividade enzimática sérica são escassos, os achados obtidos no presente estudo condizem com os de Coppo, Coppo e Lazarte<sup>(14)</sup>, Fagliari et al.<sup>(19)</sup> e Coppo et al.<sup>(22)</sup>, que também não observaram diferença significativa nas concentrações séricas da AST e GGT entre machos e fêmeas. Ressalta-se ser este um dos primeiros estudos no Brasil, sobre perfil bioquímico sérico de bovinos da raça Bonsmara, em fase de crescimento, podendo servir de estímulo para novos estudos sobre o tema na raça.

## Conclusão

O fator idade e sexo influenciaram significativamente nos valores dos constituintes bioquímicos séricos analisados de bovinos da raça Bonsmara em fase de crescimento.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Contribuições dos autores

*Conceituação:* F. C. Barbosa, W. J. Oliveira, J. G. K. Faria, D. S. Vieira, E. C. Guimarães, A. V. Mundim; *Curadoria de dados:* F. C. Barbosa, W. J. Oliveira; *Análise formal:* F. C. Barbosa, E. C. Guimarães, A. V. Mundim; *Investigação:* F. C. Barbosa, W. J. Oliveira, J. G. K. Faria, D. S. Vieira; *Metodologia:* F. C. Barbosa, A. V. Mundim; *Gerenciamento do Projeto:* F. C. Barbosa, W. J. Oliveira, J. G. K. Faria, D. S. Vieira; *Recursos:* F. C. Barbosa, A. V. Mundim; *Supervisão:* F. C. Barbosa, A. V. Mundim; *Validação:* F. C. Barbosa, E. C. Guimarães, A. V. Mundim; *Visualização:* F. C. Barbosa, A. V. Mundim; *Redação (esboço original):* F. C. Barbosa, A. V. Mundim; *Redação (revisão e edição):* F. C. Barbosa, A. V. Mundim

## Agradecimentos

À Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV-UFU) e ao Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, pelo apoio na realização do experimento. Ao proprietário da Fazenda Barra Grande, que nos concedeu a utilização da estrutura da fazenda e de seus animais para a realização deste estudo.



## Referências

1. Ribeiro GL, Ferreira AL, Jatene GP, Gomes DE. Bonsmara, a raça elaborada pela ciência. *Revista Científica*. 2020;1(1):1-8. <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/307>
2. Barbosa FC, Oliveira WJ, Faria JGK, Gonçalves FC, Guimarães EC, Mundim AV. Influência da gestação e ordem de lactação nas concentrações séricas de proteínas, metabólitos, minerais e enzimas de vacas da raça Bonsmara. *Ciência Animal Brasileira*. 2022;23(1):e-70943P. <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/70943>.
3. Mundim AV, Coelho AO, Hortêncio SM, Guimarães EC, Espindola FS. Influence of age and sex on the serum biochemical profile of Doberman dogs in the growth phase. *Comparative Clinical Pathology*. 2007;16(1):41-46, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1007/s00580-0653-z>.
4. Thrall MA, Weiser G, Allison RW, Campbell TW. *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. 2. ed. São Paulo: Roca, 2015. 688p. Português.
5. Mohri M, Sharifi K, Eidi S. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Research in Veterinary Science*. 2007;83(1):30-39. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.10.017>
6. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916p. Inglês.
7. McDowell LR. *Minerals in animal and human nutrition*. 2. ed. Elsevier Science BV: Amsterdam, 2003. 644p. Inglês.
8. Doornenbal H, Tong AKW, Murray NL. Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages stages of lactation. *Canadian Journal of Veterinary Research*. 1988;52(1):99-105. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1255407/pdf/cjvetres.00053-0101.pdf>.
9. Borges AC, Juliano RS, Barini AC, Lobo JR, Abreu UGP, Sereno JRB, Fioravanti MCS. Enzimas séricas e parâmetros bioquímicos de bovinos (*Bos taurus*) sadios da raça Pantaneira. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 106. 2011. Corumbá (MS): Embrapa Pantanal. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54532/1/BP106.pdf>
10. Delfino JL, Barbosa, VDM, Gondim CC, Oliveira PM, Nasciutti NR, Oliveira RSB, Tsuruta AS, Mundim AV, Saut JPE. Perfil bioquímico sérico de bezerras senepol nos primeiros 120 dias de idade. *Semina: Ciências Agrárias*. 2014;35(3):1341-1350. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1341>
11. Gregory L, Birgel Junior EH, D'angelino JL, Benesi, FJ, Araújo WP, Birgel EH. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. *Arquivo do Instituto Biológico*. 2004;71(3):339-345. [http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V71\\_3/gregory2.PDF](http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V71_3/gregory2.PDF).
12. Knowles TG, Edwards JE, Bazeley KJ, Brown SN, Butterworth A, Warriss PD. Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. *Veterinary Record*. 2000;147(21):593-598. <http://dx.doi.org/10.1136/vr.147.21.593>
13. Wittwer F, Reyes JM, Opitz H, Contreras PA, Böhmwald HTM. Determinación de urea em muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. *1993;25(2):165-172*. <https://www.researchgate.net/publication/286270560>
14. Coppo NB, Coppo JÁ, Lazarte MA. Intervalos de confianza para colesterol ligado a lipoproteínas de alta y baja densidad en suero de bovinos, equinos, porcinos y caninos. *Revista Veterinaria*. 2003;14(1):3-10. <https://pdfs.semanticscholar.org/951a/3d88c544cdf04ceb35fef83b550309da43c.pdf?ga=2.07854034.1550196157.1583360378-1678768519.1583360378>
15. Pogliani FC, Birgel Junior E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 2007;44(5):373-383. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2007.26621>
16. González FHD. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In González FHD, Barcelos J, Patiño HO, Ribeiro LA. *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Porto Alegre, RS: Gráfica da UFRGS, 2000. p. 31-51. <http://hdl.handle.net/10183/26687>
17. Gomes LR, Rodrigues RD, Souza RR, Bizare A, Faria JGK, Martins CR, Guimarães EC, Mundim AV. Serum biochemistry profile in newborn Senepol and crossbred Holstein x Gir calves aged three to five days in Uberlândia, Minas Gerais, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*. 2016;37(3):1415-1421. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n3p1415>
18. Rocha TG, Nociti RP, Sampaio AAM, Fagliari JJ. Passive immunity transfer and serum constituents of crossbred calves. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2012;32(6):515-522. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000600008>
19. Fagliari JJ, Santana AE, Lucas FA, Campos Filho E, Curi PR. Constituintes sanguíneos de bovinos lactentes, desmamados e adultos das raças nelore (*Bos indicus*) e holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 1998;50(3):263-271. <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/38249/WOS000076517000005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. Fontes DG, Monteiro MVB, Jorge EM, Oliveira CMC, Ritter RA, Barbosa Neto JD, Silva Filho E, Monteiro FOB. Perfil hematológico e bioquímico de búfalos (*Bubalus bubalis*) na Amazônia Oriental. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2014;34(suppl 1):7-63. <https://doi.org/10.1590/S0100736X2014001300011>
21. Benesi FJ, Leal MLR, Lisboa JAN, Coelho CS, Mirandola RMS. Parâmetros bioquímicos para avaliação da função hepática em bezerras sadias, da raça holandesa, no primeiro mês de vida. *Ciência Rural*. 2003;33(2):311-317. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000200020>
22. Coppo JÁ, Coppo NB, Slanac AL, Revidatti MA, Capellari A. Influencia del desarrollo, sexo y tipo de destete sobre algunas actividades enzimáticas em plasma de terneros cruza cebú. In: *Comunicaciones Científicas Y Tecnológicas*. Corrientes, Universidad Nacional del Nordeste, 2000. 4p. [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/destete/63-enzimas.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/destete/63-enzimas.pdf).
23. Lechowski R. Changes in the profile of liver enzymes in newborn calves induced by experimental, subclinical acidosis in pregnant cows and osmotic diarrhea. *Veterinary Research Communications*. 1996;20(4):351-365. <https://doi.org/10.1007/BF00366542>