

# Influência da raça sobre a volemia e função renal de bovinos com acidose láctica ruminal aguda, induzida experimentalmente

Enrico Lippi ORTOLANI<sup>1</sup>  
 Celso Akio MARUTA<sup>1</sup>  
 Antonio Humberto Hamad  
 MINERVINO<sup>1</sup>

1 - Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP

## Correspondência para:

Av. Prof. Orlando Marques de Paiva, 87, sala 28, São Paulo, Brasil; ortolani@usp.br

Recebido para publicação: 02/09/2007  
 Aprovado para publicação: 29/05/2008

## RESUMO

A volemia e a função renal de bovinos com acidose láctica ruminal (ALR) foram estudadas em cinco garrotes Jersey (J) (*Bos taurus*) e cinco Gir (G) (*Bos indicus*). Amostras de sangue, urina e conteúdo ruminal foram coletadas durante 24h após a indução experimental da ALR. Os bovinos G apresentaram maior grau de hipovolemia ( $p < 0,00001$ ) e volume ruminal ( $p < 0,05$ ) e menor taxa de filtração glomerular ( $p < 0,003$ ) e volume urinário ( $p < 0,05$ ), porém excretaram mais eficientemente íons  $H^+$  ( $p < 0,00001$ ); embora apresentassem maior porcentagem média de excreção fracionada urinária de lactato-D ( $p < 0,032$ ) não existiu diferença racial ( $p > 0,47$ ) na excreção total diária deste isômero; garrotes G excretaram menor quantidade de lactato-L na urina ( $p < 0,05$ ). Independente da raça, quanto menor foi o pH urinário maior a porcentagem de excreção fracionada urinária de lactato total e de lactato-D ( $r = -0,69$ )

## Palavras-chave:

Bovinos.  
 Jersey.  
 Gir.  
 Acidose láctica.  
 Volemia.  
 Função renal.

## Introdução

A acidose láctica ruminal aguda (ALRA) é provocada por ingestão de alta quantidade de carboidratos solúveis de fácil fermentação em ruminantes geralmente pouco adaptados a estes substratos. Nessas condições esses carboidratos são fermentados erroneamente a ácido láctico levógiro (L) e dextrógiro (D), gerando inicialmente uma acidose ruminal. Quanto maior a absorção desse ácido, em especial na sua forma D, mais intenso será o grau de acidose metabólica sistêmica, podendo frequentemente levar o animal à morte.<sup>1,2</sup> Na ALRA os teores sangüíneos de lactato-D apresentam-se altos, pois enquanto o lactato-L é metabolizado no fígado e rins, consumindo íons  $H^+$  no processo, o seu isômero D é muito pouco utilizado no organismo.<sup>3,4</sup> Na ALRA é bastante comum o surgimento de síndrome desidratação, decorrente da passagem de fluidos corpóreos para o rúmen.<sup>4</sup> Normalmente, o conteúdo ruminal apresenta osmolaridade inferior (240 a 270 mOsm/L) ao sangue (300

mOsm/L), mas na ALRA este gradiente se eleva até 511 mOsm/L, devido a enorme produção de ácido láctico no rúmen.<sup>1</sup> A desidratação pode agravar a acidose metabólica sistêmica, pois o organismo diminui a irrigação renal, a taxa de filtração glomerular e a excreção urinária de íons  $H^+$  e de lactato-D.<sup>5</sup> Assim, o organismo deixa de utilizar parcialmente uma das principais vias de eliminação de íons  $H^+$  e do lactato-D.

Quadros de ALRA foram induzidos por Brawner et al.<sup>6</sup> em zebuínos da raça Brahman e taurinos da raça Hereford, concluindo que estes últimos eram menos susceptíveis aos efeitos da acidose. Contudo, os animais em questão receberam quantidades diferentes de concentrados para a indução da ALRA. Também, no estudo não foram avaliadas pormenorizadamente as influências da ALRA na volemia, função renal e excreção urinária de certos catabólitos, como creatinina, íons  $H^+$  e isômeros de lactato.

O objetivo deste trabalho foi estudar comparativamente a volemia e a função renal de bovinos da raça Jersey (*Bos taurus*) e da

raça Gir (*Bos indicus*), submetidos à ALRA induzida experimentalmente.

## Material e Método

Foram utilizados cinco garrotes da raça Jersey (*Bos taurus*) e cinco da raça Gir (*Bos indicus*) providos de cânula ruminal e com peso variando entre 220 e 260 kg. Por dois meses antes do início das induções e entre estas, a quantidade total de matéria seca (MS) oferecida correspondia a 2,7 % do peso vivo individual, sendo composta de 70 % de feno de capim coast-cross e 30 % de ração, contendo 80 % de fubá de milho e 20 % de farelo de soja. A indução da ALRA seguiu a técnica descrita por Ortolani<sup>7</sup>, por meio de administração de sacarose intra-ruminal. A dose calculada de sacarose, por esta técnica, foi diminuída de 15%, para evitar o surgimento de um quadro muito grave de ALRA. Durante todo o período de indução foi vedado o acesso à ração, mas água foi ofertada à vontade. Com o objetivo de se determinar o volume total de urina excretado nesse período foi acoplado, uma hora antes da indução, um cateter plástico no orifício prepucial, o qual se ligava a uma bolsa coletora. Amostras de sangue, obtidas da veia jugular, e de urina foram colhidas no momento da indução de ALRA (zero) e às 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas. Nessa última hora todo o líquido ruminal foi retirado com auxílio de uma sonda metálica, para determinar o seu volume total. O volume globular (VG) foi obtido em sangue coletado com anticoagulante (EDTA). A diferença do VG foi calculada em cada tempo de coleta estimando-se a porcentagem de elevação ou diminuição dessa variável em relação ao tempo zero. Para avaliar a diminuição dos fluidos intravasculares no decorrer da ALRA foi calculado o déficit de volume plasmático (DVP), segundo preconizaram Kaneko, Harvey e Bruss<sup>8</sup>, ou seja:  $DVP (\%) = \frac{[VG_1 (1 - VG_2) / VG_2 (1 - VG_1)] - 1}{1} \times 100$ , onde  $VG_1$  corresponde ao volume

globular obtido no tempo zero e  $VG_2$  do tempo posterior em que se quer calcular.

O pH urinário foi mensurado imediatamente após a colheita. A concentração de creatinina no sangue e na urina foi determinada em analisador bioquímico automático Liasys, marca AMS®, utilizando-se o kit comercial SIGMA®, de acordo com a técnica cinética descrita por Lutsgarten e Wenk<sup>9</sup>.

Os teores de lactato total e de seu isômero L no sangue e na urina foram determinados pela técnica colorimétrica de Pryce<sup>10</sup> e por um kit diagnóstico comercial SIGMA®. Os teores de ácido láctico-D (AL-D) foram estimados através da subtração da concentração do AL-L do ALT. O cálculo da excreção fracionada (EF) de lactato total e de seus isômeros D e L foram feitos segundo fórmula citada por Roeder, Su e Schaalje<sup>11</sup>, ou seja:  $EF = \frac{(U_{Lact} / S_{Lact}) \times (S_{Creat} / U_{Creat})}{100}$ , onde U, S, Lact e Creat significam urina, soro, lactato e creatinina, respectivamente. A EF representa a porcentagem de depuração de uma substância em porcentagem à depuração de creatinina. A taxa de filtração glomerular (TFG) foi calculada segundo descrição de Roeder, Su e Schaalje<sup>11</sup>, ou seja:  $TFG = V \times U_{Creat} / S_{Creat}$ , onde V= volume urinário mL/ peso vivo/ minuto.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software MINITAB<sup>12</sup>. As comparações dos valores médios entre e dentro dos grupos foram inicialmente avaliadas pelo teste F e quando significativas confrontadas pelo teste t de Student. Realizou-se também a comparação das médias gerais das variáveis entre as raças estudadas. Para tal cálculo, foram considerados todos os momentos de colheita, com exceção do tempo zero, dentro de cada grupo animal. Para o estudo da relação entre as variáveis, foram utilizados coeficientes de correlação e análise de regressão linear, com sua significância avaliada pelo teste F. Dados com distribuição não-paramétrica foram analisados pelo teste de Mann Whitney<sup>13</sup>.

## Resultados

Maior déficit de volume plasmático ( $P < 0,05$ ) foi determinado nos garrotes Gir (G), em relação ao Jersey (J), nas 14<sup>a</sup> h e 16<sup>a</sup> h do experimento (Figura 1). Maiores médias gerais ( $P < 0,00001$ ) desse déficit foram encontrados nos garrotes G ( $32,3 \pm 3,1$  %), em relação aos J ( $16,2 \pm 8,8$  %). Também foi constatado maior volume de líquido ruminal ( $p < 0,02$ ) nos garrotes G ( $21,4 \pm 6,5$  L), em comparação aos J ( $11,0 \pm 1,2$  L).

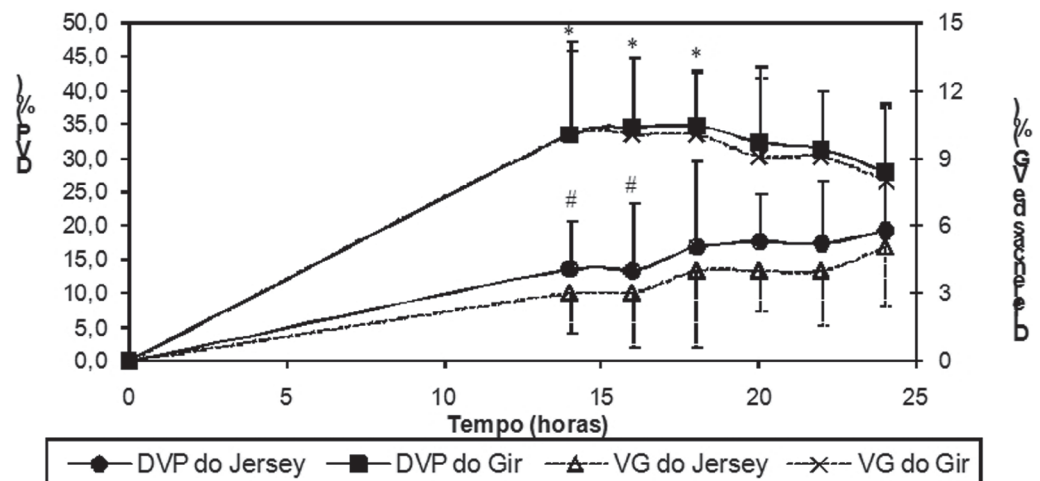
Devido à dispersão existente nos resultados basais de pH urinário, porém dentro dos limites normais<sup>14</sup> (5,5 – 8,0), optou-se por avaliar a diferença entre o valor obtido no momento zero dos outros tempos de colheita. Quando comparados pontualmente, não existiram diferenças no pH urinário ( $P > 0,064$ ) entre os grupos animais no decorrer da ALRA (Figura 2). Porém, na análise da média geral, o pH urinário dos bovinos G foi menor ( $P < 0,00001$ ) (Tabela 1).

As concentrações de creatinina sérica dos garrotes G foram maiores ( $P < 0,02$ ) que os do J nos tempos entre a 14<sup>a</sup> h e 24<sup>a</sup> h de indução (Figura 3). A TFG foi maior ( $P < 0,003$ ) nos J que nos G (Tabela 1).

A EF de lactato-L dos garrotes J foi maior ( $P < 0,05$ ) que a dos G, na 14<sup>a</sup> h, 18<sup>a</sup> h, 20<sup>a</sup> h, 22<sup>a</sup> h e 24<sup>a</sup> h (Figura 4), sendo também maior ( $P < 0,00001$ ) sua média geral, assim como a excreção total desse isômero durante a ALRA ( $P < 0,05$ ) (Tabela 1). A porcentagem de excreção fracionada urinária de lactato-D, na 14<sup>a</sup> h, foi maior ( $P < 0,05$ ) nos garrotes G (Figura 4), sendo também maior ( $P < 0,03$ ) sua média geral de EF (Tabela 1). Entretanto não existiu diferença ( $P > 0,47$ ), entre as raças estudadas, na excreção urinária total de lactato-D, durante a ALRA. O volume urinário dos garrotes J, durante toda a indução de ALRA, foi maior ( $P < 0,04$ ) que dos G (Tabela 1). Independente da raça, quanto maior a porcentagem de excreção fracionada urinária de lactato-D menor o pH urinário ( $r = - 0,69$ ) (Figura 5).

## Discussão

Um dos sintomas clínicos mais frequentes no quadro de ALRA é a presença de síndrome desidratada.<sup>15</sup> No decorrer do experimento ficou muito evidente que os bovinos G apresentaram maiores perdas de fluidos intravasculares, monitorado pelo maior DVP (Figura 1). Dois dos quatro

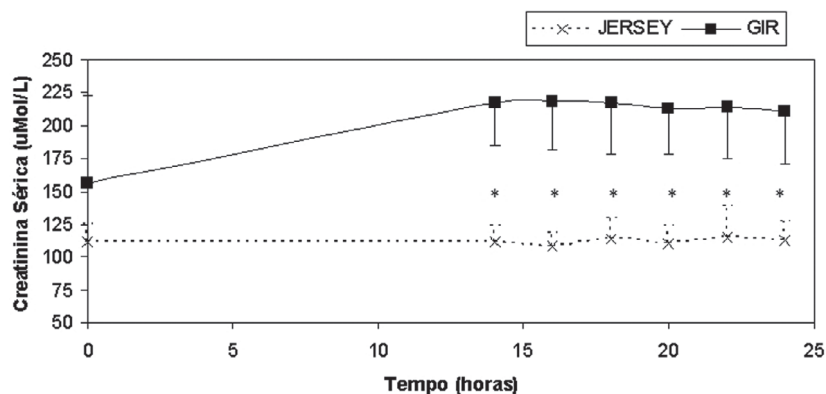


**Figura 1** – Valores médios do déficit de volume plasmático (DVP) e da diferença de Volume Globular (VG) em relação ao tempo zero de bovinos das raças Jersey e Gir, nos diversos tempos de indução da acidose láctica ruminal. Os símbolos "\*" e "#" indicam diferenças significativas do DVP e VG, respectivamente, entre as raças estudadas

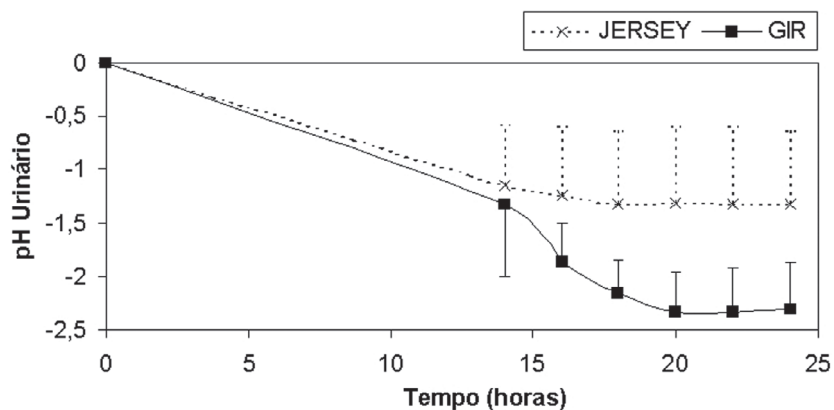
**Tabela 1** – Valores das médias gerais e dos desvios padrão de determinações feitas em urina de bovinos com acidose láctica ruminal, sendo considerados todos os momentos de colheita, com exceção do tempo zero, dentro de cada grupo animal

VARIÁVEL	RAÇA JERSEY		RAÇA GIR		p
	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	
Diferença de pH	-1,28	0,60	-2,06	0,54	0,00001
Taxa de Filtração Glomerular (mL/kg PV/min)	3,2	0,3	1,8	0,4	0,003
Volume Urinário (mL)	7180	3000	2750	450	0,04
EF urinária de Lactato-L (%)	1,57	0,59	0,33	0,08	0,00001
EF urinária de Lactato-D (%)	23,5	13,4	35,8	23,6	0,03
Excreção urinária total de Lactato-L (mMol)	28,5*	-	3,8*	-	0,05
Excreção Urinária Total de Lactato-D (mMol)	837,9*	-	516,2*	-	0,47

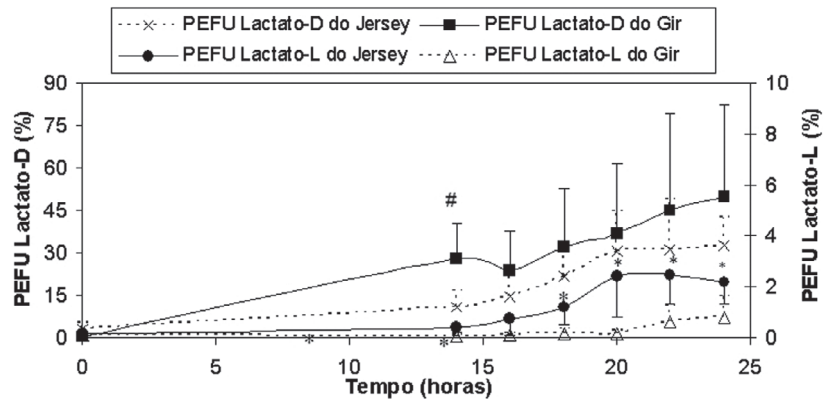
\*Foi usado o Teste Não-Paramétrico de Mann-Whitney, que utiliza valores de mediana.



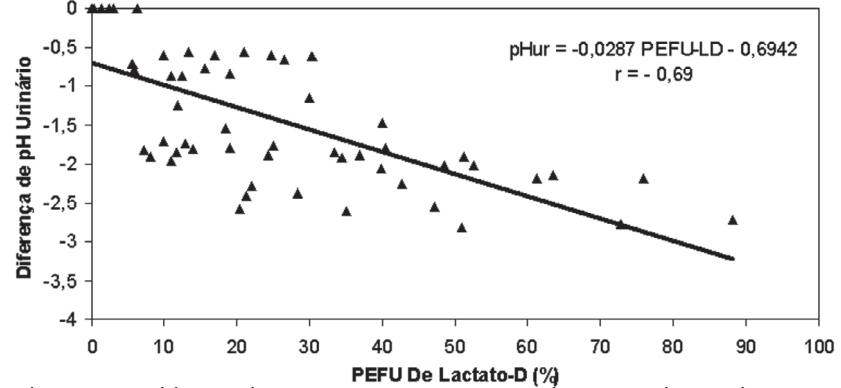
**Figura 2** – Valores médios da diferença do pH urinário de bovinos das raças Jersey e Gir, nos diversos tempos de indução da acidose láctica ruminal, em relação ao tempo zero



**Figura 3** – Valores médios de concentração de creatinina sérica de bovinos das raças Jersey e Gir, nos diversos tempos de indução da acidose láctica ruminal. O símbolo "\*" indica diferença significativa do parâmetro entre as raças estudadas



**Figura 4** – Valores médios de porcentagem de excreção fracionada urinária (PEFU) de lactato-D e lactato-L de bovinos das raças Jersey e Gir, nos diversos tempos de indução da acidose láctica ruminal. Os símbolos "\*" e "#" indicam diferenças significativas da PEFU de lactato-L e D, respectivamente, entre as raças estudadas



**Figura 5** – Relação entre a diferença do pH urinário e a porcentagem de excreção fracionada urinária (PEFU) de lactato-D de bovinos das raças Jersey e Gir com acidose láctica ruminal, induzida experimentalmente com sacarose

animais da raça Gir apresentaram enoftalmia, sintoma clínico indicativo de alto grau de desidratação, enquanto nenhum bovino J exibiu tal manifestação. Huber<sup>5</sup> demonstrou, em ovinos, que na ALRA há passagem de fluidos do organismo para o rúmen, devido a um expressivo aumento da osmolaridade no conteúdo ruminal, tornando-se esta superior a do plasma. Embora no presente experimento não se tenha avaliado a osmolaridade nesses fluidos, constatou-se que ocorreu ao término do experimento um expressivo aumento no volume ruminal dos bovinos G, sugerindo que a desidratação tenha surgido por maior passagem de fluidos para o rúmen.

O motivo da maior desidratação nos garrotes G não pode ser determinado, devido a não mensuração das osmolaridades no conteúdo ruminal e no sangue. Embora a

produção de ácido láctico tenha sido idêntica no fluido ruminal de ambas as raças, a absorção deste ácido, em especial o isômero D, foi bem menor nos bovinos G<sup>2,4</sup>. Especula-se que a menor absorção de ácido láctico pelos bovinos G contribuiu para uma menor osmolaridade sanguínea, aumentando a diferença de osmolaridade entre rumem e sangue, o que pode ter provocado uma maior passagem de fluidos para o rúmen, em relação aos bovinos J.

A hipovolemia interferiu negativamente na irrigação renal dos bovinos G, visto que estes apresentaram maiores teores de creatinina sérica (Figura 3), tiveram menores TFG e excretaram menores volumes de urina no decorrer do experimento (Tabela 1). Induzindo ALRA em ovinos, Huber<sup>5</sup> verificou que a TFG só se apresentava reduzida quando a lactemia total

era superior a 30,6 mMol/L e o pH sanguíneo inferior a 6,89. Os bovinos deste presente experimento, apesar de reduzirem a TFG, em momento nenhum apresentaram lactemia superior a 17 mMol/L, e pH inferior a 7,15.<sup>4</sup> Esses resultados indicam que a hipovolemia, possivelmente, associada em menor grau a acidemia são causas mais importantes de redução da TFG do que a própria lactemia.

Mesmo não ocorrendo diferenças pontuais no pH urinário (Figura 2), a média geral dos valores de pH demonstrou claramente que os animais do grupo G eliminaram mais ácidos pela urina que os do grupo J (Tabela 1). Embora a diferença do pH médio global entre os grupos animais seja aparentemente baixa (-0,78; calculado da subtração de -1,28 de -2,06; Tabela 1), ela é demonstrativa que ocorreu uma marcante excreção de ácidos no grupo G. O pH é igual ao logaritmo negativo da concentração hidrogeniônica, assim a queda de um grau na escala (por exemplo, de pH 6 para pH 5) representa um aumento no teor de íons H<sup>+</sup> de 10 vezes na solução. No presente trabalho -0,78 graus significam uma excreção seis vezes maior de íons H<sup>+</sup> pela urina. Sem dúvida, o menor volume de excreção urinária dos bovinos G (Tabela 1) determinou que a urina destes ficasse mais concentrada. Todavia, enquanto que o volume diminuiu 2,4 vezes em relação ao grupo J a eliminação de íons H<sup>+</sup> foi seis vezes maior, indicando que realmente os garrotes G tiveram maior capacidade de excretar ácidos. Esse resultado, em parte, explica porque os zebuínos exibiram menores quedas no pH sanguíneo no decorrer da ALRA que os taurinos.<sup>4</sup>

Considera-se como um fato negativo a maior excreção fracionada de lactato-L, assim como a maior excreção urinária total deste isômero nos bovinos J (Tabela 1; Figura 4). Este lactato pode ser considerado como o “bom” lactato, pois a oxidação no organismo de uma molécula consumirá no processo um íon H<sup>+</sup>, diminuindo assim a acidose metabólica sistêmica.<sup>3</sup> Além da excreção do lactato-L ter sido muito baixa nos garrotes G, a utilização sistêmica deste isômero

foi bem eficiente nos bovinos desta raça.<sup>4</sup>

Os bovinos G apresentaram maiores porcentagens de excreção fracionada urinária de lactato-D que os J, indicando que os primeiros conseguiram eliminar mais adequadamente este isômero pela urina (Tabela 1; Figura 4). Contudo, corrigindo pelo volume total urinário não ocorreu diferença na excreção urinária total de lactato-D entre as espécies estudadas (Figura 1). Segundo Dunlop<sup>1</sup> a excreção renal de lactato pela urina é de grande importância para o bem estar de ruminantes com ALRA.

Embora os bovinos G tenham apresentado maior hipovolemia e menor filtração glomerular, parte destes efeitos deletérios foi compensada com maiores eliminações de íons H<sup>+</sup> e com a menor depuração de lactato-L.

Independente da raça, quanto maior a porcentagem de excreção fracionada de lactato-D na urina, maior foi a diferença no pH urinário ( $r = -0,69$ ; Figura 5). Esta correlação sugere que os íons H<sup>+</sup> são excretados na urina provavelmente associados ao lactato-D.

## Conclusões

O quadro de ALRA gerou maior hipovolemia e volume ruminal e menor filtração glomerular e volume excretado de urina nos bovinos G. Mesmo assim, estes apresentaram maior eficiência na excreção urinária de íons H<sup>+</sup> e de lactato-D que os J, embora não tenha existido influência racial na quantidade total excretada de lactato-D na urina. Os zebuínos excretaram menores quantidades de lactato-L pela urina. Independente da raça, quanto maior foi a excreção fracionada urinária de lactato-D maior foi a excreção de íons H<sup>+</sup> na urina.

## Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa ao primeiro autor. Às técnicas Clara Satsuki Mori e Regina Mieko Sakata Mirandola pela colaboração nas determinações laboratoriais.



## Influence of the breed on volemia and renal function in cattle with experimentally induced acute rumen lactic acidosis.

### Abstract

To study volemia and renal function in cattle with acute rumen lactic acidosis (RLA) five Jersey (J) (*Bos taurus*) and five Gir (G) (*Bos indicus*) steers were used. Blood, urine and ruminal fluid samples were collected throughout 24h after RLA induction. Higher levels of hipovolemia ( $p < 0.00001$ ), and total rumen volume ( $p < 0.05$ ), lower glomerular filtration ( $p < 0.003$ ) and urinary volume ( $p < 0.05$ ) were detected in the G steers. Nevertheless, these steers excreted more efficiently H<sup>+</sup> ( $p < 0.0001$ ); although higher urinary D-lactate fractional excretion was seen in the G steers similar amounts of D-lactate were excreted by both breeds throughout the trial. Lower urinary levels of L-lactate were excreted by G steers. The higher the urinary pH, the lower the D-lactate fractional excretion in both breeds.

### Key words:

Cattle.  
Jersey.  
Gir.  
Lactic acidosis.  
Volemia.  
Renal function.

### Referências

- 1 DUNLOP, R. H. Pathogenesis of ruminant lactic acidosis. **Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine**, v. 16, p. 259-302, 1972.
- 2 MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade de bovinos das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal: I – Variáveis ruminais e fecais. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 55-59, 2002.
- 3 HUBER, T. L. Effect of ration on liver oxidation of racemic lactate and of thiamine on blood lactate clearance. **Journal of Animal Science**, v. 28, p. 98-102, 1969.
- 4 MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade de bovinos das raças Jersey e Gir à acidose láctica ruminal: II – Acidose metabólica e metabolização do lactato-L. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 61-65, 2002.
- 5 HUBER, T. L. Lactic acidosis and renal function in sheep. **Journal of Animal Science**, v. 29, p. 612-615, 1969.
- 6 BRAWNER, W. R.; HENTGES, J. F.; MOORE, J. E.; NED, F. C.; HIMES, J. A. Naturally-induced bovine lactic acidosis. **Journal of Animal Science**, v. 28, p. 28, 1969.
- 7 ORTOLANI, E. L. Induction of lactic acidosis in cattle with sucrose: Relationship between dose, rumen fluid pH and animal size. **Veterinary and Human Toxicology**, v. 37, n. 5, p. 462-464, 1995.
- 8 KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932 p.
- 9 LUTSGARTEN, J. A.; WENK, R. E. Simple, rapid, kinetic method for serum creatinine measurement. **Clinical Chemistry**, v. 18, n. 11, p. 1419-1422, 1972.
- 10 PRYCE, J. D. A modification of Barker-Summerson method for the determination of lactic acid. **Analyst**, v. 94, p. 1151-1152, 1969.
- 11 ROEDER, B. L.; SU, C. L.; SCHAALJE, G. B. Acute effects of intravenously administered hypertonic saline solution on transruminal rehydration in dairy cows. **American Journal of Veterinary Research**, v. 58, n. 5, p. 549-554, 1997.
- 12 MINITAB. **User's Manual**. New York: Addison-Wesley, 2000. CD-ROM. The student edition of MINITAB statistical software adapted for education. Release 13.0.
- 13 LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. **Agricultural experimentation – design and analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1978. 350 p.
- 14 ORTOLANI, E. L. Diagnóstico de doenças nutricionais e metabólicas por meio de exame de urina em ruminantes. In: SIMPÓSIO PATOLOGIA CLÍNICA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. p. 91-102.
- 15 MENDES NETTO, D.; ORTOLANI E. L. Evaluation of sodium bicarbonate or lactated Ringer's solution for the treatment of rumen lactic acidosis in steers. **Veterinária Notícias**, v. 6, n. 2, p. 31-39, 2000.