

## Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras submetidas à diferentes níveis de monensina sódica nas rações<sup>1</sup>

*Blood parameters of dairy cows fed different dietary sodic monensin levels*

GANDRA, Jefferson Rodrigues<sup>1\*</sup>; RENNÓ, Francisco Palma<sup>1</sup>; SILVA, Luis Felipe Prada<sup>1</sup>; FREITAS JÚNIOR, José Ésler<sup>1</sup>; MATURANA FILHO, Milton<sup>1</sup>; GANDRA, Érika Rosendo de Sena<sup>1</sup>; D'ANGELO, Leonardo Santos<sup>1</sup>; ARAÚJO, Ana Paulo Chaves de<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Nutrição e Produção animal, Pirassununga, São Paulo, Brasil.

\*Endereço para correspondência: jeffersongandra@usp.br

### RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar a utilização de diferentes níveis de monensina sódica nas rações de vacas em lactação e seus efeitos sobre os parâmetros sanguíneos. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, distribuídas em quatro quadrados latinos 3 × 3 balanceados, conforme os tratamentos: 1) controle - ração à base de milho, farelo de soja e, como volumoso, silagem de milho, sem monensina, 2) M24 - adição de 24 mg/kg de matéria seca (MS) de monensina na ração, 3) M48 - adição de 48 mg/kg MS de monensina sódica na dieta. A monensina foi adicionada ao concentrado. As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia e/ou artéria coccígea para obtenção do soro ou plasma para as análises laboratoriais. Foram determinadas as concentrações sanguíneas de glicose, triglicérides totais, colesterol total, colesterol-HDL, colesterol-LDL, colesterol-VLDL, proteínas totais, albumina, uréia, nitrogênio uréico no soro, aspartato aminotransferase e gama-glutamyltransferase e a fosfatase alcalina. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) das rações fornecidas sobre os parâmetros sanguíneos analisados, exceto para a enzima fosfatase alcalina. A adição de monensina sódica nas rações de vacas em lactação, nos níveis utilizados neste estudo, não influencia os parâmetros sanguíneos.

**Palavras-chave:** ionóforos, lactantes, metabólitos sanguíneos

### SUMMARY

This study aimed to evaluate the effect of feeding sodic monensin on blood parameters of dairy cows. Twelve Holstein cows were allotted to four balanced 3x3 Latin squares, according to the following treatments: control (C) - basal diet without sodic monensin addition; Monensin 24 (M24) - addition of 24 mg/kg DM of sodic monensin in the diet; and Monensin 48 (M48) - addition of 48 mg/kg DM of sodic monensin in the diet. Monensin was added to concentrate. Blood samples were collected by puncture of the vein and/or artery coccygeal, and then obtained the serum or plasma for laboratory testing. The blood concentrations of glucose, total triglycerides, total cholesterol, cholesterol-HDL, cholesterol-LDL, cholesterol-VLDL, total protein, albumin, urea and serum ureic nitrogen, aspartate aminotransferase, gamma glutamyltransferase and alkaline phosphatase were determined. No treatment effect ( $P > 0.05$ ) on blood parameters, except for the enzyme alkaline phosphatase, was observed. The dietary sodic monensin levels used in this trial do not affect the blood parameters.

**Keywords:** blood metabolites, breastfeeding, ionophores

## INTRODUÇÃO

A monensina sódica é um ionóforo aprovado para uso em vacas leiteiras em lactação em vários países, incluindo Austrália, Argentina, Canadá, Brasil, Nova Zelândia, África do Sul e, recentemente, Estados Unidos. Esse inóforo altera o fluxo dos íons monovalentes pela membrana das bactérias gram-negativas, rompendo sua função normal e causando a sua lise (DUFFIELD & BAGG, 2000). O resultado da troca numérica das populações bacterianas ruminais tem vários impactos no metabolismo de ruminantes, inclusive melhoria no metabolismo energético e protéico. O aumento da participação de bactérias gram-positivas no rúmen altera os produtos finais da fermentação, pelo aumento da proporção de propionato e pela redução das proporções de acetato e butirato (MCGUFFEY et al., 2001).

Em relação aos metabólitos sanguíneos, a monensina proporciona mudança no perfil plasmático de vacas leiteiras, principalmente no metabolismo energético pela glicose, ácidos graxos não-esterificados e  $\beta$ -hidroxibutirato. A monensina tem efeito também no metabolismo protéico no nível plasmático, pois promove alteração das concentrações de nitrogênio uréico plasmático (NUP) (DUFFIELD et al. 2008). As poucas informações disponíveis na literatura sobre os efeitos da monensina no metabolismo lipídico indicam que não há efeito direto sob os níveis plasmáticos de colesterol total em vacas leiteiras lactantes.

Duffield et al. (2008) avaliaram os efeitos da monensina no metabolismo de vacas leiteiras e constataram que esse ionóforo

aumenta em aproximadamente 3,0% os níveis de glicose e em 6,0% os níveis de uréia circulantes, mas não observaram efeito nas concentrações de colesterol total.

O aumento na concentração plasmática de glicose está relacionado ao aumento de propionato que chega ao fígado, em decorrência da mudança do perfil fermentativo ruminal da monensina (MARTINEAU et al., 2007). A maior concentração plasmática de NUP está associada à mudança da população bacteriana ruminal, causada pela adição da monensina que inibe as bactérias que deaminam as proteínas, diminuindo a concentração de N-NH<sub>3</sub> ruminal e aumentando o fluxo de aminoácidos para o intestino delgado (SCHELLING, 1984). Com intuito de monitorar a saúde e o perfil metabólico dos animais, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adição de monensina sódica em rações sobre os parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras no terço médio de lactação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Confinamento Experimental da Prefeitura do Campus de Pirassununga da Universidade de São Paulo (USP), em Pirassununga-SP, durante o período de outubro a dezembro de 2007. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa com  $542 \pm 32,25$  kg de peso corporal e produção média de 25,0 kg de leite/dia no início do experimento, com médias de 157 e 214 dias de lactação no início e final do experimento, respectivamente.

As vacas foram distribuídas em quatro quadrados latinos  $3 \times 3$  balanceados contemporâneos. O experimento foi

composto por três períodos de 19 dias: 14 dias de adaptação às rações e 5 dias de colheita de amostras. Os animais foram distribuídos aleatoriamente para receber uma das seguintes rações: controle (C), ração basal sem adição de monensina; monensina 24 (M24), ração basal com inclusão de 24 mg/kg MS de monensina sódica (Bobiovet 10 Premix<sup>®</sup>, Indukern do Brasil Química Ltda.); e monensina 48 (M48), ração basal com inclusão de 48 mg/kg MS de monensina sódica (Bobiovet 10 Premix<sup>®</sup>, Indukern do Brasil Química Ltda.). A monensina foi adicionada ao concentrado. As rações, água e sal mineral foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental. O volumoso utilizado durante o experimento foi silagem de milho.

Todas as rações foram formuladas para serem isonitrogenadas e atenderem as exigências nutricionais de vacas em lactação com aproximadamente 580 kg de peso corporal, 20 semanas de lactação, e produzindo diariamente 25,0 kg de leite com 3,5% de gordura, conforme recomendações do NRC (2001).

Para melhor controle da administração da monensina sódica, foi formulado um premix com a monensina sódica (Bobiovet 10 Premix<sup>®</sup>, Indukern do Brasil Química Ltda.), que foi fornecido aos animais durante o período experimental, juntamente com o concentrado, em dose correspondente a 24 ou 48 mg/kg MS de monensina sódica, exceto no tratamento controle, no qual os animais recebiam placebo.

Diariamente foram feitas pesagens das quantidades dos volumosos e concentrados fornecidos e das sobras de cada tratamento para estimativa do consumo. Os animais foram alimentados de acordo com o consumo de matéria seca no dia anterior, de forma a ser mantido

diariamente percentual entre 5 e 10% de sobras para não haver limitação de consumo. Após o preparo da mistura no cocho, as amostras dos alimentos fornecidos foram coletadas e armazenadas a -20°C para posteriores análises químico-bromatológicas. As coletas das amostras foram realizadas ao final de cada período experimental, após o período de adaptação às rações.

Nas amostras de sobras e alimentos fornecidos, foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica, cinzas, extrato etéreo, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido e lignina de acordo com metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). O teor de proteína bruta foi obtido pela multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25. Os teores de fibra detergente neutro e fibra detergente ácido foram obtidos conforme método descrito por Van Soest et al. (1991), utilizando-se  $\alpha$ -amilase e sem adição de sulfito de sódio na determinação da FDN.

Os teores de carboidratos totais (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992):  $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% Cinzas)$ ; os de carboidratos não-fibrosos (CNF), de acordo com Hall (2001):  $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ uréia} + \%uréia) + \%EE + \%MM + \% FDN]$ ; nutrientes digestíveis totais (NDT), segundo Weiss (1999):  $NDT (\%) = PBD + FDND + CNFD + (EED \times 2,25)$ , em que: PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; EED = extrato etéreo digestível, e de energia líquida de lactação ( $EL_L$ ), segundo o NRC (2001), em que  $EL_L (\text{Mcal/kg}) = [0,703X \text{ Energia metabolizável (Mcal/kg)}] - 0,19$  (Tabelas 1 e 2). Foram avaliados os consumos de

matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, extrato etéreo, carboidratos totais e não-fibrosos, consumo de NDT e energia líquida.

Os animais foram ordenhados mecanicamente duas vezes ao dia, às 6:00 h e às 16:00 h, e a produção de leite registrada diariamente, durante todo o período experimental, para acompanhamento do desempenho dos animais. A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLC) foi obtida segundo Sklan et al. (1994), em que:  $PLC = (0,432 + 0,1625 * G) * kg$  de leite ( $G = \%$  de gordura no leite). As amostras utilizadas na análise da composição do leite foram obtidas no 13<sup>o</sup> e no 16<sup>o</sup> de cada período experimental. As amostras compostas foram proveniente das duas

ordenhas diárias e acondicionadas em frascos plásticos com conservante (Bronopol<sup>®</sup>), mantidos entre 2 e 6°C, e encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP para determinação da composição do leite. Foram avaliados os teores de proteína bruta, gordura, lactose e extrato seco total, segundo metodologia descrita pela International Dairy Federation (IDF, 1996).

As colheitas de sangue foram realizadas no 16<sup>o</sup> dia de cada período experimental, por punção da veia e/ou artéria coccígea, anteriormente ao fornecimento das rações no período da manhã.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes do concentrado e das rações experimentais, expressa em porcentagem da matéria seca (% MS)

Ingredientes	Concentrado	Rações <sup>1</sup>
Silagem de milho	-	58,00
Milho moído	52,14	21,90
Farelo de soja	39,10	16,42
Uréia	1,74	0,73
Sulfato de amônio	0,12	0,05
Bicarbonato de sódio	1,48	0,62
Óxido de magnésio	0,05	0,02
Mistura mineral <sup>2</sup>	4,67	1,96
Calcário	0,24	0,10
Sal comum	0,48	0,20

<sup>1</sup>C = controle; M24 = 24 mg/kg MS da ração de monensina sódica; M48 = 48 mg/kg MS da ração de monensina sódica; <sup>2</sup>Composição por kg de mistura mineral: 180 g Ca; 90 g P; 20 g Mg; 20 g S; 100 g Na; 3.000 mg Zn; 1.000 mg Cu; 1.250 mg Mn; 2.000 mg Fe; 200 mg Co; 90 mg I; 36 mg Se; 900 mg F(máx.).

Tabela 2. Composição químico-bramatológica do concentrado, silagem de milho e rações experimentais

Nutrientes	Concentrado	Silagem de Milho	Rações <sup>1</sup>
Matéria seca <sup>2</sup>	89,42	28,96	54,36
Matéria orgânica <sup>3</sup>	89,98	94,47	92,58
Proteína bruta <sup>3</sup>	27,73	8,82	16,77
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro <sup>4</sup>	13,19	19,79	17,02
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido <sup>4</sup>	4,73	13,53	9,83
Extrato etéreo <sup>3</sup>	2,90	2,91	2,91
Carboidratos totais <sup>3</sup>	59,34	82,74	72,91
Fibra em detergente neutro <sup>3</sup>	14,72	57,37	39,46
FDN corrigida para cinzas e proteína <sup>3</sup>	9,89	53,20	35,01
Carboidratos não-fibrosos <sup>3</sup>	51,13	25,37	36,19
CNF corrigido para cinzas e proteína <sup>3</sup>	55,96	29,54	40,63
Fibra em detergente ácido <sup>3</sup>	7,94	37,46	26,08
Lignina <sup>3</sup>	1,07	5,44	3,61
Matéria mineral <sup>2</sup>	10,02	5,53	7,42
Nutrientes digestíveis totais <sup>5</sup>	82,48	62,73	71,02
Energia líquida de lactação <sup>5</sup>	2,11	1,47	1,74

<sup>1</sup>C = controle; M24 = 24 mg/kg MS da ração de monensina sódica; M48 = 48 mg/kg MS da ração de monensina sódica; <sup>2</sup> % Matéria natural; <sup>3</sup>% Matéria seca; <sup>4</sup> % Nitrogênio total; <sup>5</sup> Estimado pelas equações do NRC (2001).

FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos.

As amostras foram coletadas em tubos vacuolizados (*vacutainer*) de 10 mL, para dosagem de triglicérides, colesterol total, colesterol-HDL, proteínas totais, albumina, uréia, nitrogênio uréico no soro, aspartato aminotransferase (AST),  $\gamma$ -glutamilttransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FA), e tubos contendo fluoreto de sódio, para dosagem de glicose. As concentrações de colesterol-LDL e colesterol-VLDL foram determinadas indiretamente utilizando-se as fórmulas: colesterol-VLDL = triglicérides/5; e colesterol-LDL = colesterol total - (colesterol-HDL + colesterol-VLDL) (FRIEDEWALD et al., 1972).

Imediatamente após a colheita, os tubos foram refrigerados até a centrifugação, realizada a 2000 g durante 15 minutos,

para separação do plasma e soro. O centrifugado obtido foi transferido para tubetes plásticos, identificados e armazenados a -20°C, até as análises laboratoriais.

As análises foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Animal do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP por meio de *kits* comerciais, pelo método enzimático colorimétrico de ponto final em aparelho automático para bioquímica sanguínea (Sistema de Bioquímica Automático SBA-200 - CELM). Os *kits* utilizados foram: AST (GOT) SL, art. 1666; COLESTEROL E, art.1755; FOSFATASE ALCALINA CINÉTICA SL, art.1674; GLICOSE SL ENZIMÁTICO, art. 3863; HDL

COLESTEROL, art. 1763; PROTI A/G, art.1712; TRIGLICERÍDEOS GPO-POD ENZIMÁTICO, art. 0554; URÉIA ES, art. 0805; GAMA GT SL, art. 0350 da CELM (Companhia Equipadora de Laboratórios Modernos), respectivamente, para as análises de aspartato aminotransferase (AST), colesterol total, fosfatase alcalina (FA), glicose, colesterol-HDL, proteínas totais e albumina, triglicerídeos, uréia,  $\gamma$ -glutamilttransferase (GGT).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial simples utilizando-se o programa SAS (1999), versão 8.0, adotando-se nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de monensina sódica nas rações ocasionou redução ( $P<0,05$ ) do consumo de matéria seca (Tabela 3), que, em média, reduziu 2,94% e 12,42% nas rações com 24 e 48mg/kg de monensina sódica, respectivamente, em relação à ração controle.

Observou-se grande redução no consumo entre os animais alimentados com a ração com maior dose de monensina sódica, ou seja, 48 mg/kg MS. Essa redução no consumo de matéria seca (kg/dia) refletiu no consumo de matéria seca (%PV) e talvez esteja relacionada ao grande impacto na mudança da produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, que atuam no sistema metabólico de regulação do consumo via propionato hepático.

De acordo com informações disponíveis na literatura e com os resultados obtidos

neste estudo, as alterações no consumo quando vacas recebem suplementação com monensina dependem do nível de fornecimento deste ionóforo nas rações. Symanowski et al. (1999) utilizaram monensina na concentração de 0, 8, 16 e 24 mg/kg MS e observaram redução de consumo nos níveis de 16 e 24 mg/kg MS. De forma similar, McClary et al. (2005) avaliaram diversas doses de monensina (0, 7, 15 e 22 mg/kg MS) para vacas leiteiras e observaram que nos dois maiores níveis, houve redução do consumo.

A utilização de 15 a 24 mg/kg MS de monensina sódica nas rações de vacas leiteiras no terço médio de lactação parece ser o limite de fornecimento, no qual pode ocorrer alguma alteração no consumo. Doses de monensina superiores a 35 mg/kg MS se relacionam com significativa redução no consumo em vacas no terço médio da lactação. Ressalta-se que na literatura não está claro o efeito das doses de monensina quando utilizadas em associação a diferentes rações basais ou diferentes volumosos.

As doses de monensina sódica utilizadas neste estudo e seus efeitos no consumo de matéria seca em %PV estão intimamente relacionadas ao tipo de volumoso utilizado. A dose de 24 mg/kg MS associada à silagem de milho e ao estágio de lactação dos animais foi a que proporcionou o melhor desempenho produtivo dos animais. Desta forma, a resposta obtida com rações à base de silagem de milho como volumoso, como no caso deste estudo, ainda não está completamente definida (GANDRA et al., 2008).

Tabela 3. Médias e coeficientes de variação (CV) do consumo de matéria seca (CMS), produção diária de leite sem (PL) e com correção para 3,5% de gordura (PLC), teores e produção diária no leite de gordura (GL), proteína bruta (PB), lactose (LA), e eficiência produtiva (EP) em função das rações experimentais

Parâmetros	Rações Experimentais <sup>1</sup>			Médias	CV (%)	Valor de P <sup>2</sup>	
	Controle	M24	M48			L	D
CMS (kg/dia)	18,00	17,50	15,79	17,11	6,10	<0,001	0,127
CMS (% PV)	3,25	3,06	2,82	3,04	5,99	<0,001	0,716
PL (kg/dia)	23,92	24,58	22,63	23,71	5,33	0,022	0,009
PLC (kg/dia)	22,53	23,41	20,71	22,22	8,53	0,028	0,015
GL (%)	2,97	3,15	3,16	3,09	9,18	0,113	0,393
GL (kg/dia)	0,71	0,80	0,69	0,73	12,86	0,655	0,005
PB (%)	2,95	2,93	2,88	2,92	4,04	0,134	0,737
PB (kg/dia)	0,70	0,72	0,66	0,69	18,95	0,167	0,583
LA (%)	4,50	4,53	4,53	4,52	1,40	0,247	0,438
LA (kg/dia)	1,08	1,11	1,01	1,07	5,07	0,006	0,001
EP <sup>3</sup>	1,33	1,40	1,44	1,39	4,63	<0,001	0,472

<sup>1</sup>C = controle; M24 = 24 mg/kg MS da dieta de monensina sódica; M48 = 48 mg/kg MS da dieta de monensina sódica. <sup>2</sup>L e D = probabilidade para efeitos linear e desvio, respectivamente. <sup>3</sup>EP=produção de leite (kg/dia)/consumo de matéria seca (kg/dia).

Foram observados aumentos na produção de leite, com e sem correção, e nas produções de gordura e lactose (P<0,05) nas vacas alimentadas com ao ração com nível intermediário de monensina sódica. Essa maior produção de leite, com e sem correção para gordura nos animais alimentados com a ração com monensina na dose de 24 mg/kg de MS pode ser justificada pela ação benéfica da monensina no ambiente ruminal, e também por uma possível interação entre a dose de 24 mg/kg e a silagem de milho. Segundo Gandra et al. (2008), a utilização de monensina sódica na ração no nível de 24 mg/kg MS resultou em melhor desempenho em comparação à ração controle, uma vez que os animais produziram em média mais 0,66 kg/dia ou 2,7% de leite.

As doses de monensina sódica nas rações tiveram efeito linear (P<0,05) na eficiência produtiva, o que está relacionado principalmente à redução no consumo de matéria seca, uma vez que a produção de leite não se comportou de mesma forma, visto que as vacas submetidas alimentadas com a ração M48 apresentaram o menor consumo de matéria seca e a menor produção de leite e de seus componentes (Tabela 3).

Não efeito (P>0,05) das doses de monensina sobre os teores de gordura, proteína e lactose, no entanto foi observado efeito linear (P<0,05) para as produções de gordura e lactose. Esses resultados estão diretamente relacionados à produção de leite apresentada pelos animais. Segundo McGuffey et al. (2001) e Ipharraguerre & Clark (2003), vacas lactantes que receberam monensina na

ração tiveram produção de leite, em média, de 1,3 kg/dia ou 5% maior que a das vacas alimentadas com a ração controle. A maior parte dos estudos com monensina sódica em concentração próxima de 24 mg/kg MS adicionada na ração proporcionou melhor desempenho produtivo nas vacas em lactação nos terços médio e final de lactação em relação à ração controle. De forma semelhante, estudos com concentrações de monensina sódica em torno de 12 a 20mg/kg MS muitas vezes não tem comprovado resultados favoráveis sobre o desempenho produtivo e o mesmo ocorre com doses superiores a 35 mg/kg MS, como neste estudo (48 mg/kg MS). Assim, recomenda-se o uso de monensina para vacas no terço médio da lactação em até 24 mg/kg de MS.

Os resultados encontrados na literatura para composição do leite variam de acordo com a dose de monensina suplementada, o estágio de lactação dos animais, o nível de produção, o modo de suplementação da monensina e o tipo de ração basal (especialmente o volumoso). Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da adição de monensina sódica nas rações sobre os parâmetros sanguíneos glicose, triglicerídeos, colesterol total, colesterol-HDL, colesterol-LDL, colesterol-VLDL, proteína total, albumina, uréia, nitrogênio uréico no soro, aspartato aminotransferase,  $\gamma$ -glutamyltransferase (Tabela 4). No entanto, foi observado efeito das rações experimentais para a enzima fosfatase alcalina ( $P<0,05$ ), uma vez que a ração M24 apresentou 108,41U/L, o que indica intensa metabolização hepática neste nível de monensina.

Mesmo que não tenham sofrido efeito ( $P>0,05$ ) das doses de monensina, os

níveis de glicose plasmática foram elevados para todas as rações, o que está de acordo com os valores de referência relatados por Rebhun & Chuck (2000) para vacas lactantes, entre 45,00 a 75,00mg/dL.

A alteração no perfil fermentativo ruminal causada pelo uso de monensina poderia aumentar a concentração de propionato no rúmen que chega ao fígado, estimulando a gliconeogênese e elevando os níveis de glicose plasmática, entretanto, isso não ocorreu nos níveis de monensina utilizados neste experimento. Segundo Duffield et al. (2008), a utilização de monensina sódica na ração de vacas leiteiras pode resultar em aumento de 3,0% da concentração de glicose plasmática em vacas leiteiras e se relaciona também à fase de lactação e à dose de monensina recebida pelos animais, assim, tem sido relacionados aumentos de glicose plasmática, especialmente em vacas em início de lactação.

Melendez et al. (2004) e Martineau et al. (2007) avaliaram a adição de monensina para vacas no terço médio de lactação e encontraram valores mais baixos para as concentrações plasmáticas de glicose, de 58,50 e 60,54 mg/dL, respectivamente. No entanto, Silva et al. (2007) estudaram vacas lactantes no mesmo período de lactação e encontraram valores médios de glicose plasmática em torno de 66,00 mg/dL, o que reforça a relação desta variável com o estágio de lactação em que os animais se encontram. Neste estudo não foram observadas alterações da concentração plasmática de glicose nos dois níveis de monensina sódica utilizados nas rações, provavelmente em virtude da fase de lactação em que as vacas se encontravam.

Tabela 4. Médias e coeficiente de variação (CV) das concentrações sanguíneas de glicose (GLI), triglicerídeos (TRI), colesterol total (COT), colesterol HDL (C-HDL), colesterol LDL (C-LDL), colesterol VLDL (C-VLDL), proteínas totais (PTN), albumina (ALB), uréia (URE), nitrogênio uréico no soro (NUS), aspartato aminotransferase (AST),  $\gamma$ -glutamilttransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FA), em função das rações experimentais

Parâmetros	Rações Experimentais <sup>1</sup>			Médias	CV (%)	Valor de P <sup>2</sup>	
	Controle	M24	M48			L	D
GLI (mg/dL)	74,00	76,58	76,50	75,69	12,05	0,982	0,440
TRI (mg/dL)	14,27	15,24	15,75	15,09	23,22	0,315	0,855
COT (mg/dL)	257,92	297,33	247,00	267,42	41,62	0,813	0,268
C-HDL (mg/dL)	75,60	83,53	79,82	79,64	11,04	0,252	0,076
C-LDL (mg/dL)	179,48	210,75	164,03	184,75	61,45	0,742	0,342
C-VLDL (mg/dL)	2,85	3,05	3,15	3,01	23,22	0,315	0,855
PTN (g/dL)	5,96	6,14	6,10	6,07	11,59	0,647	0,668
ALB (g/dL)	3,02	3,03	3,12	3,06	9,91	0,429	0,713
URE (mg/dL)	40,00	41,92	42,17	41,36	11,09	0,261	0,613
NUS (mg/dL)	18,70	19,59	19,71	19,32	11,10	0,262	0,614
AST (U/L)	40,41	48,72	46,41	45,18	18,60	0,095	0,089
GGT (U/L)	18,35	19,67	19,10	19,07	13,26	0,433	0,324
FA (U/L)	96,41	108,41	103,83	102,88	8,62	0,054	0,016

<sup>1</sup>C = controle; M24 = 24 mg/kg MS da dieta de monensina sódica; M48 = 48 mg/kg MS da dieta de monensina sódica. <sup>2</sup>L e D = probabilidade para efeitos linear e desvio, respectivamente.

Apesar da ausência de efeito ( $P > 0,05$ ) das rações experimentais, os níveis de colesterol total, colesterol-HDL e colesterol-LDL foram elevados para a ração M24, enquanto os valores de triglicerídeos e colesterol-VLDL não foram alterados. Em estudos realizados por Abe et al. (1994), Martineau et al. (2007) e Silva et al. (2007), os valores plasmáticos de colesterol total foram menores que os encontrados neste trabalho, de 169,88 189,00 e 148,50 mg/dL, respectivamente.

Segundo Pogliani & Birgel Júnior (2007), os valores de referência para triglicerídeos e colesterol total de vacas Holandesas lactantes são de 16,54 e 133,50 (mg/dL), respectivamente. Os resultados encontrados neste trabalho

foram elevados para colesterol total e próximos ao valor-referência para triglicerídeos em todas as rações experimentais, o que pode ser justificado pelo estágio de lactação e nível de produção de leite dos animais avaliados, que podem estar relacionados aos níveis de colesterol elevados, em decorrência da fisiologia de mobilização de reservas corporais dos animais ao longo da lactação e produção de leite.

Segundo Duffield et al. (2008), a adição de monensina não tem a capacidade de alterar o perfil lipídico plasmático de vacas em lactação, uma vez que não altera o colesterol total. Essa informação parece controversa, em razão do pequeno número de estudos que mensuraram o

metabolismo lipídico em vacas submetidas a rações com monensina.

Neste estudo houve não se observou efeito ( $P>0,05$ ), contudo o valor do desvio da linearidade ( $P=0,076$ ) para as concentrações no soro de colesterol-HDL foi maior para os animais alimentados com a ração M24, valor semelhante do observado por Silva et al. (2007) ( $P=0,070$ ) na utilização de monensina nas rações sobre a concentração de colesterol-LDL. Esses resultados demonstram que, apesar de haver poucos relatos na literatura sobre o efeito da monensina sobre o metabolismo lipídico de vaca leiteiras, essa hipótese deve ser mais bem estudada, pois o número de estudos que mensuraram este parâmetro é reduzido.

As rações experimentais não tiveram efeito ( $P>0,05$ ) sobre as concentrações de proteína total e albumina no soro. Os valores encontrados foram semelhantes aos descritos por Rebhun & Chuck (2000), de 7,00 a 8,50 g/dL para proteínas totais e de 3,03 a 3,55 g/dL para albumina. Somente a ração controle apresentou valor menor que o referência para proteínas totais, o que pode ser explicado pela alta variação desse parâmetro na espécie bovina, que também varia de acordo com o estado fisiológico dos animais. Os resultados obtidos por Martineau et al. (2007) indicam maior concentração no soro de proteínas totais, de 7,47 g/dL, e valores semelhantes para a concentração no soro de albumina, de 3,55 g/dL.

Os níveis de uréia e nitrogênio uréico no soro foram numericamente mais elevados para as rações com monensina sódica, todavia, os valores obtidos encontram-se de acordo com relatos de Rebhun & Chuck (2000) de que os valores de uréia e nitrogênio uréico no soro podem chegar a até 64,2 mg/dL e 30 mg/dL,

respectivamente, em vacas em lactação. Os valores acima são de referência para animais clinicamente saudáveis, no entanto, segundo Abe et al. (1994), para o adequado desempenho reprodutivo de vacas em lactação, os valores encontrados neste trabalho estão acima dos preconizados.

De acordo com Duffield et al. (2008), a adição de monensina em rações para vacas em lactação pode aumentar os níveis de uréia plasmática em 6%. As concentrações de uréia mais altas podem ser resultado da maior concentração de proteína não degradada no rúmen (PNDR) e que chega ao intestino delgado. A monensina reduz a degradação da proteína no rúmen, provendo mais PNDR ao intestino delgado. Desta forma, aminoácidos não-essenciais são absorvidos no epitélio intestinal e podem ser utilizados como substrato para a gliconeogênese, de modo que a deaminação subsequente desses aminoácidos resultam em maiores concentrações de uréia no soro (DUFFIELD et al., 1998).

Os valores encontrados neste estudo são maiores que os obtidos por Abe et al. (1994), Martineau et al. (2007), Petersson-Wolfe et al. (2007) e Zahra et al. (2006), de 35,02; 28,30; 29,04; 25,92 mg/dL, respectivamente. No entanto, são semelhantes aos 40,19 mg/dL obtidos por Ramanzin et al. (1997) e menores que os 62,27 mg/dL de uréia no soro obtidos por Gallardo et al. (2006). Assim, os valores de uréia no soro para vacas em lactação com adição de monensina são divergentes nos estudos citados na literatura, pois dependem do estágio de lactação, do nível de produção e da ração basal dos experimentos citados.

Segundo Rebhun & Chuck (2000), os valores de referência para as enzimas

aspartato aminotransferase e  $\gamma$ -glutamiltansferase são de 34,76 e 17,40U/L, respectivamente, para vacas leiteiras em lactação. Os resultados obtidos neste trabalho, com concentrações médias de 45,18 e 19,07 U/L, para as enzimas aspartato aminotransferase e  $\gamma$ -glutamiltansferase, respectivamente, são próximos às concentrações citadas como referência. No entanto, numericamente, foram observados valores mais elevados para as rações com monensina, o que sugere intenso metabolismo hepático de nutrientes e poderia ser justificado no grupo M24 pela maior produção de leite dos animais.

Martineau et al. (2007) observaram valores mais elevados que os deste estudo para aspartato aminotransferase e  $\gamma$ -glutamiltansferase, respectivamente, de 99,40 e 37,50 U/L, em vacas leiteiras no terço médio de lactação recebendo 24 mg/kg MS de monensina. Provavelmente, o resultado encontrado por Martineau et al. (2007) se deve ao maior nível de produção dos animais.

Apesar de ter sido observado efeito ( $P < 0,05$ ) para a enzima fosfatase alcalina, os valores encontrados neste estudo estão próximos aos valores de referência citados por Rebhun & Chuck (2000), que podem variar de 0 a 400 U/L. A enzima fosfatase alcalina é um forte indicador de intensificação de metabolismo hepático de nutrientes quando está associada comparativamente ao aumento sérico de aminotransferase e  $\gamma$ -glutamiltansferase, o que foi comprovado neste trabalho, justificando o maior metabolismo e melhor desempenho dos animais que receberam monensina nas rações, especialmente a ração M24.

A avaliação da adição de monensina sobre os parâmetros sanguíneos de vacas em lactação deve ser criteriosa, pois as

variáveis mensuradas têm ampla margem de variação, que estão ligadas ao estado fisiológico dos animais dentro do ciclo produtivo. Os resultados deste estudo comprovaram que a utilização de monensina sódica na ração na dose de 24 mg/kg MS influencia positivamente o desempenho produtivo de vacas em lactação, mas não interfere de forma negativa na saúde desses animais.

A adição de monensina sódica nas rações de vacas no terço médio de lactação, apesar de não influenciar os parâmetros sanguíneos, deve ser mais estudada em vacas leiteiras em diversas fases do ciclo e níveis de produção utilizando diferentes tipos de rações.

## REFERÊNCIAS

ABE, N.; LEAN, I.J.; RABIEE, A.; PORTER, J.C.; GRAHAM, C. Effects of sodium monensin on reproductive performance of dairy cattle. II. Effects on metabolites in plasma, resumption of ovarian cyclicity and oestrus in lactating cows. **Australian Veterinary Journal**, v.71, p.277–282, 1994. [ [Links](#) ].

DUFFIELD, T.F.; LESLIE, K.E.; SANDALS D.; LISSEMORE, K.; MCBRIDE, B.W.; LUMSDEN, J.H.; DICK, P.R.; BAGG, P. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on postpartum energy indicators in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2354–2361, 1998. [ [Links](#) ].

DUFFIELD, T. F.; BAGG, R.N. Use of ionophores in lactating dairy cattle: a review. **Canadian Veterinary Journal**. v.41, p.388–394, 2000. [ [Links](#) ].

DUFFIELD, T.F.; RABIEE, A.R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the Impact of monensin in lactating dairy cattle. Part<sup>1</sup>. Metabolic effects. **Journal of Dairy Science**. V.91, p.1334–1346. 2008. [ [Links](#) ].

FRIEDEWALD, W.T.; LEVY, R.L.; FREDRICKSON, D.L. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterolin plasma,without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v.18, p.499-502, 1972. [ [Links](#) ].

GALLARDO, M.R.; CASTILLO, A.R.; BARGO, F.; ABDALA, A.A.; MACIEL, M.G.; PEREZ MONTI, H.; CASTRO, H.C.; CASTELLI, M.E. Monensin for lactating dairy cows grazing mixed-alfalfa pasture and supplemented with partial mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.644–652. 2005. [ [Links](#) ].

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. p.25. (Bulletin, 339) [ [Links](#) ].

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION - IDF. **Whole milk. Determination of milk fat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments**. Bruxelas, 1996. 12p. [ [Links](#) ].

IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.39-57, 2003. [ [Links](#) ].

MARTINEAU, R. ; BENCHAAAR, C. ; PETIT, H. V.; LAPIERRE, H.; OUELLET, D.R.; PELLERIN, D.R.; BERTHIAUME, R. Effects of lasalocid or monensin supplementation on digestion, ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5714-5725, 2007. [ [Links](#) ].

McCLARY, D.G., GREEN, R.B., THOMAS, E.E.; WILKINSON, J.I.D.; McGUFFEY, R.K.; AGUILAR, A.A.; MECHOR, G.D. Effect of rumensin on performance and health in lactating dairy cows. In: FOUR STATE NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 2005 Dubuque. **Proceeding...** Dubuque: Iowa State University, 2005. p.255-264. [ [Links](#) ].

McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.194-203, 2001. Suppl. [ [Links](#) ].

MELLENDEZ, P.; GOFF, J.P.; RISCO, C.A.; ARCHBALD, L.F.; LITTELL, R.; DONOVAN, G.A. Effect of a monensin controlled-release capsule on rumen and blood metabolites in Florida Holstein transition cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.4182-4189, 2004. [ [Links](#) ].

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washinton, D.C: National Academic Press, 2001. 381p. [ [Links](#) ].

PETERSSON-WOLFE, C.S.; LESLIE, K.E. ; OSBORNE, T. ; MCBRIDE, B.W.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; DUFFIELD, T.F. Effect of delivery method of monensin on dry matter intake, body condition score, and metabolic parameters in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.1870-1879, 2007. [ [Links](#) ].

POGLIANI, F.C.; BIRGEL JÚNIOR, E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinarin Research and Animal Science**, v.44, n.5, p.373-383, 2007. [ [Links](#) ].

RAMANZIN, M. ; BAILONI, L. ; SCHIAVON, S. ; G. BITTANTE, G. Effect of monensin on milk production and efficiency of dairy cows fed two diets differing in forage to concentrate ratios. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1136–1142, 1997. [ [Links](#) ].

REBHUN, W.C.; GUARD, C. **Doenças do gado leiteiro**. São Paulo: Rocca, 2000. 642p. [ [Links](#) ].

SAS INSTITUTE. **System user's guide**: versão8.0. Cary, 1999. [ [Links](#) ].

SCHELLING, G. Monensin mode of action in the rumen. **Journal Animal Science**, v.58, p.1518-1527, 1984. [ [Links](#) ].

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002. 235p. [ [Links](#) ].

SILVA, D.C.; SANTOS, G.T. ; BRANCO, A.F.; DAMASCENO, J.C.; KAZAMA, R.; MATSUSHITA, M.; HORST, J.A.; SANTOS, W.B.R.; PETIT, H.V. Production performance and milk composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.2928-2936, 2007. [ [Links](#) ].

SKLAN, D.; KAIM, M.; MOALLEM, U.; FOLMAN, Y. Effect of dietary calcium soaps on milk yield, body weight, reproductive hormones, and fertility in first parity and older cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.1652-1660, 1994. [ [Links](#) ].

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.S.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992. [ [Links](#) ].

SYMANOWSKI, J.T.; GREEN, H.B.; WAGNER, J.R.; WILKINSON, J.I.D. DAVIS, J.S.; HIRSMSTEDT, M.R.; ALLEN, M.S.; BLOCK, E.; BRENNAN, J.J.; HEAD, H.H.; KENNELLY, J.J.; NIELSEN, J.N.; NOCEK, J.E.; VAN DER LIST, J.J.; WHITLOW, L.W. Milk production and efficiency of cows fed monensin. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.75, 1999. Supl. [ [Links](#) ].

VAN SOEST, P.J.; MASON, V.C. The influence of Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.32, n.1, p.45-53, 1991. [ [Links](#) ].

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, Ithaca. **Proceeding**... Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185. [ [Links](#) ].

ZAHRA, L.C.; DUFFIELD, T.F.; LESLIE, K.E.; OVERTON, T.R.; PUTNAM, D.; LEBLANC, S.J. Effects of rumen-protected choline and monensin on milk production and metabolism of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.4808-4818, 2006. [ [Links](#) ].

Data de recebimento: 14/10/2008

Data de aprovação: 17/02/2009