

# EFEITO DO ESTRESSE TÉRMICO SOBRE ALGUNS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DO SANGUE EM BUBALINOS<sup>1</sup>

OTÁVIO CAMPOS NETO<sup>2</sup>, AGUEMI KOHAYAGAWA, RITA DE CASSIA S. BRISIGHELHO<sup>3</sup>  
e MARIA ADRIANA MACHADO LOBO<sup>4</sup>

**RESUMO** - Foram utilizados sete bubalinos da raça Mediterrâneo, com idade inicial média de 15 meses e peso inicial médio de 175 kg, para verificar o efeito do estresse térmico pelo calor em câmara climática, sobre alguns parâmetros bioquímicos do sangue e consumo de ração. Os animais foram divididos em dois grupos: controle (T1) e testemunha (T2), submetidos à temperatura e umidade relativa médias de 21,5°C - 76,5% UR e 38,05°C - 59% UR, respectivamente. O estresse térmico provocou diminuição ( $P < 0,01$ ) da percentagem de hematócrito (31,68% x 29,07%), uréia (31,28 x 22,68 mg%) e consumo de ração (7,15 x 5,54 kg MS) e aumento ( $P < 0,01$ ) da concentração sérica de creatinina (1,22 x 1,72 mg%).

Termos para indexação: câmara climática, ruminantes.

## EFFECT OF HEAT STRESS ON SOME BLOOD BIOCHEMICAL PARAMETERS AND FEED INTAKE OF BUFFALOES

**ABSTRACT** - Seven Mediterranean buffaloes, aged 15 months and weighing 175 kg each were used with purpose of studying the effect of heat stress on some biochemical parameters and feed intake of buffaloes. The animals were divided into two groups: control (T1) and experimental (T2), maintained under natural ambient (21.5°C - 76.5% UR) and heat stress (38.05°C - 59% UR) respectively. The results obtained for the experimental group, subjected to heat stress, as compared to the control, were: decrease ( $P < .01$ ) in the hematocrit (31.68% x 29.07%), urea (31.28 x 22.68) and feed intake (7.15 x 5.54 kg MS), and increase ( $P < .01$ ) in creatinine serum concentration (1.22 x 1.72 mg%).

Index terms: climate camera, ruminants.

## INTRODUÇÃO

A produção animal, especialmente nas regiões tropicais, é limitada, em parte, pelos elementos climáticos, e em parte, pela falta de manejo adequado das forragens com alta fibra e baixo nível protéico, além das doenças dos animais.

Os efeitos dos componentes climáticos (temperatura, umidade, radiação solar e vento) sobre os parâmetros bioquímicos sanguíneos têm recebido pouca atenção dos pesquisadores (Brody 1949, Weldi et al. 1964, Moody et al. 1967 e Martz et al. 1971 a,b).

Sabe-se que sob temperatura ambiente elevada os bubalinos diminuem o consumo de alimento e aumentam a ingestão de água (Misra et al. 1963 e Fahimuddin 1975), podendo, inclusive, alterar a morfologia e composição sanguínea (Kamal & Shebaita 1972 e Garg & Nangia 1981).

A literatura consultada revela evidências conflitantes com respeito aos efeitos da alta temperatura ambiente sobre os parâmetros bioquímicos sanguíneos, em diferentes espécies de animais domésticos (Mullick & Kehar 1952 e Raghavan & Mullick 1962).

Manresa et al. (1940) verificaram em bovinos de origem européia, durante os meses de calor, uma diminuição dos valores de hemoglobina e hematócrito. Por outro lado, Veiga et al. (1963), comparando novilhas de origem zebuína e européia, reportaram que enquanto as últimas apresentaram tendência à diminuição das taxas de hemoglobina e hematócrito, as de origem zebuína mostraram quase nenhuma tendência à hemodiluição. Em contrapartida, Brody (1949) e Blincoe & Brody

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 9 de setembro de 1988.

<sup>2</sup> Méd. - Vet., M.Sc., Ph.D., Prof. - Adjunto, Dep. Melhoramento Zoot. e Nutrição Animal, FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu, Caixa Postal 502, CEP 18600 Botucatu, SP.

<sup>3</sup> Méd. - Vet., M.Sc., Dep. Clínica Vet., FMVZ, UNESP, Botucatu, SP.

<sup>4</sup> Méd. - Vet., Residente, Lab. Clínico Vet., FMVZ, UNESP, Botucatu, SP.

<sup>5</sup> Méd. - Vet., Residente, Lab. Clínico Vet., FMVZ, UNESP, Botucatu, SP.

(1951), submetendo vacas da raça Holandesa e Jersey, à temperatura de 18°C a 32°C, em câmara climática, não constataram alteração nos níveis sanguíneos de hemoglobina e hematócrito.

Kamal & Shebaita (1972), submetendo bubalinos às temperaturas de 16°C e 32°C com 50% de umidade relativa (UR), observaram que houve diminuição dos níveis de hematócrito em torno de 13%, indicando assim uma hemodiluição nos animais expostos ao calor. Por outro lado, Garg & Nangia (1981) constataram que em bubalinos da raça Murrah, em regime de pasto, sob variação climática de 12,5°C a 31,5°C, os valores de hematócrito apresentaram tendência a aumentar, porém, dentro dos limites considerados normais, nos períodos de temperatura alta.

Brody (1949), Blincoe & Brody (1951) e Yousef & Johnson (1965) constataram diminuição da taxa de uréia e aumento dos níveis de creatinina sérica, quando vacas da raça Holandesa foram submetidas à temperatura de 32°C. Por outra parte, Verma et al. (1980) verificaram, em bubalinos, que houve correlação entre peso vivo e a excreção de creatinina urinária e concluíram que a taxa de creatinina da urina pode ser utilizada como índice para estudo da composição da massa corporal.

Segundo Bose (1964) e Memon et al. (1969), os valores para a uréia sanguínea de bovinos estão relacionados com o tipo de alimentação e apresentam valores médios de 32 - 35 mg%. Da mesma forma, Verma et al. (1975), suplementando a ração de bubalinos com 1% de uréia alimentar, encontraram valores sanguíneos ao redor de 31 - 32 mg%.

Quanto ao efeito do calor sobre o consumo de alimentos, vários trabalhos com bovinos foram descritos (Davis & Merilan 1960, Weldi et al. 1964 e Moody et al. 1967). Entretanto, são escassas as informações com respeito aos bubalinos.

Misra et al. (1963), comparando algumas reações fisiológicas dos animais mantidos sob condições de sol e sombra, verificaram um declínio de consumo de alimento quando a temperatura excedia a 33°C. Da mesma forma, Fahimuddin (1975) verificou que se os bubalinos não estão protegidos dos raios solares a depressão do consumo de alimentos atinge cerca de 30% em relação ao grupo protegido do sol.

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do estresse térmico, em câmara climática, sobre alguns parâmetros bioquímicos do sangue e consumo de ração em bubalinos em crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na câmara climática de animais de produção da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu. Foram utilizados sete bubalinos da raça Mediterrâneo, sendo três machos e quatro fêmeas, com idade inicial média de 15 meses e peso inicial médio de 175 kg, os quais permaneceram sob condições experimentais por um período de 168 dias; as coletas dos dados iniciaram-se no dia 4 de maio, prolongando-se até 30 de setembro de 1983.

Os animais foram divididos em dois grupos: o primeiro (1), denominado controle (T1), constituído de um macho e duas fêmeas (Sala 1); e o segundo (2), cognominado experimental (T2), com dois machos e duas fêmeas (Sala 2).

Os bubalinos permaneceram durante um período de quatro semanas sob condições de ambiente natural, a uma temperatura e umidade relativa (UR) médias de 21°C e 88%, respectivamente, para se adaptarem ao tipo de alimentação e às condições da câmara climática.

### 1ª Etapa: Grupo experimental T2 (quatro animais)

Esta etapa compreendeu três períodos:

- período P1 (Pré-estresse, T2 P1), de quatro semanas, com os animais sob condições de ambiente natural (22°C e 74% UR);
- período P2 (Estresse térmico, T2, P2), de quatro semanas, durante o qual os animais foram submetidos a estresse térmico por oito horas (das 9 às 17 h), sob temperatura e umidade relativa médias de 38,5°C e 60%, respectivamente;
- período P3 (Pós-Estresse, T2 P3), de quatro semanas, quando os animais foram novamente mantidos em condições de ambiente natural, sob temperatura e umidade relativa médias de 21°C e 75%, respectivamente.

### Grupo-controle T1 (03 animais).

Os animais do grupo controle (T1) foram mantidos durante os períodos P1, P2 e P3 à sombra, na sala 1 da câmara climática, em condições de ambiente natural, sob temperatura e umidade relativa médias de 21°C e 77%, respectivamente.

### Grupo experimental (T2) e controle (T1).

Nesta segunda etapa, os bubalinos foram trocados de sala. Assim, o grupo controle passou a ser o experimental, e este foi utilizado como controle.

O grupo experimental (T2), agora composto por três animais, permaneceu na sala 2, durante quatro semanas, sob condições de estresse térmico (T2 P2), a uma temperatura e umidade relativa médias de 37,6°C e 58,5%,

respectivamente. Após, os animais foram novamente mantidos sob condições de ambiente natural (Pós-estresse, T2 P3), por quatro semanas, sob temperatura e umidade relativa médias de 21°C e 76%, respectivamente.

Os quatro animais do grupo-controle (T1) foram mantidos à sombra durante os períodos P2 e P3, na sala 1 da câmara climática, em condições de ambiente natural, sob temperatura e umidade relativa médias de 22°C e 76%, respectivamente.

Nas duas etapas do trabalho, os animais do grupo experimental (T2) foram expostos no período P2 à radiação solar simulada (infravermelho), fornecida por lâmpadas de 250 W, que produziam temperatura radiante média de 44°C, por um período de seis horas, das 10 às 16:00 h, enquanto o grupo controle foi submetido a uma temperatura radiante média de 24°C.

Das 17 às 21:00 h, durante as duas etapas do experimento, os dois grupos de bubalinos ficaram expostos a temperatura e umidade relativa médias de 22°C e 84%, respectivamente.

As variáveis ambientais foram medidas, na sala 1 e 2, mediante termôgráfos, globotermômetros e termômetro de máxima e mínima.

A ração foi calculada com base nas exigências de manutenção estabelecida pela National Research Council (1978) para gado de corte, contendo 40% de feno de campim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e 60% de concentrado comercial, na base da matéria seca, adicionado de 1% de premix mineral e suplementado com 1% de uréia alimentar.

A análise bromatológica do campim-elefante, concentrado e ração, segundo o método da Association of Official Agricultural Chemists (1970), é apresentada na Tabela 1.

O premix mineral apresentou a seguinte constituição: fosfato bicálcico, 46%; zinco, 2,0%; cobre, 0,42%; magnésio, 0,35%; cobalto, 0,03%; manganês, 0,40%; e enxofre, 1,15%.

Todos os animais receberam a mesma alimentação à vontade, e água, durante todo o transcorrer do experimento. O consumo individual de ração durante o dia (D), durante a noite (N) e total (T), foi medido diariamente.

#### Determinações dos parâmetros bioquímicos sanguíneos

As amostras do sangue foram colhidas da veia jugular, com agulhas 20 - 40 esterilizadas, em frascos de vidro contendo anticoagulante EDTA (etileno diamino tetracetato de sódio) cristalizado, e em tubos de ensaio sem anticoagulante. As coletas foram efetuadas em todos os animais, uma vez por semana, às 15 horas, durante o transcorrer do experimento.

As análises seguiram as técnicas propostas pelos autores:

1. Hemoglobina (Hb) (Benjamin 1962)
2. Volume globular (VG) ou hematócrito (Wintrobe 1961)

#### 3. Uréia, creatinina (Método do Labtest).

Os dados obtidos nas duas etapas do experimento foram analisados conjuntamente segundo o modelo estatístico:

$$Y = \mu + t_i + P_j (T \cdot P)_{ij} + E_{ijk}$$

onde:

Y = variável dependente,

$\mu$  = média geral,

T<sub>i</sub> = efeito do i-ésimo tratamento para i = 1 e 2,

P<sub>j</sub> = efeito do j-ésimo período para j = 1, 2 e 3,

(T.P)<sub>ij</sub> = efeito comum do i-ésimo tratamento com j-ésimo período

E<sub>ijk</sub> = resíduo

As diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste de Tukey, segundo Pimentel-Gomes (1966).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Hemoglobina

A Tabela 2 indica que a hemoglobina não sofreu alteração, tanto em relação aos tratamentos (T1 e T2) como em relação aos períodos (P1, P2 e P3). Estes dados estão de acordo com os de Brody (1949) e de Blincoe & Brody (1951), quando analisaram o sangue de bovinos da raça européia, sob regime de estresse térmico, e de Pandey & Roy (1969) e Sharma & Chanders (1970), quando observaram bubalinos sob condições normais de pastoreio. Em contrapartida, Manresa et al. (1940), Villares (1940), Manresa & Orig (1941), Veiga et al. (1963) e Weldi et al. (1964) reportaram redução da concentração de hemoglobina em bovinos da raça européia, quando submetidos a alta temperatura ambiente.

### Volume globular VG ou hematócrito

A Tabela 2 mostra que o VG referente ao período T2 P2 (29,07%) diminuiu (P < 0,01) em 8% em relação a T1 P2 (31,68%). Este resultado está de acordo com as observações de Veiga et al. (1963), Weldi et al. (1964), Bianca (1965), Yousef & Johnson (1965), McDowell et al. (1969), Pandey & Roy (1969), Sharma & Chanders (1970) e Kamal & Shebaita (1972). Por outro lado, enquanto Brody (1949), Blincoe & Brody (1951) não

TABELA 1. Análise química do capim-elefante, concentrado e ração.

	MS%	PB%	EE%	MM%	FB%	ENN%
Capim-elefante	83,20	6,37	2,04	3,89	38,22	49,43
Concentrado	88,76	18,36	2,03	15,88	14,98	49,54
Ração	86,54	13,57	2,04	11,09	27,36	49,49

TABELA 2. Média dos valores constituintes do sangue de bubalinos submetidos a estresse térmico.

	Hb g%	VG%	Uréia mg%	Creatinina mg%
T1P1	11,81 ± 0,432	31,33a ± 0,539	30,84a ± 0,325	1,31a ± 0,035
T1P2	11,20 ± 0,282	31,68a ± 0,353	31,28a ± 0,213	1,22a ± 0,023
T1P3	11,16 ± 0,282	31,18a ± 0,353	31,09a ± 0,213	1,17a ± 0,023
T2P1	11,32 ± 0,374	31,06a ± 0,466	31,58a ± 0,282	1,29a ± 0,030
T2P2	11,24 ± 0,282	29,07b ± 0,352	22,68b ± 0,213	1,72b ± 0,023
T2P3	11,83 ± 0,282	31,53a ± 0,352	31,29a ± 0,213	1,25a ± 0,023

T1 - controle; T2 - experimental; P1 - pré-estresse; P2 - estresse térmico; P3 - pós-estresse.  
Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ( $P < 0,01$ ) entre si.

observaram alteração no hematócrito de bovinos submetidos ao estresse térmico, Garg & Nangia (1981) verificaram que bubalinos sob condições naturais de pasto apresentaram valores aumentados.

Verifica-se, ainda, que a média referente ao tratamento T2 (30,56%) diminuiu em 2,8% em relação a T1 (31,40%), o que evidencia que a temperatura ambiente alta reflete-se negativamente no volume globular.

Diante dos resultados obtidos, acrescidos pelas observações no presente trabalho de que os bubalinos, além de aumentarem a frequência da ingestão de água, se deitaram sobre o piso úmido, pode-se sugerir que a hemodiluição observada nos valores do hematócrito deveu-se ao grande volume de água movido pelo organismo animal, para auxiliar a dissipação de calor corporal, uma vez que a depressão do consumo de oxigênio ( $O_2$ ) sob condições de alta temperatura ambiente (Kibler 1964) e a necessidade de oxigênio pelas células (Meineke & Grafts 1959) poderiam explicar a diminuição do hematócrito, pois, como postularam Raghavan & Mullick (1962), o baixo volume globular ou o alto volume plasmático permite a eliminação do calor do corpo animal por meio da evaporação.

## Uréia

A Tabela 2 mostra que o valor da uréia, correspondente a T2 P2 (22,68 mg%), apresentou uma diminuição ( $P < 0,01$ ) de 27% em relação a T1 P2 (31,28 mg%). Este resultado é similar aos de Brody (1949), Blincoe & Brody (1951) e Yousef & Johnson (1965).

Verifica-se que as médias obtidas para o tratamento T2 (28,52 mg%) e período P2 (26,98 mg%) se apresentaram diferentes ( $P < 0,01$ ) em relação a T1 (31,07 mg%) e a P1 (31,21 mg%) e P3 (31,19 mg%), respectivamente, o que evidencia o efeito da temperatura ambiente alta sobre o nível da uréia sanguínea. Isto indica que a redução de consumo total de ração no período T2 P2 (5,54 kg) em relação ao período T2 P2 (5,54 kg) (Tabela 3) determinou diminuição na concentração do  $NH_3$  do conteúdo ruminal (Campos Neto 1984) e, conseqüentemente, menor atividade das bactérias do rúmen (Campos Neto 1984), com redução da uréia sanguínea, pois sabe-se que o  $NH_3$  que não é utilizado pelas bactérias para realizar a síntese protéica é absorvido pelas paredes do rúmen, via veia porta, e no fígado é transformada em uréia pelo ciclo da ornitina (Tillman & Sidhu

TABELA 3. Consumo médio de ração em kg de matéria seca durante o dia (D), noite (N) e total (T), em bubalinos submetidos a estresse térmico.

	T1	T2	P1	P2	P3	T1P1	T1P2	T1P3	T2P1	T2P2	T2P3
Ração D	3,00 ± 0,06	2,63 ± 0,06	2,95 ± 0,08	2,46 ± 0,06	3,03 ± 0,06	2,66 ± 0,14	3,14 ± 0,08	3,18 ± 0,08	3,24 ± 0,12	1,79 ± 0,08	2,85 ± 0,08
Ração N	4,23 ± 0,09	4,23 ± 0,06	4,06 ± 0,11	3,89 ± 0,07	4,75 ± 0,07	3,93 ± 0,16	4,01 ± 0,11	4,77 ± 0,11	4,19 ± 0,14	3,77 ± 0,11	4,74 ± 0,11
Ração T	7,23 ± 0,09	6,82 ± 0,09	7,02 ± 0,14	6,34 ± 0,10	7,74 ± 0,10	6,61 ± 0,28	7,15 ± 0,13	7,97 ± 0,13	7,45 ± 0,19	5,54 ± 0,13	7,48 ± 0,13

T1 - controle; T2 - experimental; P1 - pré-estresse; P2 - estresse térmico; P3 - pós-estresse.

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ( $P < 0,01$ ) entre si.

1970). Segundo Dabadghao et al. (1971), o nível sérico da uréia está na dependência da ingestão de proteína da ração e da atividade da flora e fauna do líquido ruminal, e é, segundo Preston et al. (1965), uma das maneiras de avaliar a nutrição protéica do animal, uma vez que os autores encontraram alta correlação ( $r = 0,986$ ) entre os níveis de uréia do sangue e o consumo de proteína.

### Creatinina

A Tabela 2 evidencia que a taxa de creatinina referente aos períodos T2 P2 (1,72 mg%) apresentou um aumento ( $P < 0,01$ ) de 41% em relação a T1 P2 (1,22 mg%). Este resultado está de acordo com os obtidos por Brody (1949), Blincoe & Brody (1951) e Yousef & Johnson (1965) quando submeteram bovinos em câmara climática à temperatura de 32°C. O aumento observado para a creatinina, segundo Brody (1949), está diretamente relacionado à elevação da temperatura ambiente, uma vez que o autor não verificou correlação entre nível de creatinina e o consumo de alimento. Da mesma forma, Aafjes & De Groot (1961) e Chetal et al. (1975) constataram, em bubalinos, que a excreção de creatinina independe do nível de proteína da ração e está diretamente relacionada com o peso do animal.

As médias referentes ao tratamento T2 (1,42 mg%) e ao período P2 (1,47 mg%) foram diferentes ( $P < 0,01$ ) em relação a T1 (1,23 mg%) e a P1 (1,30 mg%) e P3 (1,31 mg%), respectivamente.

Diante dos dados dos autores e dos obtidos no presente trabalho, pode-se sugerir que o aumento da creatinina sérica se deveu à elevação da temperatura ambiente e, conseqüentemente, ao aumento da temperatura retal e perda de peso, como verificaram Baccari Junior et al. (1983)

em bezerras da raça Holandesa. Estes dados confirmam os resultados de Brody (1945), em seu estudo sobre metabolismo energético, de que o aumento da creatinina sérica reflete uma redução do peso animal.

### CONCLUSÕES

1. O estresse térmico provocou, nos bubalinos, diminuição dos valores de hematócrito e uréia e aumento da creatinina sérica.
2. O estresse térmico provocou nos bubalinos redução do consumo de ração.

### REFERÊNCIAS

- AAFJES, J.H. & DE GROOT, T. Creatine and creatinine in the cow urine. *Tijdschr. Diergeneesk Konstaz*, 86:1436-40, 1961.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, Washington, EUA. Official methods of analysis. 11. ed. Washington, 1970. 1015p.
- BACCARI JUNIOR, F.; JOHNSON, H.D.; LEROY HAHN, G. Environmental heat effects on growth T<sub>3</sub>, and post heat compensatory effects on Holstein calves. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, New York, 173: 312-8, 1983.
- BENJAMIN, M.M. *Outline of veterinary clinical pathological*. 2. ed. Ames, State University Press, 1962. 435p.
- BIANCA, W. Reviews of the progress of dairy cattle. Section A. Physiology. *Cattle in a hot environmental*. *J. Dairy Res.*, Champaign, 32:291-45, 1965.
- BLINCOE, C. & BRODY, S. The influence of temperature on blood composition of cattle. *Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Stn.*, Columbia, (488):4-18, 1951.
- BOSE, P.K. *Animal progress report*. Haringatta, Animal Nutrition Research Center, 1964, 125p.
- BRODY, S. *Bioenergetics and growth*. Baltimore, Reinhold, 1945. 374p.

- BRODY, S. Influence of ambient temperature 50<sup>o</sup>F to 100<sup>o</sup>F, on the blood composition of Jersey and Holstein cows. *Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Stn.*, (433):1-37, 1949.
- CAMPOS NETO, O. Efeito do stress térmico sobre alguns parâmetros fisiológicos do líquido ruminal, componentes sanguíneos e consumo de ração de bubalinos em crescimento. Botucatu, FMVZ-UNESP, 1984. Tese-Livre-Docência.
- CHETAL, U.; MEHRA, U.R.; NATH, R.; RANJHAN, S.K. On the variation of urinary creatinine in buffalo calves and the effect of dietary protein intake on urinary creatinine. *J. agric. Sci., Camb.*, 85:1-5, 1975.
- DABADGHAO, A.R.; RAJ, D.; MUDGAL, V.D. Effect of feeding urea in haematological and chemical composition of blood in growing heifers. *Indian J. Anim. Sci.*, 41:906-9, 1971.
- DAVIS, A.V. & MERILAN, C.P. Effect of constant environmental temperature and relative humidities on feed digestion for lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, Champaign, 43:871-5, 1960.
- FAHIMUDDIN, M. Domestic water buffalo. Oxford, IIB Publishing, 1975. 226p.
- GARG, S.K. & NANGIA, O.P. Response of body fluid compartment to climatic variations in buffaloes. *Indian J. Anim. Sci.*, New Delhi, 51:1028-33, 1981.
- KAMAL, T.H. & SHEBAITA, M.R. Natural controlled hot climatic effects on blood value and plasma total solids in friesians and water buffaloes. Viena, International Atomic Energy Agency, 1972. p.103-10.
- KIBLER, H.H. Thermal effects of various temperature and humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. *Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Stn.*, (862):1-35, 1964.
- MCDOWELL, R.E.; MOODY, E.G.; SOEST, P.J. Van; LEHMANN, R.P.; FORD, G.L. Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 52:188-94, 1969.
- MANRESA, L.L. & ORIG, S.S. Observations on the haematology of calves and various breeds of adult dairy cattle. *Philipp. Agric.*, Laguna, 30:375-9, 1941.
- MANRESA, M.; REYES, N.C.; GOMES, F.; ZIALCITA, L.P.; FALCON, R.R. The influence of atmospheric temperature upon haemoglobin and other constituents of the blood of the cattle. *Emp. J. Exptl. Agric.*, London, 8:97-100, 1940.
- MARTZ, F.A.; MISHRA, M.; CAMPBELL, J.R.; DANIEL, L.B.; HILDERBRAND, E. Relation of ambient temperature and time post feeding on ruminal arterial and venous volatile fatty acids, and lactic acid in Holstein steers. *J. Dairy Sci.*, Champaign, 54:520-55, 1971b.
- MARTZ, F.H.; OLBRICH, S.E.; JOHNSON, H.D.; ABILAY, T.A.; LIPPINCOT, A.C.; HILDEBRAND, E.S. Temperature effects on zebu and Highland rumen VFA. *J. Animal Sci.*, Champaign, 31:291, 1971a.
- MEINEKE, H.A. & GRAFTS, H.D. Correlation between oxygen consumption and erythropoiesis in hypophysectomized rats treated with various doses of thyroxine. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, New York, 102:121-7, 1959.
- MEMON, G.N.; SHUKLA, P.C.; PATEL, B.M. Study on nonprotein nitrogen in the serum of Gir cattle. *J. Dairy Sci.*, Champaign, 22:119-20, 1969.
- MISRA, M.S.; SENGUPTA, B.P.; ROY, A. Physiological reactions of buffalo cows maintained in two different housing. *Indian J. Dairy Sci.*, New Delhi, 76:203-15, 1963.
- MOODY, E.G.; SOEST, P.J. van; MCDOWELL, R.E.; FORD, G.L. Effect of high temperature and dietary fat on performance of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Champaign, 50:1909-16, 1967.
- MULLICK, D.N. & KEHAR, N.D. Climate and animal health. I. Seasonal variations in the pulse rate, respiration rate, body temperature, body weight and haemoglobin in normal Indian cattle. *Indian Vet. Sci.*, New Delhi, 22:61-8, 1952.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of dairy cattle. 5. ed. Washington, National Academy of Science, 1978. 76p.
- PANDEY, M.B. & ROY, A. Variations in cardiorespiratory rates, rectal temperature, blood haematocrit and haemoglobin as measure of adaptability in buffaloes in a hot environment. *Br. vet. J.*, London, 125:463-71, 1969.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 3. ed. Piracicaba, ESALQ/USP, 1966. 398p.
- PRESTON, R.L.; SCHNAKEMBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. 1. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. *J. Nutr.*, Bethesda, 86:281-8, 1965.
- RAGHAVAN, G.V. & MULLICK, D.N. Effects of air temperature and humidity on the blood composition in buffalo. *Indian J. Dairy Sci.*, New Delhi, 15:61-7, 1962.
- SHARMA, D.D. & CHANDERS, S. Observations on the blood haemoglobin level in cattle and buffaloes under field conditions in the temperature zone. *Indian J. Dairy Sci.*, New Delhi, 23:85-90, 1970.
- TILMAAN, A.D. & SIDHU, K.S. Nitrogen metabolism in ruminant. Rate of ruminal ammonia production and nitrogen utilization by ruminants. A review. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 31:238-47, 1970.
- VEIGA, J.S.; GHION, E.; AGGIO, C.A.C. Aspectos fisiológicos associados com a adaptação dos bovinos nas regiões tropicais e subtropicais. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. MG.*, 15:167-204, 1963.
- VERMA, D.N.; SINGH, U.B.; KUMAR, N. Urinary creatinine as an index of body composition in buffaloes. *Indian J. Anim. Sci.*, Champaign, 50:136-40, 1980.

- VERMA, D.N.; VARMA, A.; SINDHU, U.B.; RANJHAN, S.K.; JOHRI, S.B. Digestibility of nutrients and VFA production rate buffalo calves fed on rations of different crude protein contents. *Indian J. Anim. Sci.*, Champaign, 45: 321-5, 1975.
- VILLARES, J.B. Os valores homométricos como índice de aclimação do *Bos Taurus*. *Rev. Industr. anim.*, São Paulo, 3:17-33, 1940.
- WELDI, J.R.; MCDOWELL, R.E.; VAN-SOEST, P.J.; BOND, J. Influence of heat stress on rumen acid levels and some blood constituent in cattle. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 23:142-53, 1964.
- WINTROBE, M.M. *Clinical hematology*. 5. ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1961. 435p.
- YOUSEF, M.K. & JOHNSON, H.D. Some blood constituents of dairy cattle. Influence of thyroxine and high environmental temperature. *J. Dairy Sci.*, New Delhi, 48:1074-8, 1965.