

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

NOEMILA DEBORA KOZERSKI



MONENSINA SÓDICA NA DIETA DE VACAS LACTANTES EM PASTO TROPICAL

PALOTINA

2015

NOEMILA DEBORA KOZERSKI

MONENSINA SÓDICA NA DIETA DE VACAS LACTANTES EM PASTO TROPICAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, área de concentração em Produção Animal, linha de pesquisa em Nutrição, Manejo Animal e Forragicultura, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. José Antônio de Freitas
Co-orientador: Dr. Ricardo Dias Signoretti

PALOTINA
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

K88 Kozerski, Noemila Debora
Monensina sódica na dieta de vacas lactantes em
pasto tropical. Orientador, José Antônio de Freitas . - Palotina,
2015.
71p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor Palotina, PR -- Programa de Pós-Graduação em Ciência
Animal, 2015.

1. Ruminantes – Nutrição. 2. Parâmetros sanguíneos. 3.
Aditivo. I. José Antônio de Freitas. II. Universidade Federal do
Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título

CDU 620.91



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação


Ciência Animal

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

TERMO DE APROVAÇÃO

NOEMILA DEBORA KOZERSKI

MONENSINA SÓDICA NA DIETA DE VACAS LACTANTES, EM PASTO TROPICAL

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, Área de Concentração em Produção Animal, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Professor. Dr. José Antônio de Freitas
Presidente/Orientador: Universidade Federal do Paraná

Professor. Dr. Sérgio Rodrigo Fernandes
Universidade Federal do Paraná

Professor. Dr. Fernando de Paula Leonel
Universidade Federal de São João Del Rei

Palotina, 15 de junho de 2015

BIOGRAFIA DA AUTORA

Noemila Debora Kozerski, filha de José Kozerski e Iracema Teles Kozerski, nasceu em Realeza, Paraná, no dia 20 de julho de 1990.

Graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Paranaense (UNIPAR), na cidade de Umuarama, Paraná no ano de 2012. Durante a graduação foi bolsista de Iniciação Científica pelo CNPq e Fundação Araucária.

Em março de 2013 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal na Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, desenvolvendo seus estudos na área de Nutrição, Manejo Animal e Forragicultura sob a orientação do professor Dr. José Antônio de Freitas.

***"O fator decisivo para vencer o maior obstáculo é,
invariavelmente, ultrapassar o obstáculo anterior"***

Henry Ford

Aos meus maravilhosos pais, José e Iracema,
pelo incentivo e apoio incondicional nesta fase.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, por Tê-lo em minha vida, quando estive sozinha ou rodeada por pessoas, me iluminou e protegeu sempre. Trouxe-me a esta etapa e me levará a alcançar muitas coisas.

Ao meu pai José, grande incentivador desse mestrado, e minha mãe Iracema, que não há palavras para descrevê-la. Só posso agradecer. Obrigada por me amarem tanto, me ajudarem e desejarem meu sucesso. Não tem mensuração meu amor por vocês.

A mana Dalila, que por inúmeras vezes respeitou a decisão de esperar sua vez e que sempre me ajudou quando precisei, pelos desabafos e pelas palavras.

Ao meu amigo, meu companheiro, meu amor, Felipe. Esteve presente em todos os momentos dessa caminhada, participando das alegrias e das tristezas do mestrado, e me segurando nos momentos que mais precisei.

Ao meu orientador, professor José Antônio de Freitas, pela paciência, transmissão de conhecimentos, disponibilidade em me ensinar e por acreditar em mim.

Ao meu co-orientador, Dr. Ricardo Dias Signoretti. Obrigada por todo o apoio e ajuda no desenvolvimento da pesquisa. Obrigada por sua presença e colaboração durante o experimento e por me proporcionar um lugar maravilhoso para realizar a pesquisa.

Ao diretor da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA-Colina), Dr. Flávio Dutra de Resende, pela colaboração na execução do projeto.

A Phibro pelo financiamento do projeto.

Ao Sergio Fernandes por disponibilizar os kits para a realização de alguns parâmetros sanguíneos, ao valioso auxílio na literatura e formatações.

Aos estagiários, Bruna, Brigida, Lucas (Arara), Carlos (Carlão), que me ajudaram todos os dias. Foi bom demais ter a companhia de vocês. Muita história e quantas risadas. E trabalho, claro!

Aos funcionários do setor de bovinocultura leiteira da APTA de Colina. Marcelo, que entre as brincadeiras realizamos muito bem nosso trabalho, obrigada por toda a disponibilidade durante os meses que permaneci realizando a pesquisa. Ao Sr. Milton, Marquinho, Edinho e Verde (Francisco). Sem vocês não seria possível. E ao Tozinho que me ajudou nos deslocamentos. Obrigada pela simpatia.

Aos amigos que fiz na minha estadia em Colina e que não mediram esforços para me ajudar quando precisei: Andressa, Aline, Maurícia, Verônica, Naiara, João (Paraíba) e Randerson (Juca).

Aos meus grandes amigos de Palotina, que me ajudaram tanto: Alessandra, Mabeli, Dayanna, Maíra, Lidiane e Josi. Obrigada por me aguentar! Obrigada pelas distrações em momentos de tensão. Amo vocês!

A minha amiga Thaís Zamarian, por tantos momentos divididos e de força mutua, sabíamos que passaríamos por esta fase apesar das dificuldades. Obrigada por sua amizade.

A minha colega de mestrado Sandra Rozanski, pelas trocas de conhecimento, dicas e colaboração.

Ao colega e amigo Adilson Sponchiado, através do qual conheci o professor José e decidi pelo mestrado.

À Universidade Federal do Paraná, ao programa de Pós Graduação em Ciência Animal e a todos os professores, pela oportunidade de agregar conhecimento a minha carreira profissional.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização dessa etapa em minha vida.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

Objetivou-se com esse estudo determinar os efeitos da suplementação com monensina sobre as características produtivas (consumo de matéria seca, de nutrientes) digestibilidade, parâmetros sanguíneos e qualidade do leite de vacas leiteiras, em pastejo de Capim Tanzânia, suplementadas com concentrado proteico. Dezesseis vacas mestiças Holandês x Gir com médias de peso corporal e dias em lactação médios de $493,94 \pm 41,84$ kg e $118,69 \pm 41,74$ dias, respectivamente. Os animais foram divididos aleatoriamente em dois tratamentos, em delineamento "Cross over". Os tratamentos consistiam em dois níveis de adição de monensina (0 e 300 mg/animal/dia). Após as ordenhas, foi realizada, em baias individuais, a suplementação com concentrado (07:00 e 17:00h) na proporção de um kg de concentrado para cada três litros de leite produzido. Os animais passaram por um período de adaptação de 18 dias, seguidos de 10 dias coleta de amostras (leite, fezes, sangue) além de amostras de alimentos (pasto e concentrado). Não se verificou efeito ($p > 0,05$) da suplementação de monensina para as seguintes características produtivas: consumo de matéria seca, (CMS), de proteína bruta (CPB), de fibra em detergente neutro (CFDN), de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e na produção de de leite (PL, kg), leite corrigido para energia (PLCE, kg), eficiência alimentar (EA), concentrações de proteína (PROT), lactose (LAC), nitrogênio ureico do leite (NUL) e contagem de células somáticas (CCS). De forma semelhante, não foram verificadas ($p > 0,05$) efeito da monensina sobre as quantidades produzidas de gordura (kg GORD), proteína (kgPROT), sólidos totais (kgST). Por outro lado, a adição de monensina apresentou efeito ($p < 0,05$) sobre o teor de gordura do leite (GORD) e de sólidos totais (ST). Foi verificada influência ($p < 0,05$) da monensina sobre a digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), do NDT, da FDN e sobre consumo metabólico ($\text{gMS}/\text{kg}^{0,75}$), eficiência de conversão do concentrado para a produção de leite (ECONC). Não foi constatado ($p > 0,05$) efeito da monensina sobre a digestibilidade aparente da PB. Com relação aos parâmetros sanguíneos verificou-se influência ($P < 0,05$) da monensina apenas para teor de beta hidróxido butirato, sem alterações ($P > 0,05$) nos teores de glicose, ureia e ácidos graxos não esterificados (AGNE). A utilização de monensina em vacas leiteiras pode proporcionar muitos benefícios para a fermentação ruminal, principalmente para a digestibilidade dos nutrientes.

Palavras-chave: Aditivo, eficiência de produção, parâmetros sanguíneos, nutrição de ruminantes

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effects of supplementation with monensin on productive characteristics (dry matter intake and nutrient and digestibility), blood parameters and quality of dairy cows milk, grazing of grass Tanzania, supplemented with protein concentrate. Sixteen crossbred Holstein x Gyr cows with average body weight and days in lactation 493.94 ± 41.84 kg and 118.69 ± 41.74 days, respectively, were randomly divided into two treatments in design "Cross over". The treatments were control diet and control diet plus addition of 300 mg / animal / day of monensin. After milking, supplementation was carried out with concentrated (07:00 and 17: 00h) in the proportion of one kilogram of concentrate to three liters of milk which it was provided in individual pens. The cows had an adaptation period of 18 days, followed by 10 days of period for collecting samples (milk, feces, blood) as well as food samples (pasture and concentrate). There was no effect ($p > 0.05$) of monensin supplementation for the following productive characteristics like dry matter intake (DMI), crude protein (CPB), neutral detergent fiber (NDF), total digestible nutrients (CNDT), milk production (PL, kg), milk production corrected for energy (PLCE, kg), feed efficiency (EE), protein (PRT), lactose (LAC), milk urea nitrogen (MUN) and somatic cells counting (CCS). Similarly, it was not observed ($p > 0.05$) effect of addition of monensin on the fat production (kg GORD), protein (kgPROT) and total solids (kgST). However, monensin had effect ($p < 0.05$) on milk fat (FAT) and total solids (TS). It was found influence ($p < 0.05$) of monensin on dry matter digestibility (DMD), TDN, NDF digestibility, metabolic feed intake (gDM / kg0.75), efficiency of use of concentrate for milk production (ECMP). It was found ($p > 0.05$) influence of monensin on the apparent digestibility of CP. With regard to blood parameters it was found influence ($P < 0.05$) of monensin only on concentration of beta hydroxide butyrate, with no change ($P > 0.05$) in the levels of glucose, urea and non-esterified fatty acids (NEFA). The use of monensin in dairy cows can provide many benefits to ruminal fermentation, mainly for nutrient digestibility.

Keywords: Additive, production efficiency, blood parameters, ruminant nutrition

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
TABELA 1 - COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO PASTO E DO CONCENTRADO EXPERIMENTAL.....	40
TABELA 2 - MÉDIAS DO CONSUMO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES E DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL DA MATÉRIA SECA E NUTRIENTES, EM FUNÇÃO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS	46
TABELA 3 - MÉDIAS DA PRODUÇÃO DIÁRIA DE LEITE (PL), COM CORREÇÃO PARA 3,5% DE GORDURA (PLC -3,5%), TEORES E PRODUÇÃO DIÁRIA NO LEITE DE GORDURA (GOR), TEORES E PRODUÇÃO DIÁRIA DE PROTEÍNA BRUTA (PB), LACTOSE (LAC), SÓLIDOS TOTAIS (ST), NITROGÊNIO UREICO NO LEITE (NUL) CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS Log).....	49
TABELA 4 - MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DE GLICOSE (GLI), UREIA, ÁCIDOS GRAXOS NÃO ESTERIFICADOS (AGNE) E BETA HIDROXIBUTIRATO (BHB) EM FUNÇÃO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS	53

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1 - MECANISMO DE ATUAÇÃO DO IONÓFORO NO TRANSPORTE DE ÍONS PELA MEMBRANA CELULAR DE MICRORGANISMOS, SEGUNDO BERGEN E BATES (1984).....	20
FIGURA 2 - EFEITOS DA MONENSINA SOBRE O FLUXO DE ÍONS EM <i>STREPTOCOCCUS BOVIS</i> , SEGUNDO RUSSEL E STROBEL (1989).....	21
FIGURA 3 - COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL GLICOSE EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A ALIMENTAÇÃO DAS VACAS MESTIÇAS RECEBENDO DOIS NÍVEIS DE MONENSINA EM PASTAGEM	56
FIGURA 4 - COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL UREIA EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A ALIMENTAÇÃO DAS VACAS MESTIÇAS RECEBENDO DOIS NÍVEIS DE MONENSINA EM PASTAGEM	57
FIGURA 5 - COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL AGNE EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A ALIMENTAÇÃO DAS VACAS MESTIÇAS RECEBENDO DOIS NÍVEIS DE MONENSINA EM PASTAGEM	58
FIGURA 6 - COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL BHB EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A ALIMENTAÇÃO DAS VACAS MESTIÇAS RECEBENDO DOIS NÍVEIS DE MONENSINA EM PASTAGEM	59

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Aminoácidos
AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AGNE	Ácidos graxos não esterificados
AGV	Ácidos graxos voláteis
BHB	Beta hidroxibutirato
CCON	Consumo de concentrado
CCS	Contagem de células somáticas
CFDN	Consumo de fibra detergente neutro
CMS	Consumo de matéria seca
CNDT	Consumo de nutrientes digestíveis totais
CNF	Carboidrato não fibroso
CPB	Consumo de proteína bruta
CT	Carboidratos totais
CV	Coefficiente de variação
DAMS	Digestibilidade aparente de matéria seca
DPB	Digestibilidade de proteína bruta
DFDN	Digestibilidade de fibra detergente neutro
DNDT	Digestibilidade de nutrientes digestíveis totais
EA	Eficiência alimentar
ECC	Escore de condição corporal
EE	Extrato etéreo
EF CONC	Eficiência do uso do concentrado
FDA	Fibra detergente ácido
FDN	Fibra detergente neutro
FDNi	Fibra detergente neutro indigestível
GLI	Glicose

GOR	Gordura
PT	Proteínas totais
LAC	Lactose
ST	Sólidos totais
ha	Hectare
K	Potássio
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
Na	Sódio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NH ₃	Amônia
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NUL	Nitrogênio ureico no leite
NUP	Nitrogênio ureico no plasma
PB	Proteína bruta
PC	Peso corporal
PDR	Proteína degradável no rúmen
PLC	Produção de leite corrigida
PL	Produção de leite
PLCE	Produção de leite corrigida para energia
PNDR	Proteína não degradável no rúmen

SUMÁRIO

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. Ionóforos na alimentação de ruminantes	19
2.2. Efeitos gerais na fermentação e manutenção do pH.....	23
2.3. Monensina sódica: desempenho e saúde de vacas leiteiras	24
2.3.1. Consumo de matéria seca	26
2.3.2. Digestibilidade aparente total.....	28
2.3.3. Produção e composição do leite.....	29
2.3.4. Parâmetros sanguíneos	32
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3.1. Localização da área de estudo	37
3.2. Animais e delineamento experimental	37
3.3. Área e instalações.....	37
3.4. Manejo da pastagem e mensuração do pasto	38
3.5. Composição percentual do suplemento e composição bromatológica da dieta	39
3.6. Manejo dos animais	41
3.7. Fornecimento do aditivo	41
3.8. Produção e composição do leite	42
3.9. Coleta de sangue para determinação de glicose, ureia, AGNE e BHB.....	42
3.10. Ensaio de consumo e digestibilidade total.....	43
3.11. Avaliação do escore de condição corporal	44
3.12. Análises estatísticas	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. Consumo de matéria seca e digestibilidade aparente total dos nutrientes	45
4.2. Produção e composição do leite	49

4.3. Parâmetros sanguíneos	53
5. CONCLUSÃO	60
6. REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

As pastagens representam a principal fonte de alimento, de baixo custo para ruminantes. Mesmo com a crescente tecnificação dos sistemas produtivos leiteiros, a maior proporção do leite produzido no país possui bases nutricionais em pastagens, como as tropicais.

A intensificação da produção de leite à base de pastagens requer a escolha da espécie forrageira de forma bastante criteriosa, visando à maior produtividade de matéria seca, elevado valor nutritivo, elevada taxa de lotação, equilíbrio estacional e aceitabilidade pelos animais (GERDES et al., 2000).

No Brasil, as pastagens tropicais, como o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e o capim tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia), são utilizadas para a produção de leite, principalmente por apresentar características desejáveis quanto a qualidade e a produtividade em sistemas intensivos de produção de leite (SANTOS et al., 2005). Uma boa alternativa para melhorar a eficiência produtiva de animais em condições de pastejo tem sido o uso de aditivos que agem de modo a maximizar fermentação microbiana ruminal. Dentre os aditivos que podem ser utilizados na alimentação dos ruminantes, destaca-se a monensina, a qual é classificada como ionóforo.

Os ionóforos constituem um grupo de compostos apresentando considerável sucesso como aditivos alimentares para diversas finalidades em vários animais, atuando de forma a modificar o movimento dos íons através das membranas dos microrganismos modificando desta forma, a dinâmica microbiana do rúmen.

A manipulação da fermentação ruminal levou a extensa pesquisa na área de microbiologia ruminal nas últimas décadas, com o objetivo de controlar processos metabólicos no rúmen, favorecendo assim uma utilização mais eficiente dos nutrientes. Desde a década de 70, pesquisas têm sido realizadas na tentativa de manipular a digestão de fibra baseada em princípios de lignina química (RUMSEY, 1984) e a partir daí, os ionóforos tornaram-se reconhecidos como uma importante ferramenta na nutrição de ruminantes.

Bergen e Bates (1984), resumiram alguns efeitos metabólicos que os ionóforos provocam na fermentação ruminal: aumento da produção de propionato em relação a acetato; diminuição da quebra de proteína ruminal e desaminação; menor concentração de N-amoniaco, H^+ primário ou produtores de formato; inibição do

crescimento de bactérias gram-positivas; diminuição da produção de metano, principalmente devido à disponibilidade reduzida de H_2 e formato e diminuição da transferência de íons H^+ entre as espécies; diminuição da produção de ácido láctico sob condições induzidas de acidose; algumas evidências de *turnover* do conteúdo ruminal; uma ligeira inibição de protozoários; diminuição da viscosidade do fluido ruminal em animais com edema.

Podem ainda influenciar positivamente na produção de leite, porém a composição de gordura pode ser mais baixa em animais que recebem monensina. Quanto ao consumo de matéria seca, os estudos ainda são muito divergentes, pois acredita-se que são muito influenciados pelo tipo de dieta que consomem, concentrada ou volumosa. A digestibilidade de nutrientes também possui resposta variável.

Vacas lactantes são podem beneficiar-se de ionóforos de várias maneiras, sendo pelo aumento da produção até mesmo com os efeitos positivos sobre o metabolismo energético.

A hipótese do estudo é que a monensina sódica utilizada em dose adequada melhora o desempenho produtivo de vacas leiteiras mantidas sob condição de pastagem, no meio de lactação.

Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho avaliar os efeitos da adição de monensina sódica sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes, a produção e composição do leite, bem como parâmetros sanguíneos para vacas em lactação sob pastejo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IONÓFOROS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A definição de aditivo segundo a Normativa 15/2009/MAPA, é: substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano.

Os ionóforos são assim chamados devido a sua propriedade transportadora de íons, possuindo capacidade de formar complexos lipossolúveis com cátions e mediar seu transporte através das membranas lipídicas (PRESSMAN, 1968). São altamente lipofílicos, tóxicos para muitas bactérias, protozoários, fungos e organismos superiores, se encaixando na definição clássica de antibióticos. O exterior da molécula é hidrofóbico, enquanto que o interior é hidrofílico e capaz de ligar cátions.

As membranas celulares são compostas por bi camadas lipídicas, onde há necessidade de elevada energia de ativação para translocar íons. Os ionóforos são capazes de proteger e deslocar a carga de íons e facilitar seu movimento através das membranas (RUSSEL; STROBEL, 1989).

Os primeiros ensaios foram com aves utilizando a *Mycela* sp. como ação antibiótica contra a *Eimeria tenella*, realizado em 1962. A partir desta data um grande esforço foi realizado a fim de se desenvolver um produto com características antibióticas que pudesse ser utilizado na indústria animal. A primeira utilização eficaz da monensina foi nos Estados Unidos em 1971, em aves, com a finalidade de controlar a coccidiose, sendo que a maior produção foi impulsionada quando a aprovação pelo “US Food and Drug Administration”- FDA, foi obtida (CHAPMAN, 2009).

Nos EUA e no Brasil o seu uso para ruminantes, como aditivo se difundiu a partir da década de 80 (NAGARAJA et al., 1981; SPROTT et al., 1981; CAMPOS NETO et al., 1983; BERGEN e BATES, 1984; SCHELLING, 1984; GOODRICH et al., 1984; RUSSEL e STROBEL, 1989). Nacionalmente, a monensina sódica tem seu uso liberado para ser incluído em dietas para ruminantes em crescimento, terminação e vacas lactantes (OLIVEIRA et al., 2005b).

A monensina é um composto produzido por bactérias, principalmente do gênero *Streptomyces cinnamonensis*, que podem ser definidos como antibióticos por serem lipofílicos e tóxicos a muitos microrganismos (HANEY e HOEHN, 1967).

Segundo Russel e Strobel (1989), quando a monensina liga-se à membrana celular, a primeira reação que ocorre é a rápida saída de K^+ e a entrada de H^+ na célula, provocada pela mudança do gradiente iônico externo (Figura 1). O H^+ acumulado no interior da célula ocasiona a diminuição do pH. A célula responde a esta queda no pH exportando H^+ para fora e permitindo a entrada de Na^+ para o interior da célula. A segunda reação se caracteriza pelo transporte de Na^+ para dentro e de H^+ para fora da célula, embora esta seja menos eficiente que a primeira reação. Uma vez que o pH intracelular tenha sido revertido, a monensina causa um efluxo de H^+ e um influxo de Na^+ .

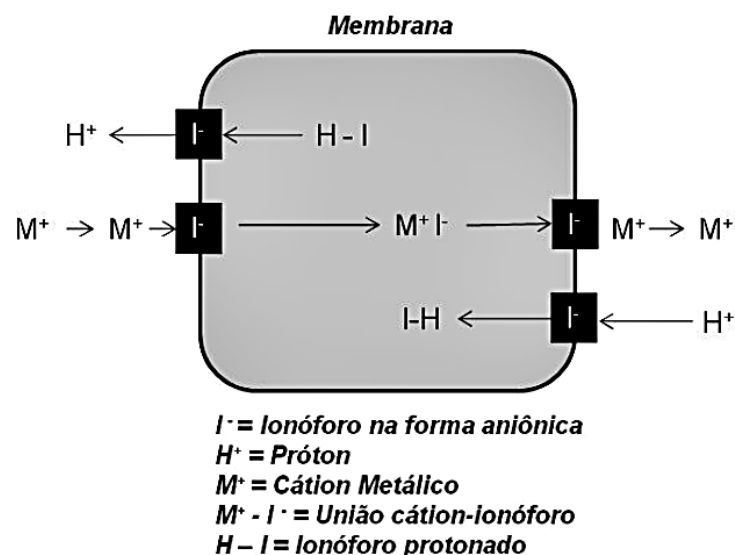


FIGURA 1 - MECANISMO DE ATUAÇÃO DO IONÓFORO NO TRANSPORTE DE ÍONS PELA MEMBRANA CELULAR DE MICRORGANISMOS. FONTE (BERGEN E BATES,1984)

Outra forma de exportar o H^+ é por meio da bomba de próton ATPase (Figura 2). Assim, grande parte da energia produzida pela célula é utilizada pelas bombas de Na^+/K^+ e de próton ATPase, na tentativa de manter o pH e o balanço iônico celular. Com o passar do tempo a célula se torna incapaz de continuar metabolizando a glicose, diminuindo a capacidade de crescimento e de reprodução das bactérias, que acabam morrendo ou assumem um nicho microbiano sem expressão ruminal (RUSSEL; STROBEL, 1989).

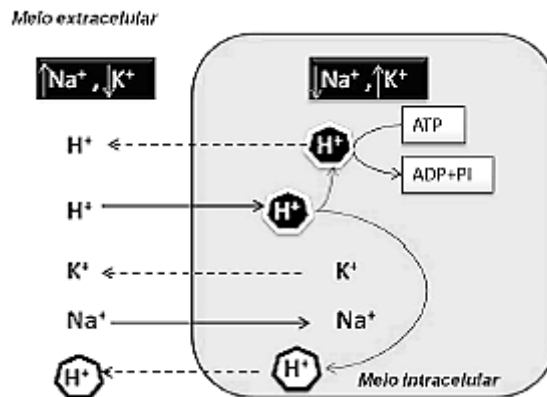


FIGURA 2 - EFEITOS DA MONENSINA SOBRE O FLUXO DE ÍONS EM *STREPTOCOCCUS BOVIS*.
 FONTE (RUSSEL E STROBEL, 1989).

A ação da monensina é principalmente sobre as bactérias gram-positivas, levando a uma alteração na fermentação ruminal, resultando em aumento da quantidade de energia e de N a partir dos alimentos em formas utilizáveis pelo animal. Sua ação sobre o consumo de matéria seca (CMS) é variável podendo haver redução ou não apresentar alteração (SAUER, KRAMER e CANTWELL, 1989). A alteração na fermentação ruminal é responsável por alterações na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) proporcionando aumento na glicose circulante e conseqüentemente melhorias e eficiência de produção de leite.

Schelling (1984) enumerou alguns fenômenos que levam a melhora do desempenho de ruminantes com a utilização de monensina: modificação na produção de ácidos graxos voláteis, alteração no consumo de alimentos e alteração na produção de gases, modificações na digestibilidade do alimento, alterações no enchimento do rúmen, taxa de passagem e utilização da proteína, levando a melhora do balanço energético e seus efeitos favoráveis sobre a saúde e a produção de leite.

Oliveira et al. (2005a) estudando parâmetros ruminais, sanguíneos e urinários, além da digestibilidade de nutrientes em novilhas recebendo diferentes níveis de monensina, relataram que o ionóforo promoveu alterações nos produtos da fermentação ruminal, digestibilidade e na perda de nitrogênio urinário.

A suplementação de monensina pode diminuir o acetato e o butirato e a relação acetato/propionato, aumentar o propionato. Broderick (2004) verificou que a adição de 12 mg/kg de MS de monensina na dieta de vacas holandesas múltiparas produzindo em média 39 kg/dia de leite e recebendo dieta a base de silagem de alfafa aumentou a concentração de propionato ruminal e diminuiu a concentração de acetato e butirato.

Ruiz et al. (2001) em estudo com 30 vacas holandesas multíparas recebendo forragem fresca e suplementadas com 350 mg/vaca/dia de monensina também encontraram aumento do propionato e diminuição do acetato. Segundo HUNGATE (1966) o processo de produção de ácido propiônico é energeticamente mais eficiente para o ruminante.

Para vacas em período de transição, o uso da monensina pode trazer benefícios. Utilizando uma dieta predominantemente concentrada com adição de monensina, Karcher et al. (2007) verificaram que as estratégias de alimentação durante o período de transição podem alterar a expressão de uma enzima gliconeogênica, muito importante no fígado, a fosfoenolpiruvato carboxinase. A ativação dessa enzima expressa pelo mRNA, sugere uma alimentação avançada para o mecanismo de controle metabólico em ruminantes que vincula o controle molecular da gliconeogênese com a abundância dos produtos finais da fermentação ruminal.

Nagaraja et al. (1981) e Schelling (1984), verificaram em dietas que continham níveis elevados de carboidratos rapidamente fermentáveis, que os ionóforos geralmente deprimiram o consumo de alimento, porém o ganho de peso não era diminuído e a conversão alimentar melhorava. Já quando as dietas continham consideráveis quantidades de forragem, os ionóforos não reduziram o consumo, porém a conversão alimentar sofria alteração negativa, com o aumento do ganho de peso.

Resultados discordantes foram encontrados por Rodrigues et al. (2007) que trabalhando com fêmeas mestiças, não lactantes e não gestantes, alimentadas com feno de Tifton, reduziram o CMS em 25,4 e 27,8%, para as formas de administração de 300mg/dia de monensina nas formas convencional e em cápsulas, respectivamente. Campos Neto et al. (1983), adicionaram 100 mg de monensina em dietas de novilhas da raça holandesa, recebendo 33% de concentrado e 67% de volumoso e verificaram ganho de peso semelhante ao controle, porém com redução no consumo de ração em 10% e melhora na eficiência alimentar.

Sprott et al. (1981) em revisão sobre os efeitos dos ionóforos em vacas de cria e novilhas para reposição, recebendo dietas a base de forragens, relataram efeitos positivos sobre o ganho de peso, conversão alimentar, intervalo de partos, redução na idade a puberdade e nenhum efeito prejudicial sobre a fertilidade.

2.2 EFEITOS GERAIS NA FERMENTAÇÃO E MANUTENÇÃO DO pH

A manipulação da fermentação ruminal pode controlar alguns processos no rúmen, podendo melhorar a eficiência da utilização dos nutrientes (NAGARAJA, 2003). Em bovinos na fase de transição da dieta, o uso de ionóforos, como a monensina, pode ser útil uma vez que a mesma reduz a contagem de bactérias gram-positivas produtoras de ácido láctico. A administração do ionóforo tem sido o principal fator de prevenção de acidose principalmente no período de transição para a dieta com elevada percentagem de grãos (OWENS et al., 1998; COE et al., 1999). Por outro lado, Coe et al.(1999) constataram, que quando se praticou o período de adaptação de 21 dias entre dietas não foi verificado efeito dos ionóforos sobre a manutenção do pH.

Segundo McGuffey, Richardson e Wilkinson (2001), Ipharraguerre e Clark (2003) e Duffield, Rabbie e Lean (2008), a dosagem recomendada para vacas leiteiras deve ser 16 mg/kg de MS para animais em crescimento ou em período de transição e 24mg/kg de MS para animais em produção. Plaizier et al. (2000) não recomendam doses superiores a estas, pois podem causar queda no desempenho produtivo dos animais ou até mesmo intoxicações.

A alimentação com ionóforos inibe a metanogênese ruminal, mas os ionóforos não são particularmente tóxicos para metanógenos (RUSSEL e STROBEL, 1989). Isso se deve a um declínio na produção de hidrogênio, o substrato primário para a produção de metano. As bactérias produtoras de hidrogênio e formato são inibidas por ionóforos, enquanto as bactérias produtoras de succinato e propionato são mais tolerantes.

Uma parte da proteína consumida pelos ruminantes é fermentada em AGCC e amônia pelos microrganismos ruminais. A NH_3 que não é utilizada pela microbiota ruminal é absorvida através do epitélio ruminal, onde no fígado é convertida em ureia. A monensina pode diminuir a produção de amônia provavelmente pelos efeitos “poupadores de proteína” (RUSSEL e STROBEL, 1989).

Yang e Russel (1993), relataram em estudo *in vivo* com vacas holandesas, que quando os animais foram alimentados com dietas com excesso de proteína degradável no rúmen (PDR0), grandes quantidades de amônia foram acumuladas, mas a monensina diminuiu a amônia em até 30% e esta diminuição pode ser explicada por uma diminuição de quase 10 vezes em bactérias ruminais que utilizam

aminoácidos e peptídeos como fonte de energia para o crescimento. Os aminoácidos que foram poupados de desaminação foram utilizados por outras bactérias e a concentração de proteína bacteriana no fluido ruminal aumentou. Com base nos resultados, concluíram que a monensina pode fornecer um meio de diminuir o desperdício de degradação de aminoácidos da dieta no rúmen.

Ali Haimoud et al. (1995) relataram redução da amônia ruminal e redução da degradação ruminal de proteína da dieta de vacas leiteiras alimentadas com monensina e, deste modo, mais proteína de origem alimentar atingiu o intestino inferior, sendo a síntese de proteína bacteriana não afetada. Segundo esses autores, a redução de amônia ruminal possui maiores benefícios quando as dietas são ricas em proteína solúvel e restrita em energia (por exemplo, animais alimentados com forragem).

O aumento do número de microrganismos ionóforos-resistentes, bactérias fibrolíticas, como a *F. succinogenes*, pode compensar o reduzido número de ionóforos-sensitivos, como o *Ruminococcus* spp. Além disso, os ionóforos causam maior taxa de retenção o que contribui para manter a digestão normal da fibra (LEMENAGER et. al, 1978).

2.3 MONENSINA SÓDICA: DESEMPENHO E SAÚDE DE VACAS LEITEIRAS

Os ionóforos são considerados aditivos não nutricionais, com capacidade de alterar a fermentação ruminal. A monensina sódica é um ionóforo, produzida pela cepa de *Streptomyces cinnamonensis* (DUFFIELD e BAGG, 2000).

O modo de ação da monensina sódica é a mudança no movimento de íons através de membranas, alterando o gradiente de prótons e em consequência o pH dentro da célula. Com esse gasto de energia pode haver redução no crescimento e reprodução, podendo levar a morte de determinado tipo de bactéria (McGUFFEY, RICHARDSON e WILKINSON, 2001).

Os benefícios da utilização de monensina incluem menor metabolização de gordura corporal, evidenciado pela redução de AGNE (ácidos graxos não esterificados) e cetonas, e aumento de glicose no sangue, levando a menores incidências de cetose e deslocamento de abomaso, reduzida perda de escure corporal, aumento da produção de leite e melhoria da eficiência produtiva (McGUFFEY, RICHARDSON e WILKINSON, 2001).

Erasmus et al. (1993) avaliaram os efeitos de dois grupos de tratamento com monensina (10 mg/kg e 20 mg/kg) em vacas multíparas, durante 4 a 12 semanas pós-parto e verificaram incremento na produção de leite de mais de 3 kg/dia comparados ao tratamento controle; no entanto, não foram observados efeitos para teor de gordura ou proteína no leite. Na dosagem de 300 mg/dia de monensina, Oliveira et al. (1992) e Campos Neto et al. (1995) verificaram melhor resposta em relação a produção de leite.

Em estudo conduzido por Phipps et al. (2000) avaliando a utilização de diferentes dosagens de monensina (150, 300 ou 450 mg/d) na dieta de vacas leiteiras multíparas, não foram verificadas diferenças no consumo de MS. Entretanto verificou-se melhorias na produção de leite de 2,8 kg/d e 2,5 kg/d para os níveis de 150 mg e 300 mg de monensina, respectivamente. Avaliando os níveis de gordura e proteína do leite, observaram efeito inverso em resposta as dosagens de monensina. Isso sugere um possível efeito de dose linear para monensina sobre o percentual de gordura do leite, que segundo estes autores pode estar associado ao efeito de diluição, pois incrementos na produção de leite geralmente são seguidos de redução nos teores dos principais constituintes, como gordura.

Ramanzin et al. (1997) postularam que a adição de monensina tende a influenciar os padrões de ácidos graxos voláteis (AGV), que podem ser benéficos para vacas leiteiras alimentadas com dietas ricas em volumosos pelo efeito glicogênico causado pela proporção concentrado/volumoso. Oferecendo duas dietas com relação volumoso/concentrado de 50:50 e 70:30 e com presença ou não de monensina (300 e 0 mg/dia), para vacas holandesas em lactação, observaram que o percentual de propionato aumentou 4,6% para a proporção 50:50 e 1,5% para a proporção 70:30 entre os animais que receberam monensina quando comparados ao tratamento controle. As percentagens de acetato e butirato diminuíram, o que resultou em maiores proporções de ácido propiônico.

Como prevenção da cetose, a monensina pode agir de forma a aumentar a produção de propionato que abastece o ciclo do ácido tricarbóxico com produtos intermediários, especialmente o oxaloacetato, não permitindo o acúmulo de acetato, prevenindo a ocorrência de cetose (ROGERS e DAVIES, 1982; SAUER, KRAMER e CANTWELL, 1989). Além destes benefícios, a utilização de ionóforos pode levar a uma maior taxa de escape da degradação ruminal de proteína verdadeira da dieta,

chegando ao intestino delgado pela menor desaminação de aminoácidos (ALI HAIMOUD et al., 1995).

Em revisão sobre a utilização de monensina para vacas de leite, McGuffey, Richardson e Wilkinson (2001) relataram dois estudos onde a eficiência leiteira das vacas melhorou em 3,6 e 7,0%. Segundo os autores, as vacas alimentadas com monensina perderam menos condição corporal em meados e final da lactação. Durante a restauração da condição corporal a ingestão de MS, de vacas alimentadas com monensina, diminuiu em relação aos controles, sem comprometer o rendimento do leite.

Duffield e Bagg (2000) acreditam que possa haver características do rebanho, possivelmente interações nutricionais, como o tipo de alimentação que o rebanho recebe (pastejo ou ração completa) que podem reduzir ou aumentar o impacto de ionóforos na produção leiteira, o período de lactação, o nível de produção e a dose utilizada de monensina. Os resultados divergentes encontrados para utilização da monensina para vacas em lactação indicam haver interação entre fatores dietéticos e fisiológicos (IPHARRAGUERE e CLARK, 2003).

2.3.1 CONSUMO DE MATÉRIA SECA

A produção animal é determinada pelo CMS, valor nutritivo do alimento e resposta do animal. O CMS constitui o primeiro ponto determinante do ingresso de nutrientes necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção animal, daí a importância deste fator dentro de um sistema de produção (NOLLER, NASCIMENTO JUNIOR, QUEIROZ, 1996).

O propionato possui efeito supressor sobre o consumo, pois estimula a síntese e liberação de insulina no sangue e então a modificação nos produtos finais da fermentação ruminal. Em dietas que contenham monensina sódica, o aumento da proporção molar de propionato pode ser suficiente para causar redução no consumo (ALLEN, 2000).

Schelling (1984) verificou que a inclusão deste ionóforo na dieta resultou em depressão do consumo voluntário de alimentos em torno de 10,7%, quando as dietas eram predominantemente concentradas, porém podem aumentar em até 15%, quando em condições de pastejo, explicado pelas alterações na digestibilidade da forragem, onde os níveis de ácido propiônico não seriam suficientes para chegar a

saciedade nessas dietas. Já Baile et al. (1979) constataram que a monensina reduz o consumo de alimentos em qualquer tipo de dieta, embora com maiores efeitos em dietas predominantemente concentradas.

Ramanzin et al. (1997) sugeriram que quando as vacas são alimentadas com dietas de alto teor de grãos, a administração de ionóforos pode resultar em menor CMS comparadas a rações com maior proporção de forragens. Entretanto, para vacas holandesas, recebendo duas relações volumoso:concentrado (70:30 e 50:50) e duas concentrações de monensina (0 e 300mg/dia por vaca), não obtiveram resultados significativos quanto a CMS. Resultados concordantes foram também verificados por ALZAHAL et al. (2008) e PHIPPS et al. (2000).

Sauer, Kramer e Cantwell (1989) trabalharam com vacas holandesas e verificaram que a inclusão de 15 g/ton proporcionou redução de 4,3% no CMS (14,5 para 13,5 kg/dia). Duffield, Rabbie e Lean (2008) verificaram incrementos na produção de leite e diminuição da ingestão de matéria seca em função da inclusão de monensina na dieta, comprovando aumento na eficiência energética.

Ipharraguere e Clark (2003) em revisão sobre a utilização de monensina sódica para vacas leiteiras, relataram que oito de 12 estudos sobre ionóforos não apresentaram diferenças significativas para CMS, mas considerando 14 experimentos com vacas em lactação em que a monensina foi administrada em doses iguais ou menores que 350 mg/vaca/dia, a diminuição média da CMS foi de 0,3 kg/dia, que é 1,5% menor que a média (20,5 kg/dia) de CMS do grupo controle.

Segundo Duffield, Rabbie e Lean (2008) a variação no consumo pode estar diretamente correlacionada com o período de lactação e a dose do ionóforo utilizado. Vacas em período de transição e no início da lactação não sofrem efeito no CMS com a utilização da monensina sódica nas dietas oferecidas. Já vacas no terço médio e final de lactação podem reduzir o CMS como ocorre com bovinos de corte (McGuffey et al., 2001; Ipharraguerre e Clark, 2003).

A variabilidade entre os estudos é provavelmente em razão das diferenças na fase de lactação e a redução no CMS pode estar associada aos requerimentos intrínsecos a cada animal. Para vacas em balanço energético positivo de energia (final da lactação ou vacas secas), a suplementação da dieta com monensina pode aumentar a disponibilidade de energia por unidade de ração consumida (Mcal/d), resultando em menor ingestão, do contrário, a energia adicional por causa da

suplementação com monensina é utilizada para melhorar o desempenho, podendo reduzir as perdas de reserva corporal ou para ambos (TEDESCHI et al., 2003).

2.3.2 DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL

A digestibilidade, definida como a fração do nutriente ingerido que não é recuperado nas fezes, constitui-se em um método indispensável para a avaliação dos alimentos e tem sido amplamente estudada em ruminantes. A determinação da digestibilidade de um alimento compreende a medida quantitativa dos nutrientes consumidos e das quantidades excretadas nas fezes (OLIVEIRA et al., 2005a).

A digestibilidade aparente total da matéria seca (MS) e dos nutrientes está intimamente relacionada a condições como pH, taxa de passagem e degradabilidade pelos microrganismos do rúmen (NRC 2001). A suplementação com o ionóforo modula a fermentação ruminal, alterando conseqüentemente o crescimento de alguns microrganismos ruminais e com isso o pH, modificando a digestibilidade de alguns nutrientes.

Mesmo podendo influenciar na digestibilidade aparente total de proteína e da fibra, o mecanismo fisiológico que leva a alteração em ambas não está totalmente elucidado devido às divergências de resultados na literatura (BENCHAAR et al., 2006).

Osborne et al. (2004) afirmaram que a digestibilidade da MS e dos nutrientes em dietas contendo monensina, podem sofrer influências pelas interações causadas pela ração oferecida para as vacas leiteiras, como o tipo de volumoso utilizado, o nível de produção dos animais, a dose de ionóforo utilizado e o período de lactação.

Para Rogers e Davis (1982) o aumento da digestão dos alimentos obtidos com o emprego da monensina pode ser explicado pelo aumento do tempo de retenção da MS no rúmen decorrente do menor consumo voluntário e, possivelmente, da maior secreção de insulina ocasionada indiretamente pela monensina, via aumento de propionato e glicose sanguínea, com conseqüente estímulo e aumento das secreções dos principais hormônios gastrintestinais (gastrina, secretina, colecistoquinina e peptídeo gastrointestinal - GIP) responsáveis pelo processo de digestão (TEIXEIRA, 1996).

Plaizier et al. (2000) trabalharam com vacas leiteiras no pré e pós parto e verificaram que o fornecimento de 335 ± 33 mg/dia de monensina na forma de cápsula

de liberação lenta, promoveu melhorias na digestibilidade da MS total e a degradabilidade da fibra detergente neutro (FDN) no pré-parto e do nitrogênio no pós-parto.

Comportamento semelhante também foi verificado por Oliveira et al. (2005a), que observaram melhora da digestibilidade de MS, extrato etéreo (EE) e dos carboidratos totais em novilhas da raça Holandesa que receberam monensina nas dosagens de 14, 28 e 42 mg/kg de MS dieta. Segundo os autores, o melhor resultado foi obtido com o nível de 28 mg/kg de MS.

Outros resultados ainda reportam aumento da digestibilidade como em estudo realizado por Benchar et al. (2006), onde foram suplementadas vacas ao início da lactação com 16 mg/kg de MS de monensina sódica. Estes autores observaram aumento da digestibilidade aparente total da proteína do farelo da soja em 2% quando comparados ao controle (18,0 vs. 16,8%). A taxa de degradação da proteína bruta (PB) foi maior com monensina quando comparada aos animais que não receberam o ionóforo (6,0 vs. 5,5%/h).

Santos (2011) ofereceu 0, 12, 24 e 48 mg/kg de MS de monensina sódica a vacas holandesas entre 90 e 180 dias de lactação, que recebiam ração basal e volumoso de silagem de milho, não obteve diferenças entre tratamentos para digestibilidade aparente total de MS, MO, EE, CNF, CT e NDT. Entretanto, verificou efeito linear crescente na digestibilidade aparente total da proteína bruta.

2.3.3 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

Os nutrientes ingeridos pelas vacas constituem-se nos precursores diretos ou indiretos dos principais componentes sólidos do leite. Esses precursores oriundos do sangue possuem concentrações bastante diferentes daqueles encontrados no leite.

Alguns substratos extraídos do sangue pela glândula mamária são glicose, aminoácidos, ácidos graxos e minerais, sendo a glicose o principal precursor de lactose, ácido cítrico e maior parte do glicerol dos triglicerídeos sintetizados nas células mamárias. Os precursores para a síntese de proteína do leite são aminoácidos livres do sangue em 90% e proteínas séricas em 10% (GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003).

O ácido propiônico é o precursor da glicose, e esta é precursora da lactose, deste modo esta controla a síntese do leite, tornando-se a maior reguladora da osmolaridade do leite sintetizado pela glândula mamária, influenciando assim a quantidade de leite secretada. Porém, as respostas dos bovinos podem ser variáveis e dependentes da relação volumoso:concentrado, estágio de lactação e nível de produção.

Ao início da lactação, a utilização de monensina pode reduzir em 2% o consumo e aumentar a produção de leite em 9,2%, segundo Phipps et al. (2000), que obtiveram resposta significativa de produção de leite de 2,8 e 2,5 kg/dia a mais que o controle quando as vacas receberam 150 e 300 mg/dia de monensina, para 60 vacas multíparas a partir dos 45 dias de lactação persistindo até a 20ª semana. Tendência semelhante foi verificada por Lynch et al. (1990) que estudaram 90 vacas, 46 dias pós-parto, alimentadas com dietas a base de forragens (azevém branco e trevo) e recebendo monensina na forma de cápsula de liberação controlada de 320 mg/dia e verificaram melhorias na produção leiteira de 7% a 8% num período de 14 semanas.

Ruiz et al. (2001) utilizaram a monensina (350 mg/kg) na alimentação de vacas holandesas, em dietas a base de forragem fresca e observaram aumento de 1,85 kg de leite para a dieta contendo monensina (6,5%). Para o teor de gordura verificou-se efeito negativo da adição de monensina e redução no teor de proteína. Gandra et al. (2010) que suplementou vacas com 24 mg/kg de MS e encontrou aumento de 2% na produção de leite e não verificou efeito sobre o teor de gordura, proteína, ureia, lactose e extrato seco desengordurado no leite, bem como nos teores de ureia e nitrogênio ureico no leite.

Campos Neto et al. (1995) trabalhando com 2 níveis de monensina para vacas leiteiras (225 e 300 mg/animal/dia) verificaram que mesmo com redução no consumo da ração houve aumento aproximado de 15% na produção de leite comparando o melhor nível e o tratamento controle (20 vs 22,5 kg/cab/dia). Segundo os autores, este aumento na produção pode estar diretamente associado a utilização de energia metabolizável, proporcionado pelo aumento da proporção molar do ácido propiônico a nível de rúmen, que sendo precursor direto da formação de glicose, atua diretamente na galactopoiese a nível de glândula mamária.

A literatura tem reportado diminuição no teor de gordura do leite quando monensina é fornecida a vacas lactantes (McGUFFEY, RICHARDSON e WILKINSON, 2001; IPHARRAGUERRE e CLARK, 2003). Tal resposta pode estar associada ao fato

dos rebanhos receberem dietas com percentual de carboidratos não fibrosos acima de 39,7% e baixo nível de fibra fisicamente efetiva, ou seja, mais de 45% das partículas menores de 8 mm. Segundo Dubuc et al. (2009), dietas com níveis elevados de carboidratos não fibrosos e baixa porcentagem de fibra efetiva diminuem a produção de bicarbonato na saliva, e este fato pode contribuir para a diminuição do pH ruminal, diminuir a biohidrogenização dos ácidos graxos de cadeia longa, aumentar a produção de ácido linoleico conjugado (CLA) e reduzir o teor de gordura no leite.

A maior parte do nitrogênio utilizado para a síntese das proteínas do leite procede dos aminoácidos (AA) livres absorvidos pela glândula mamária (GONZÁLEZ, DURR e FONTANELI, 2001). O teor de proteína do leite depende do perfil de AA absorvidos no intestino delgado do animal sendo reflexo do perfil de AA da proteína metabolizável disponível no intestino delgado. Frequentemente, aumentos na concentração de proteína no leite são atribuídos à menor desaminação ruminal de aminoácidos pela ação da monensina (McGUFFEY, RICHARDSON e WILKINSON, 2001) e à maior proporção de propionato no rúmen, que aumenta os níveis plasmáticos de glicose, diminuindo a proporção de aminoácidos para a gliconeogênese e que poderiam ser incorporados ao leite (VAN DER WERF, JONKER e OLDENBROEK, 1998).

Segundo Schelling (1984) e Ali-Haimound et al. (1995), a suplementação com monensina pode diminuir a degradação ruminal das proteínas de origem alimentar, podendo chegar a um incremento de 17,2% no total de aminoácidos que chegam ao duodeno e aumentar a retenção de nitrogênio, aumentando o fluxo de propionato e a disponibilidade de lisina, metionina, arginina, leucina, fenilalanina e outros aminoácidos no intestino delgado levando a um aumento do fornecimento da quantidade total de aminoácidos em 31,9%, dessa forma aumentando a proteína no leite.

Entretanto, Van Der Werf et al. (1998) somente observaram ligeiro aumento (0.1%) na concentração de proteína do leite pelo uso de monensina (300 mg/dia) em vacas de baixo mérito genético, quando comparadas a vacas de alta linhagem genética.

Por outro lado, Phipps et al. (2000) verificaram redução nos teores de proteína em relação ao tratamento controle para níveis de 150, 300 e 450 mg/dia de monensina. Uma diminuição da porcentagem de proteína pode ser explicada como

um possível efeito de diluição quando ocorre aumento da produção de leite ou devido a uma diminuição numérica em CMS que reduz os carboidratos fermentáveis necessários para a síntese de proteína microbiana e/ou reduzem a ingestão de proteína na dieta (AKINS et al. 2014). As dietas formuladas com base nas necessidades de proteína metabolizável e aminoácidos podem compensar as taxas reduzidas de ingestão CMS e nutrientes em vacas alimentadas com monensina.

Os teores de lactose verificados por Benchaar et al. (2006), os quais ofereceram 350 mg/dia de monensina, não sofreram alterações na sua concentração que se manteve em média em 4,68% e 4,63%. Foi ainda verificado aumento na concentração de nitrogênio ureico no leite com a suplementação de monensina (350 mg/dia), passando de 11,8 mM para vacas sem suplementação para 13 mM para os animais suplementados.

Segundo González, Durr e Fontaneli (2001), os sólidos totais (gordura + proteína + lactose + cinzas) é, em sua grande parte, dependente das variações no teor de gordura no leite, fator com maior amplitude de variação. As variações nos sólidos podem ser mais bem explicadas quando avaliadas as variações nos componentes. Neste sentido, Martineau et al. (2007) analisaram componentes do leite como lactose e não verificaram diferenças (4,59% vs 4,60%) para animais controle e suplementados com monensina (24 mg/kg de MS). O mesmo comportamento foi verificado para sólidos totais (11,28% e 11,39%), respectivamente para controle e tratamento.

O nitrogênio ureico representa a porção do nitrogênio no leite na forma de ureia, acompanhando os níveis de nitrogênio ureico no sangue, com certo atraso, sendo assim, reflete o nível de nitrogênio sanguíneo nas últimas 12 horas que o leite foi produzido. Valores de nitrogênio ureico no leite, considerados como ideais para um rebanho estão compreendidos numa faixa entre 12 e 18 mg/dL (GONZÁLEZ, DURR e FONTANELI, 2001). Quanto ao nitrogênio ureico no leite, Martineau et al. (2007) observaram aumento de 11,7 mg/dL do controle para 12,1 mg/dL dos animais suplementados.

2.3.4 PARÂMETROS SANGUÍNEOS

Os metabólitos sanguíneos podem ser utilizados para avaliação do status nutricional do rebanho leiteiro que pode ser realizada mediante a determinação de glicose, albumina, ureia, beta-hidroxibutirato (BHB) e ácidos graxos não esterificados

(AGNE). Para Wittwer (1995), a concentração de determinado metabólito indica o volume de reservas de disponibilidade imediata, mantida dentro de limites de variação fisiológica.

A glicose pode ser utilizada para determinar o status energético, mas deve ser interpretada com cautela, pois para os ruminantes a glicemia é controlada por mecanismos homeostáticos, que tornam difícil estabelecer uma clara relação entre estado nutricional e níveis de glicose (PEIXOTO e OSÓRIO, 2007). Outras fontes energéticas que podem ser interpretadas são os AGNE, que podem se acumular no fígado quando ocorre intensa demanda de reservas corporais, levando a intensa produção de corpos cetônicos, principalmente o BHB. Já a ureia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados do organismo e sua concentração tem sido utilizada para monitorar o perfil proteico da dieta, demonstrando o perfil proteico do animal em um curto período de tempo, além de estar relacionado aos níveis de energia (RUSSEL et al, 1992).

A utilização de monensina é responsável por mudanças na fermentação ruminal as quais culminam em alterações nos parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras, principalmente no metabolismo energético através da glicose, AGNE e BHB. Segundo Santos (2011), há também efeito do ionóforo sobre o metabolismo proteico ao nível plasmático, com alterações das concentrações de ureia.

Em estudo com vacas holandesas com média de 157 e 214 dias em lactação, Gandra et al (2009) não verificaram influência da suplementação sobre os parâmetros sanguíneos como glicose plasmática, albumina e nitrogênio ureico no soro. Para os níveis de 0, 24 e 48 mg/kg foi verificado teores médios de glicose, proteínas totais, albumina e nitrogênio ureico do soro, respectivamente de 75,69, 3,06, 41,36 mg/dL. Segundo Rebhun e Chuck (2000), considerando a média de glicose, pode-se dizer que está dentro dos níveis que consideram adequados para vacas em lactação, entre 45 a 75 mg/dL.

Elevações nos níveis de propionato ruminal podem levar ao aumento da concentração plasmática de glicose, uma vez que o propionato é precursor de glicose em ruminantes. Duffield, Rabbie e Lean (2008) afirmaram que a utilização de monensina sódica na ração de vacas leiteiras pode resultar em aumento de 3,0% da concentração de glicose plasmática desses animais e se relaciona também à fase de lactação e à dose de monensina recebida, assim, tem sido relacionado aumento de glicose plasmática, especialmente em vacas em início de lactação.

Martineau et al. (2007) avaliaram a adição de 24 mg/kg de MS monensina para vacas no terço médio de lactação e encontraram valores considerados baixos para as concentrações plasmáticas de glicose, 60,54 mg/dL. No entanto, Da 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. Duffield et al (1998) reforça que a suplementação com monensina possui efeitos positivos em indicadores de energia e concentrações sanguíneas de glicose.

Oliveira et al. (2005a) trabalhando com quatro doses de inclusão de monensina (0, 14, 28 e 42 mg/kg MS) na dieta, não detectaram diferenças significativas no nível de glicose entre os tratamentos, apesar do aumento da concentração de ácido propiônico ruminal. Também não verificaram nenhuma mudança significativa na concentração de ureia no plasma com a adição de monensina na dieta das novilhas.

Todavia, Hayes, Pfeiffer e Williamson (1996) e Duffield et al. (1998) estudaram vacas em regime de pastejo e novilhas leiteiras em primeira lactação que receberam monensina em cápsula de liberação lenta e verificaram aumentos significativos no nível de ureia. Em outro estudo de metanálise, Duffield, Rabbie e Lean (2008) avaliaram os efeitos da monensina no metabolismo de vacas leiteiras e constataram que a monensina aumenta em cerca de 3,0% os níveis de glicose e em 6% os níveis de ureia circulantes quando são comparados animais suplementados ou não com monensina.

A concentração de ureia pode ser usada para monitorar a ingestão de proteína bruta, que deve ser o mais próximo possível das necessidades da vaca, pois o excesso de N pode prejudicar o desempenho reprodutivo e aumentar as exigências de energia, além dos suplementos proteicos possuírem custos expressivos e a grande quantidade de N excretada gerar impacto ambiental negativo (LIMA et al., 2004).

Os níveis de ureia e nitrogênio ureico no soro podem ser numericamente mais elevados para as rações com monensina sódica, como relatam Gandra et al. (2009) e Ghorbani et al. (2011).

Rebhun & Chuck (2000), relataram que os valores de ureia e nitrogênio ureico no soro podem chegar a até 64,2 mg/dL e 30 mg/dL, respectivamente, em vacas em lactação. Martineu et al. (2007) alimentaram vacas em lactação com 25 mg/kg de monensina e encontraram concentrações plasmáticas de NUP de 12,7 mg/dL. De acordo com Duffield, Rabbie e Lean (2008), a adição de monensina em rações para vacas em lactação pode aumentar os níveis de ureia em 6%. As concentrações de

ureia mais altas podem ser resultado da maior concentração de proteína não degradada no rúmen (PNDR) e que chega ao intestino delgado.

Yang e Russel (1993) ainda complementam que a suplementação com monensina inibe o crescimento e atividade de bactérias proteolíticas, fermentadoras de aminoácido, diminuindo assim, a desaminação desses e a taxa de produção de amônia no rúmen. Em teoria, o padrão de concentração de nitrogênio ureico ao longo do tempo deve refletir a concentração de amônia ruminal, porque o fígado absorve essencialmente pela rede portal a amônia, que pode representar 70 a 80% de nitrogênio ureico liberado pelo fígado quando a função hepática não está prejudicada (HUNTINGTON, 1990).

As altas produções no início da lactação justificam a mobilização de tecido adiposo das reservas corporais, a liberação e acúmulo de AGNE no fígado (SMITH et al., 1997). O acúmulo de triglicerídeos hepáticos é fisiológico em vacas leiteiras periparturientes, mas quando o aporte de AGNE ultrapassa a capacidade do fígado em oxidar ácidos graxos, há um acúmulo de metabólitos intermediários, conhecidos por corpos cetônicos, entre os quais o BHB.

Níveis séricos de AGNE são aceitáveis até 0,50 mmol/L e valores acima deste são associados com aumento dos riscos de ocorrência de doenças metabólicas como o deslocamento de abomaso (LeBLANC et al., 2006). De acordo com o NRC (2001), altas concentrações de AGNE são verificadas próximo ao parto e antes do parto e do pico de lactação, entretanto, após o pico de lactação e o pico de CMS tais níveis decrescem gradativamente.

Com relação aos níveis de BHB sabe-se que este pode ser uma importante ferramenta para se monitorar a saúde animal e detectar a cetose subclínica. Tal distúrbio pode ser ocasionado pela mobilização de gordura corporal para suprir o déficit energético durante o balanço energético negativo (ENJALBERT et al., 2001).

Duffield et al. (1998) sugeriram que a utilização de monensina pode melhorar o status energético das vacas, podendo reduzir a infiltração gordurosa no fígado, melhorando assim as suas funções, como constataram em estudo com 25 rebanhos leiteiros da raça holandesa que receberam cápsulas de liberação controlada de monensina três semanas antes do parto. Usando os limites entre 1,400 a 2,000 mmol/L de BHB, relataram que a monensina reduziu significativamente o risco de cetose subclínica.

Sauer, Kramer e Cantwell (1989) relataram que 30 g/tonelada de monensina na dieta total diminuiu a incidência de cetose subclínica e reduziu significativamente BHB no sangue durante as três primeiras semanas após o parto.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi desenvolvido na Unidade de pesquisa do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA – Alta Mogiana), em Colina – SP, órgão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. O PRDTA – Alta Mogiana, está localizado no município de Colina, Estado de São Paulo (latitude de 20° 43' 05" S; longitude 48° 32' 38" W). O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio superior a 18°C. A pesquisa ocorreu entre o período de 26 março a 20 de maio de 2013.

3.2 ANIMAIS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram selecionadas 16 vacas mestiças H x Z (com predominância de sangue Holandês), com peso corporal médio de 500 kg e potencial para produção de 4500 kg de leite por lactação, com produção ao início do experimento de 20 l/dia. O delineamento experimental utilizado foi o *cross-over*, com dezesseis vacas sorteadas ao acaso nos dois tratamentos (oito vacas/tratamento) com ou sem adição de monensina sódica (300 mg/vaca/dia). Os animais foram distribuídos nos tratamentos com base na ordem de lactação e na produção de leite.

3.3 ÁREA E INSTALAÇÕES

A área experimental consistiu-se de 24 piquetes com 1750 m² (totalizando 4,2 ha) formados com *Panicum maximum* cv. Tanzânia, irrigada com sistema de malha, manejada em sistema de pastejo intermitente e cercados por cerca elétrica. Utilizaram-se baias individuais, com 12,5 m², providas de comedouros e bebedouros para fornecimento do concentrado.

3.4 MANEJO DA PASTAGEM E MENSURAÇÃO DO PASTO

As medidas de altura foram realizadas diariamente no piquete em que as vacas iriam permanecer durante um dia. As médias consistiam em amostragens de 50 pontos realizados em zigue-zague e os critérios de ajuste de lotação e período de descanso foram as alturas de entrada e saída. O pasto de capim Tanzânia foi manejado com 70 cm de entrada conforme preconizado por Barbosa et al. (2007) e de 30 a 40 a saída dos animais. A carga animal era ajustada pela altura residual do pasto utilizando animais de repasse quando a altura de saída do piquete era superior a 40 cm, para manter a altura residual de 30 a 40 cm. Quando a altura de entrada estava superior a 70 cm o período de descanso foi reduzido. O pasto foi fertilizado com 50 kg/ha/ciclo de pastejo do formulado NPK 20-05-10, num total de 2,3 ciclos. As fontes utilizadas na formulação foram ureia (fonte de nitrogênio), super simples (fonte de fósforo) e cloreto de potássio (fonte de potássio). A adubação foi realizada após a saída dos animais do piquete.

A irrigação utilizada foi por aspersão em malha com tempo de irrigação de 6 horas por dia recebendo em torno de 15 mm/dia nos piquetes em que os animais saiam, nos dias que não chovia.

A coleta de pasto foi realizada do 20º ao 24º dia de cada período, cinco coletas de entrada e cinco de saída, pela técnica de dupla amostragem (SOLLENBERGER e CHERNEY, 1995). Em cada amostragem a altura foi mensurada em 50 pontos tomados em zigue-zague, com utilização de régua graduada. Foram amostrados nove pontos em cada coleta, três baixos, três médios e três altos, definidos através da altura média e do desvio padrão. Para determinar o ponto baixo foram subtraídos dois desvios padrões da altura média e a alta somando dois desvios padrões para determinar a altura do ponto de colheita. Foram tomadas cinco medições dentro do aro, sendo quatro pontos nas bordas e um no centro. Uma vez escolhido o ponto de colheita, o pasto foi cortado rente solo, com auxílio de ceifadora (Toyama, modelo RT 43L). A delimitação da amostra foi realizada por uma sessão retangular de 0,5 m². Dentro de cada ponto da altura média antes do corte foi retirado uma subamostra no centro geométrico da touceira para a determinação da composição morfológica da planta.

Após a colheita no campo as amostras foram levadas para o LAPROVA (Laboratório de Análises de Produtos de Origem Vegetal e Animal – APTA-Colina/SP,

Brasil). Neste local procedeu-se a pesagem do material coletado, toda a amostra foi picada e homogeneizada e parte dela foi levada para estufa de ventilação forçada, mantida a 55° C por 72 horas, para posterior moagem e estocagem.

Na subamostra procedeu-se a separação das frações lâmina, colmo e material senescente. Após a separação essas amostras foram picadas, pesadas e levadas para estufa de ventilação forçada.

O pastejo simulado foi realizado do 20º dia ao 24º, no momento da entrada dos animais no piquete, conciliando com os cinco dias de coleta de fezes, para a análise de FDNi (no pastejo simulado, nas fezes e no suplemento) como indicador interno para o cálculo de consumo. A amostragem foi realizada por três pessoas treinadas, que permaneciam observando os animais pastejando e coletava-se uma amostra por observador.

Todas as amostras de forragem e concentrado foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas e novamente pesadas para o cálculo da matéria seca. Estas amostras já secas foram moídas em moinho de facas tipo “Willey” utilizando-se peneira com malha de 1,0 mm e armazenadas em recipientes apropriados para posteriores análises.

3.5 COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO SUPLEMENTO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA DIETA

O concentrado, a base de milho moído (81,51%), farelo de soja (14,3%) e núcleo mineral (4,2%), foi fornecido após a ordenha da manhã, às 7 horas e após a ordenha da tarde, às 17 horas, acrescido ou não de monensina sódica de acordo com o tratamento, em baias individuais.

Foram coletadas amostras do concentrado fornecido durante cinco dias, do 20º ao 24º, e armazenadas em sacos plásticos, previamente identificados e congelados a -10°C. As subamostras foram homogeneizadas, resultando em uma única amostra por período e secadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C até atingir peso constante. Após a secagem, as amostras foram novamente pesadas (peso seco, PS) e o teor de MS dos alimentos foi calculado ($TMS = (PS/PU) \cdot 100$). Foram moídas em moinhos de faca tipo “Willey” U com peneira de malha de 1,0 mm. As amostras secas foram armazenadas em local seco e devidamente higienizado para preservar a

qualidade do material coletado, para posteriores análises laboratoriais. Os resultados da composição bromatológica do pasto e do concentrado encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 - COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO PASTO E DO CONCENTRADO EXPERIMENTAL.

Composição	Pastagem		Concentrado	
	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
Matéria Seca	26,68	28,86	88,48	88,53
PB (Pastejo Simulado)	20,87	18,59	11,60	10,80
PB forragem (Corte 5 cm)	11,95	10,50	-	-
Extrato Etéreo	2,07	2,80	3,83	2,89
Material Mineral	7,68	6,03	7,43	6,75
FDNp	57,14	60,96	58,41	57,00
FDAp	29,37	29,25	8,20	2,82
Hemicelulose	27,41	31,71	50,20	54,18
Celulose	24,06	23,75	7,08	1,92
Lignina	5,66	5,49	1,12	0,90
NDT	61,87	57,60	74,55	74,95
NIDN	1,15	1,29	0,29	1,80
NIDA	0,11	0,38	0,15	0,05
CNF	13,24	12,55	65,84	68,26

PB: Proteína Bruta; FDNp: Fibra detergente neutro corrigida para proteína; FDAp: Fibra detergente ácido corrigido para proteína; NDT: Nutrientes digestíveis totais; NIDN: Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA: Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CNF: Carboidratos não fibroso.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Setor Palotina. Os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), lignina (LIG), material mineral (MM), celulose e hemicelulose foram determinados de acordo com AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram avaliados pelo método descrito por Van Soest, Robertson e Lewis (1991).

Os teores de CNF nas amostras de alimentos e da dieta foram avaliados por meio da equação proposta por Hall (2000):

$$\text{CNF} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{MM} + \text{FDN}_{\text{cp}})$$

em que:

CNF = teor estimado de CNF (%MS);

PB = teor de PB (%MS);

EE = teor de EE (%MS);

MM = teor de MM (%MS);

FDN_{cp} = teor de FDN corrigido para cinzas e proteína (%MS);

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados foi obtido a partir da equação somativa:

$$\text{NDT} = \text{PBD} + (2,25 \times \text{EED}) + \text{FDN}_{\text{cpD}} + \text{CNFD} - 7;$$

em que:

PBD = proteína bruta digestível;

EED = extrato etéreo digestível;

FDN_{cpD} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína) digestível;

CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis.

3.6 MANEJO DOS ANIMAIS

Após a ordenha da manhã e da tarde (06:00 e 16:00) os animais foram alocados em baias individuais, onde receberam o concentrado referente a sua produção de leite, a cada três litros de leite produzido era fornecido um quilo de concentrado (relação 1:3) utilizando a média de produção dos últimos três dias. Logo após o consumo do concentrado que era de aproximadamente 1h os animais eram levados aos piquetes, onde permaneciam até a próxima ordenha. Os animais experimentais foram mantidos sempre juntos no mesmo piquete com acesso livre a um bebedouro com água fresca.

3.7 FORNECIMENTO DO ADITIVO

Forneceu-se 150 mg/vaca/dia em cada refeição, totalizando 300 mg/vaca/dia, sendo está diluída em 300 g de concentrado. Com intuito de garantir o consumo do aditivo, essa mistura foi fornecida previamente ao concentrado. O restante do concentrado era fornecido após cerca de dez minutos do fornecimento da mistura de aditivo e concentrado. Era certificado que os animais consumiam todo o concentrado contendo o marcador externo. O indicador externo (óxido de cromo) era fornecido juntamente ao concentrado na dosagem de 16 gramas /vaca/dia

3.8 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

As vacas eram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, as 6:00 e as 16:00 horas, sendo a produção de leite registrada diariamente durante todo o período experimental, levando-se em consideração a produção do 19^o ao 24^o dia de cada período.

A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLC) segundo fórmula de Sklan et al. (1992) onde $PLC = (0,432 + 0,1625 \times \text{teor de gordura do leite}) \times \text{kg de leite}$. As amostras utilizadas para análise da composição do leite foram obtidas durante seis dias de cada período experimental, sendo cada amostra proveniente das duas ordenhas diárias (tarde do dia 1 com manhã do dia 2).

Nas amostras foram determinados os teores de proteína (PB), lactose (LACT), gordura (GORD), extrato seco desengordurado (ESD), nitrogênio ureico (NUL) e sólidos totais (ST), na avaliação da composição e ureia foi utilizada a metodologia de infra-vermelho – PO ANA 009. As análises qualitativas do leite foram realizadas no Laboratório de Fisiologia da Lactação da Escola Superior Luiz de Queiroz (ESALQ), em Piracicaba-SP.

3.9 COLETA DE SANGUE PARA DETERMINAÇÃO DE GLICOSE, UREIA NO SORO, AGNE E BHB

Coletas de sangue foram realizadas do 25^o ao 26^o dia nos tempos 0, 1, 3 e 7 horas após a alimentação, através da punção da veia coccígea. Foram separados dois grupos de animais por período de coleta sendo que os animais de tratamento com monensina (oito animais) foram coletados as 0 e 3 horas e os do grupo controle, às 1 e 7 horas após a alimentação no primeiro dia, invertendo-se no dia seguinte. Os animais após a ordenha da manhã foram levados para o tronco para a coleta do tempo zero (07:00h) e após esta coleta, todos os animais receberam os respectivos concentrados (com os tratamentos experimentais). Após uma hora do trato, na baia, os animais da coleta de uma hora (08:00h) foram levados ao troco enquanto os demais foram conduzidos a pastagem. Após a coleta estes animais juntaram-se aos demais, na pastagem. Para as coletas dos tempos 3 (11:00h) e 7 (15:00h), os animais eram conduzidos ao curral a fim de se realizar a coleta de sangue. As amostras de sangue

foram armazenadas em tubos Vacuntainer® de 9mL, contendo 5 mg de fluoreto de sódio. Posteriormente, os tubos foram submetidos à centrifugação por 20 minutos, a 3.000 rotações por minuto (RPM) a 4° C, para a obtenção do soro. Este, acondicionado em microtubos tipo Eppendorf de 1,5 mL e congelado a -10°C. Para determinação das concentrações de nitrogênio ureico no plasma (NUP) e glicose utilizou-se os kits Kovalent® e BHB e AGNE os kits Randox®. As análises foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária-UFPR.

3.10 ENSAIO DE CONSUMO E DIGESTIBILIDADE TOTAL

A estimativa do consumo voluntário de matéria seca foi baseada na razão entre a estimativa da produção fecal e a indigestibilidade da MS, pela concentração de FDNI no pastejo simulado, suplemento e nas fezes. Para estimar a produção fecal (kg MS/dia fezes), foi utilizada a técnica dos indicadores indigestíveis, utilizando como indicador externo o óxido de cromo (Cr_2O_3), fornecido via suplemento, duas vezes ao dia, 8 g no momento de cada fornecimento de parte do suplemento diluído em 300g do concentrado 12 dias antes da primeira coleta de fezes. As análises para determinação do Cr_2O_3 nas fezes foram feitas mediante coleta individual de fezes, duas vezes ao dia, no momento de cada ordenha (6:00 e as 16:00), diretamente da ampola retal, por cinco dias consecutivos, do 24º ao 28º dia do período experimental. As amostras individuais de fezes foram acondicionadas em embalagem plástica e conservadas a -20°C. Após serem secas em estufa ventilada a 55°C por 72h, foi feita uma amostra composta por animal em cada período, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo “Willey” utilizando-se peneira com malha de 2,0 mm. O valor de excreção fecal foi obtido conforme descrito por Smith e Reid (1955):

Excreção fecal (g/dia) = Cromo fornecido (g/dia) / Concentração cromo nas fezes (g/gMS)

A estimativa de consumo total de MS foi calculada a partir da FDNI, adaptando-se as técnicas descritas por Penning e Johnson (1983) e Cochran et al. (1986), com base em digestibilidade “in situ”, por 240 horas, sendo o consumo de MS dado pela equação: $\text{CMS (kg/dia)} = \{[(\text{EF} \times \text{CIF}) - \text{IS}] / \text{CIFO}\} + \text{CMSS}$

Em que: CIF = concentração do indicador nas fezes; CIFO = concentração do indicador (FDNi) na forragem; CMSS = consumo de matéria seca de suplemento

(kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e IS = indicador (FDNi) presente no suplemento (kg/dia).

A eficiência alimentar foi calculada pela relação entre kg de leite corrigido para 3,5% de gordura e consumo de matéria seca total.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado como PB digestível + FDNC digestível + CNF digestível + (2,25* EE digestível), segundo NRC (2001).

3.11 AVALIAÇÃO DO ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL

O escore de condição corporal (ECC) e o peso corporal foram avaliados no início da adaptação de cada período e no final de cada período experimental, para avaliação da variação de peso.

O peso dos animais foi correspondente a pesagens realizadas após a ordenha da manhã. Para o cálculo de variação do ECC e de peso corporal, foram considerados os pesos do início da adaptação e do final de cada período experimental. As mensurações do ECC foram realizadas segundo metodologia proposta por Wildman et al. (1982) e desenvolvida por Edmonson et al. (1989).

3.12 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Utilizou-se o pacote estatístico SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.0) para a determinação das análises de variância (PROC ANOVA) e teste de média (PROC GLM), adotando-se nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONSUMO DE MATÉRIA SECA

Os resultados referentes às características estudadas (CMS, CPB, CFDN, CNDT, CCONC, DAMS, DPB, DFDN, DNDT, EF EF CONC) encontram-se na Tabela 2. Para as variáveis CMS (kg/dia), CFDN (kg/dia), CNDT (kg/dia) e CCONC (kg/dia) não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) entre tratamentos.

O consumo médio de matéria seca por animal foi de 12,82 kg/dia, mas sem efeito de tratamento ($P = 0,26$). A média de consumo de concentrado foi de 5,74 kg para os animais que receberam monensina e 5,54 kg para o controle. A pequena diferença nas quantidades de concentrado fornecida se deve ao fato do concentrado ter sido fornecido proporcionalmente à quantidade de leite produzida (1 kg para 3 litros de leite) sendo este fornecimento ajustado diariamente.

Fisiologicamente a redução do CMS com a utilização de monensina se dá ao seu efeito na fermentação ruminal, onde a concentração molar de ácido propiônico é aumentada. Esse efeito metabólico da regulação de consumo torna-se concreto com o aumento do fluxo hepático de propionato e, conseqüentemente, incremento na síntese de glicose no fígado o que pode promover aumento do fluxo de glicose para a glândula mamária. Este efeito foi observado em vacas leiteiras nos casos em que a demanda de glicose é baixa (GANDRA et al., 2010). Porém, no presente estudo não se verificou ($P > 0,05$) variações nos teores de glicose com a suplementação de monensina, justificando, desta forma, a não variação no CMS.

Outro fator que poderia interferir positivamente no CMS seria um aumento da digestibilidade e, conseqüentemente da taxa de passagem da digesta (NRC, 2001).

Este comportamento não foi verificado na presente pesquisa em função da digestibilidade da matéria seca total não ter sofrido efeito de tratamento ($P > 0,05$). Vale salientar que segundo Mertens (1987) o FDN pode ser um importante fator que pode causar a distensão ruminal e, conseqüentemente, interferir no CMS. Entretanto como os teores de FDN entre dietas experimentais eram semelhantes (Tabela 2), desse modo, justificam-se os resultados obtidos para consumo, haja visto, que a digestibilidade do FDN não foi influenciada ($P > 0,05$) pelo tratamento.

TABELA 2 - MÉDIAS DO CONSUMO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES E DIGESTIBILIDADE APARENTE TOTAL DA MATÉRIA SECA E NUTRIENTES, EM FUNÇÃO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS.

	Controle	Monensina	EP	DP	Valor de P
CMS (kg/dia)	12,86	12,59	0,12	1,53	0,26
CMS (% PC)	2,59	2,50	0,02	0,30	0,11
CPB (kg/dia)	2,40	2,32	0,02	0,28	0,06
CFDN (kg/dia)	7,51	7,37	0,07	0,88	0,27
CNDT (kg/dia)	9,14	9,0	0,08	1,07	0,39
DAMS	62,57	63,52	0,26	3,34	0,03
DPB	73,06	72,90	0,28	3,58	0,10
DFDN	56,20	59,13	0,42	5,25	<0.0001
DNDT	85,16	85,25	0,23	0,29	0,042
EA (kg LCE/kg MS)	1,49	1,52	0,01	0,16	0,13
EF CONC	3,32	3,44	0,02	0,25	0,0012

CMS: Consumo de matéria seca; CPB: consumo de proteína bruta; CFDN: consumo de fibra detergente neutro; CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais; CCONC: consumo de concentrado; DAMS: digestibilidade aparente da matéria seca; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DFDN: digestibilidade da fibra detergente neutro; DNDT: digestibilidade dos nutrientes digestíveis totais; EA: eficiência alimentar; EF CONC: eficiência do uso do concentrado, LCE: Leite corrigido para energia.

Geralmente observa-se redução no CMS quando os animais são suplementados com monensina em dietas ricas em grãos, no entanto, em dietas a base de forragem, os resultados não são consistentes (VAGNONI et al., 1995).

Petersson-Wolfe et al. (2007) verificaram que a CMS em vacas que receberam monensina na dose de 22 mg/kg de MS não diferiram de animais controle ou vacas que receberam cápsula de liberação controlada (335 mg/dia). O mesmo relatado por Gallardo et al. (2005), que em ensaio com vacas holandesas em lactação, pastejando alfafa e recebendo concentrado, sendo suplementadas ou não com cápsula de liberação controlada (335 mg/dia), não encontraram efeito da monensina sobre a CMS. Resultados concordantes foram verificados por Hutjens (2005) o qual trabalhando com 966 vacas em lactação recebendo de 11 a 22 mg/kg de monensina

não verificou diferenças no CMS. Salienta-se que no presente estudo a dose utilizada foi de aproximadamente 23,5 mg/kg.

Martineu et al. (2007) avaliaram vacas no terço médio de lactação, sendo alimentadas com ração total misturada, composta por silagem e altos teores de milho e concentrado, resultando na proporção volumoso:concentrado de 52,6 e 47,4, e com dose semelhante ao do presente estudo (23,5 mg/kg) de monensina, não encontraram diferenças significativas no CMS quando comparam esses animais com o grupo controle. Ramanzim et al. (1997) utilizando vacas holandesas recebendo duas relações de volumoso:concentrado (70:30 e 50:50) e duas concentrações de monensina (0 e 300 mg/dia por vaca) não verificaram resultados significativos quanto a CMS em ambas as dietas e sugeriram que quando as vacas são alimentadas com dietas com alto teor de grãos a administração de ionóforos pode resultar em menor IMS do que quando as rações são compostas por mais forragem, como neste estudo, onde a concentração volumoso:concentrado foi 56:44, sendo a média do CMS do pasto de 7,07 kg e do concentrado de 5,63 kg.

Por outro lado, muitos autores relatam diminuição do CMS, por vacas que receberam monensina na dieta, como Akins et al. (2014) que observaram diminuição de 0,4 kg/dia para os animais tratados com monensina. Segundo esses autores a variação e resposta do CMS quanto a utilização de monensina pode ser devido a vários fatores incluindo a fase de lactação dos animais estudados, o período de tempo que os dados foram recolhidos e o número de animais em estudo.

Outros fatores podem influenciar negativamente no CMS como verificado por Ranathunga et al. (2010), os quais observaram que a diminuição da CMS pode ser causada por outros fatores inerentes a utilização de monensina, como o aumento do teor de FDN da dieta causando uma limitação de CMS no preenchimento do rúmen e pelo aumento do conteúdo de ácidos graxos insaturados na dieta proveniente de maior inclusão de grãos. Neste estudo os valores médios de FDN da forragem foram em torno de 59,05, considerados adequados (NRC, 2001).

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2) para CFDN e CNDT. Provavelmente a utilização de monensina não alterou a fermentação ruminal de FDN por não ter afetado o crescimento das bactérias gram positivas que influenciam na digestibilidade de fibras em detergente neutro (SANTOS, 2011).

Com relação ao consumo de proteína bruta verificou-se decréscimo nos animais que receberam monensina, fato que pode ser explicado pela diminuição numérica no

CMS (Tabela 2), uma vez que o teor de proteína bruta nas dietas era semelhante entre tratamentos.

Embora os resultados tenham sido significativos ($P < 0,05$) para os parâmetros de digestibilidade de MS, FDN e NDT, a monensina pouco alterou a digestibilidade de MS e NDT que quando comparados ao controle, foram menores entre 3 e 1,5 %, respectivamente. O aumento da digestibilidade de FDN quando utilizada a monensina foi 11,5% ($P < 0,05$). A digestibilidade de PB foi semelhante ($P > 0,05$) entre os dois tratamentos.

Oliveira et al. (2005a) relataram em seu estudo diferenças significativas para níveis de 28 mg/kg MS de monensina para a digestibilidade da MS, melhorando numericamente os níveis de FDN e NDT.

O aumento da digestibilidade da fibra, pode ser explicado em decorrência do aumento do tempo de retenção da MS no rúmen, havendo mais tempo para a digestão (SCHELLING et al., 1984; ELLIS et al., 1983) e melhora das condições ruminais (BRANINE e GALYEAN, 1990), onde a fermentação microbiana pode ter sido mais eficiente com a utilização de monensina.

Da Silva et al. (2007) suplementando vacas no terço médio de lactação com 20 mg/kg MS de monensina, tendo a silagem de milho como volumoso, não observaram efeito da suplementação de monensina sobre a digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes. Resultados semelhantes são relatados por Gandra et al. (2010), Oelker, Reveneau e Firkins (2009) e Gehman et al. (2008).

Quanto a proteína bruta, os dados do presente trabalho não substanciam achados na literatura, que observaram tendência de aumento da digestibilidade aparente total com o emprego de ionóforos na dieta (RODRIGUES et al., 2001; DINIUS; SIMPSON e MARSH et al., 1976), por outro lado, suportam a hipótese que o maior efeito da digestibilidade da proteína bruta, com a utilização de monensina, se dá em dietas predominantemente concentradas (ARAÚJO-FEBRES e FERNÁNDES, 1991), o que difere deste estudo, onde a dieta dos animais era predominantemente volumosa.

A eficiência alimentar medida entre a produção de leite e o CMS, foi semelhante entre os dois grupos (1,50 para o tratamento com monensina e 1,48 para o controle), o que segundo Hutjens (2005), indicam boa eficiência, considerando valores de referência entre 1,4 e 1,8.

Por outro lado, a eficiência do uso do concentrado, razão entre quilogramas de leite produzido e o consumo de concentrado, foi significativa entre os tratamentos

($P < 0,05$), indicando que o ionóforo proporcionou uso mais eficiente do concentrado. Ipharraguerre e Clark (2003) afirmaram que aumentos na eficiência alimentar bruta são características de dietas com ionóforos que podem melhorar a eficiência de produção de vacas leiteiras atuando metabolicamente, promovendo o aumento da eficiência do metabolismo energético do rúmen e melhorando o metabolismo do nitrogênio (BARGEN e BATES, 1984).

4.2 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

Os valores médios referentes a produção de leite e composição do leite encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3 - MÉDIAS DA PRODUÇÃO DIÁRIA DE LEITE (PL), COM CORREÇÃO PARA 3,5% DE GORDURA (PLC -3,5%), LEITE CORRIGIDO PARA ENERGIA (LCE), TEORES E PRODUÇÃO DIÁRIA NO LEITE DE GORDURA (GOR), TEORES E PRODUÇÃO DIÁRIA DE PROTEÍNA BRUTA (PB), LACTOSE (LAC), SÓLIDOS TOTAIS (ST) NITROGÊNIO UREICO NO LEITE (NUL) E CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS (CCS Log).

Componentes	Tratamentos				Valor de P
	Controle	Monensina	EP	DP	
PL, kg/d	18,77	19,45	0,28	3,48	0,19
PLC-3,5%, kg/d	18,95	18,98	0,26	3,23	0,95
LCE (kg/d)	19,27	19,15	0,26	3,29	0,84
GOR, %	3,60	3,38	0,04	0,46	0,001
GOR, kg/d	0,67	0,65	0,01	0,12	0,22
PT, %	3,19	3,18	0,02	0,20	0,84
PT, kg/d	0,59	0,61	0,01	0,11	0,20
LAC, %	4,32	4,34	0,02	0,24	0,61
ST, %	12,08	11,87	0,04	0,55	0,01
ST, kg/d	2,26	2,30	0,03	0,40	0,47
NUL, mg/dL	16,17	16,50	0,22	2,81	0,35
CCS (Log)	2,35	2,39	0,04	0,49	0,55

Não foi verificado ($P>0,05$) efeito de tratamento sobre a produção de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura, com médias de 19,11 e 18,96 kg/dia, respectivamente.

Não foi verificado efeito da inclusão da monensina sobre produção de leite, possivelmente por não haver alterações consideráveis na fermentação ruminal, bem como no CMS (Tabela 2). Também os índices glicêmicos encontrados (Tabela 4) não diferiram entre os tratamentos.

Segundo Lohrenz et al. (2010), a disponibilidade de glicose é uma pré-condição para que haja a elevada produção de leite, uma vez que a lactose oriunda da glicose é o principal mecanismo regulador do volume de leite. Por outro lado, Reynolds, Harmon e Cecava (1994) relataram que o nível plasmático de glicose plasmática tem pouca influência sobre a produção de leite e teor de proteína no leite.

Muitos estudos não encontraram efeito da adição de monensina sódica nas rações sobre a produção de leite de vacas em lactação, dentre eles o descrito por Sauer, Kramer e Cantwell (1989). Martineau et al. (2007) ofereceram 24mg/kg de MS e trabalharam com uma proporção volumoso:concentrado de 52,6:47,4 e não verificaram diferenças quanto a produção de leite com média entre tratamentos de 36,25 (35,6 vs 36,9 kg/dia).

Duffield, Rabbie e Lean (2008), concluíram que a adição de monensina na ração de vacas leiteiras tem potencial para aumentar a produção de leite em 0,70 kg/dia. Santos (2011) que relatou aumento significativo na produção de leite para vacas alimentadas com 24 mg/kg de MS de monensina mas concluiu que níveis maiores de utilização, como 48 mg/kg MS, podem reduzir a produção de leite.

Revisões (McGUFFEY, RICHARDSON e WILKINSON, 2001; IPHARRAGUERRE e CLARK, 2003) relataram aumento da produção de leite em 1,3 kg/dia a 1,5 kg/dia, correspondendo a 5 e 7% de aumento, para animais que receberam monensina. Segundo Bargo et al. (2002) e Gallardo et al. (2005), animais de alta produção suplementados com monensina podem responder melhor ao aumento da produção.

As discrepâncias entre os estudos são muitas e podem estar relacionadas com diferenças de níveis dietéticos da inclusão de monensina na dieta, estágio de lactação, consumo de ração, composição da dieta e duração do ensaio.

Houve efeito negativo ($P<0,05$) de tratamento sobre o teor de gordura do leite. Este resultado pode estar associado ao menor suprimento de ácido acético, principal

precursor da gordura no leite, muito embora a produção total (quilos de gordura) foi semelhante para os dois tratamentos. Os efeitos da monensina sódica em relação aos níveis de proteína não diferiram entre si, porém o rendimento diário de proteína foi maior para os animais suplementados.

Alguns autores reportam a diminuição da gordura no leite quando administrado monensina para vacas em lactação (GHORBANI et al., 2011; GRANZIN e DRYDEN, 2005; IPHARRAGUERRE e CLARK, 2003; MCGUFFEY, RICHARDSON e WILKINSON, 2001). Benchaar et al. (2006) administraram 16 mg/kg MS do ionóforo e encontraram redução no teor de gordura do leite e nenhuma mudança no teor de proteína quando suplementaram vacas em lactação com monensina, o qual condiz com resultados encontrados no presente estudo.

Estudo de metanálise realizado por Muller, Bargo e Ipharraguerre (2006), analisando vários estudos onde as dosagens de monensina variaram de 0 a 22 mg/kg de MS, observaram redução no teor de gordura quando foram utilizados 15 e 22 mg/kg de MS. Ruiz et al. (2001) relataram em estudo, que para a proporção de gordura houve um decréscimo de 0,12% em relação ao controle (3,24%), não sendo significativo para o tratamento, mesmo alimentando os animais com dietas de forragem fresca.

Akins et al. (2014) não encontraram diferenças na porcentagem de gordura, que se manteve semelhante para o tratamento controle (3,87%) e com 18 g/t de monensina (3,82%). Dubuck et al. (2009) afirmaram que a diminuição de gordura pode estar associada ao fato dos rebanhos receberem dietas com percentual de carboidratos não fibrosos acima de 39,7% e baixo nível de fibra fisicamente efetiva.

Uma possível explicação para a não diferenciação dos níveis de proteína para os tratamentos neste estudo é a semelhança no consumo de proteína bruta e sua digestibilidade (Tabela 2).

Quanto aos níveis de proteína, Benchaar et al. (2006) e Muller, Bargo e Ipharraguerre (2006) relataram que os valores se mantiveram em média 3,5%, utilizando doses até 350 mg/dia de monensina. Estudos de Akins et al (2014), Martineu et al. (2007) e Ramanzin et al (1997), também encontraram resultados semelhantes. Ao contrário, Ghorbani et al. (2011) encontraram diminuição dessa variável, que quando comparado ao controle, a oferta de 350 mg/dia de monensina, reduziu o teor de proteína no leite a partir de 3,43% para 3,38%.

Analisando alguns trabalhos clássicos, como de Akins et al. (2014), Benchaar et al. (2006), Ramanzin et al. (1997) verifica-se que os teores de lactose no leite são

menos afetados pela dieta. Tal comportamento também foi verificado no presente estudo e salienta-se que estes resultados são suportados pelo fato de não ter sido verificado diferenças no teor de glicose sérica, haja visto, que essa é matéria prima para a síntese de lactose do leite.

A redução de sólidos totais neste estudo mostrou-se significativa ($P < 0,05$) para os animais que receberam monensina, já que a porcentagem de gordura no leite deste mesmo grupo de animais foi reduzida também e esta fração é bastante variável. Mesmo assim, estão entre os valores mínimos recomendados, que encontram-se em torno de 11,5% (BRASIL, 2011). Martineu et al. (2007) encontraram valores parecidos, se concentrando entre 11,28% para o controle e 11,39% para os animais suplementados com 24 mg/kg MS de monensina. A produção de sólidos totais é em sua grande parte dependente das variações de teor de gordura no leite (GOZÁLEZ et al. 2001).

O teor de ureia ou nitrogênio ureico no leite (NUL) pode ser considerado uma importante ferramenta para se monitorar o status nutricional do rebanho (PEIXOTO e OSÓRIO, 2007). Para o presente estudo, os níveis de nitrogênio ureico encontram-se no limite do que se considera aceitável. Valores acima de 18 mg/dL podem indicar desequilíbrio dietético de proteína e a ineficiência do metabolismo proteico, onde perdas estão ocorrendo (perda energética para a eliminação de ureia, menor taxa de concepção, deficiência imunológica, desperdício de proteína, contaminação ambiental) (GONZÁLEZ, DURR e FONTANELI, 2001). Akins et al. (2014) encontraram níveis inferiores de NUL, concentrando-se entre 12,2 mg/dL para o controle e 12,6 mg/dL para os animais que receberam 18g/t de monensina na ração total misturada. Gandra et al. (2009) encontraram valores crescentes de NUL quando aumentou a dose de monensina, onde o controle apresentou 12,82 mg/dL, os animais que receberam 24 mg/Kg de MS obtiveram médias de 13,70 mg/dL e a maior dose, 48 mg/kg MS apresentaram 14,01 mg/dL.

Apesar de estes trabalhos relatarem menores médias de NUP, onde a monensina não exerce grande influência sobre esta variável, os resultados do presente estudo ainda indicam que houve um balanço de AA e carboidratos nas dietas utilizadas.

4.3 PARÂMETROS SANGUÍNEOS

Os dados referentes às concentrações sanguíneas de glicose, ureia, ácidos graxos não esterificados (AGNE) e beta hidroxibutirato (BHB) são apresentados na Tabela 4. Não foram observados efeitos significativos ($P>0,05$) para as variáveis glicose, ureia e AGNE entre tratamentos.

TABELA 4 - MÉDIAS DAS CONCENTRAÇÕES DE GLICOSE (GLI), UREIA, ÁCIDOS GRAXOS NÃO ESTERIFICADOS (AGNE) E BETA HIDROXIBUTIRATO (BHB) EM FUNÇÃO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS.

Variável	Controle	Monensina (300 mg/dia)	EP	DP	Valor de P
GLI (mg/dL)	48,65	48,03	1,02	8,18	0,73
Ureia (mg/dL)	38,09	36,47	0,96	7,70	0,22
AGNE (mg/dL)	0,079	0,065	0,004	0,040	0,072
BHB (mg/dL)	0,32	0,21	0,02	0,17	0,0037

A alteração no perfil fermentativo ruminal causada pelo uso de monensina poderia aumentar a concentração de propionato no rúmen que chega ao fígado, podendo estimular a gliconeogênese e elevar os níveis de glicose sérica, entretanto, isso não ocorreu no nível de monensina sódica utilizado neste experimento, provavelmente em virtude da fase de lactação que as vacas se encontravam. Os baixos níveis de glicose no sangue, principalmente após as refeições, podem ser devido ao aumento da insulina, que podem estar relacionados com os níveis sanguíneos elevados de corpos cetônicos logo após a alimentação ou uma ação direta de corpos cetônicos sobre a glicose no sangue (BORREBAECK et al., 1990).

A concentração sérica de glicose, em vacas lactantes, pode variar entre 45 a 75 mg/dL (GONZÁLEZ e SILVA, 2006; REBHUN e CHUCK, 2000 e GRECO 2014), o que é condizente com os níveis encontrados no presente estudo. Mendelez et al. (2004) e Matineau et al. (2007) estudaram vacas no terço médio de lactação, como do presente estudo e encontraram valores para as concentrações plasmáticas de glicose de 58,50 e 60,54 mg/dL, respectivamente.

Os resultados encontrados para os animais em estudo não diferiram entre os tratamentos, o que concorda com resultados de Grandra et al. (2009), que ofereceram

doses de 0, 24 e 48 mg/kg de MS de monensina e não encontraram efeitos significativos para os níveis de glicose, porém com níveis mais elevados, em torno de 75 mg/dL. Oliveira et al. (2005a) também não obtiveram significância para as doses 0, 14, 24 e 48 mg/kg MS de monensina, mesmo detectando aumento da concentração de ácido propiônico ruminal.

Hayes, Pfeiffer e Williamson (1996) trabalhando com vacas em pastejo e Gallardo et al. (2005), não encontraram diferenças entre os tratamentos que tiveram média de 54 e 60,2 mg/dL, respectivamente.

Trabalhos que relatam incrementos nos níveis de glicose sugerem que ocorre aumento do propionato no rúmen, diminuição da produção de metano e da oxidação de corpos cetônicos, podendo resultar em aumento de 3% da concentração de glicose plasmática relacionada a dose de monensina recebida e principalmente se os animais estiverem em fase inicial de lactação (DUFFIELD, RABIEE e LEAN, 2008; DUFFIELD et al., 1998), o que não ocorre no presente estudo, no qual os animais encontravam-se no terço médio de lactação.

Não se verificou efeito ($P>0,05$) da dieta nos níveis plasmáticos de ureia. González e Silva (2006) preconizaram valores em torno de 17 a 45 mg/dL, onde os valores encontrados neste estudo estariam dentro dos aceitáveis, considerando uma dieta sem altos teores de proteína ou deficiência energética para causar aumento, ou uma dieta com baixos valores de proteína, causando diminuição dos níveis de ureia.

A adição de monensina na ração de vacas em lactação pode aumentar os níveis de ureia plasmática em 6%, podendo ser resultado de maior concentração de proteína não degradada no rúmen (PNDR) chegando ao intestino delgado (DUFFIELD, RABIEE e LEAN, 2008; MCGUFFEY, RICHARDSON e WILKINSON, 2001; RUIZ et al., 2001). Se a monensina causa redução na degradação da proteína no rúmen, liberando mais PNDR ao intestino delgado, isto possivelmente não ocorreu no presente estudo, onde também não foi observado diferenças para nitrogênio ureico no leite e não houve aumento significativo ($P>0,05$) da produção de leite.

Os valores encontrados neste estudo são maiores do que os obtidos por Martineau et al. (2007) e Petersson-Wolfe et al. (2007), sendo 28,30 e 29,04 mg/dL, respectivamente e são menores aos 40,19 mg/dL obtidos por Ramanzin et al. (1997) e os 41,1 e 43,61 mg/dL dos níveis de 14 e 28 mg/kg MS, respectivamente, de Oliveira et al (2005a). Assim, os valores de ureia no soro para vacas em lactação com adição

de monensina são divergentes nos estudos citados na literatura, pois dependem do estágio de lactação, nível de produção e ração basal do experimento.

Dietas com altos teores de proteínas ou com deficiência energética causam aumento nos teores de ureia sérica devido ao aumento do catabolismo proteico e dietas com baixos teores de proteína podem causar diminuição dos níveis de ureia (GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Não foi verificada diferenças nos valores de AGNE em função de tratamento. Este comportamento mostra coerência entre dados, uma vez que os níveis de glicose não variaram e o CMS dos animais certamente supriram as demandas nutricionais, sem necessidade de mobilização de reservas. Tais resultados estão concordantes com os encontrados por Hayes, Pfeiffer e Williamson (1996) e Mass et al. (2002), os quais trabalharam com condições semelhantes as encontradas no presente estudo.

Os níveis de AGNE do presente estudo encontram-se bem abaixo dos relatados por LeBlank et al. (2006), que preconizam níveis até 0,50 mmol/L, descartando os riscos de ocorrência de doenças metabólicas, até mesmo pela fase de lactação dos animais estudados, indicando não haver mobilização de tecido adiposo, ocorrendo a deposição de gordura.

Os níveis de BHB, com efeito significativo ($P < 0,05$) para os tratamentos, encontram-se abaixo de indicar cetose subclínica e não indicam mobilização de gordura corporal, mostrando que os animais encontram-se em balanço energético positivo (GONZÁLEZ e SILVA, 2006), o que pode ser comprovado pela média de ECC que foi de 2,75 para os dois tratamentos.

Duffield et al. (1998) e Sauer, Kramer e Cantwell (1989) relataram que a monensina melhora o status energético dos animais principalmente no início da lactação, podendo a partir do terço médio, levar ao aumento de peso corporal.

Muitos autores comprovaram reduções séricas de BHB com a utilização de monensina, mesmo com os animais submetidos experimentalmente a cetose subclínica ou uma redução da CMS (PETERSSON-WOLFE., 2007; GREEN et al., 1999). Já Plaizier et al. (2005), não encontraram efeitos do ionóforo sobre os corpos cetônicos.

Os baixos níveis de BHB, além de sofrerem influência da fase de lactação que os animais se encontravam, podem ser explicados pela ação da monensina que poderia reduzir os corpos cetônicos reduzindo o butirato no rúmen, o qual é convertido para BHB no epitélio ruminal (DUFFIELD et al., 1998; GREEN et al., 1999).

O comportamento da glicose nas horas 0, 1, 3 e 7 após a alimentação com concentrado atingiu maior pico no tempo um após a alimentação (Figura 3). Após a ingestão de alimento, aumenta a concentração portal de propionato, a sua conversão em glicose, aumentando a concentração arterial e estimulando a liberação de insulina pelo pâncreas (KOZLOSKI, 2011; PHILLIPS et al. 1993).

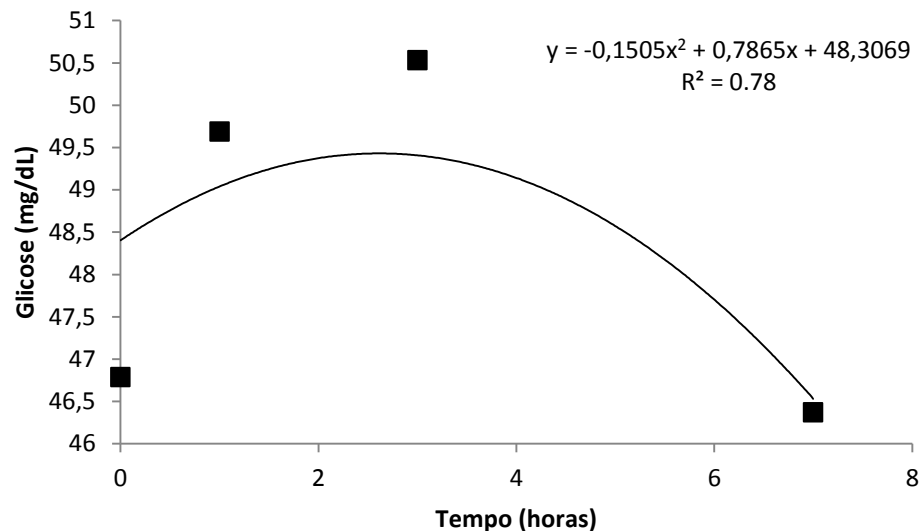


FIGURA 3 - COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL GLICOSE EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A ALIMENTAÇÃO DAS VACAS MISTIÇAS RECEBENDO DOIS NÍVEIS DE MONENSINA, EM PASTAGEM.

Segundo Quigley et al. (1991) o pico da concentração de glicose pode variar de acordo como o metabólito entra na circulação periférica; glicose absorvida diretamente a partir do intestino delgado atinge a circulação periférica mais rapidamente do que a que entra na circulação via propionato pela gliconeogênese hepática.

A glicemia aumenta logo após as refeições sendo que este nível diminui com o passar das horas, porém animais adultos conseguem manter o nível de glicose constante mesmo durante períodos longos de inanição devido a neoglicogênese hepática, um processo constante e inclusive mais intensa no estado alimentado que no jejum (KOZLOSKI, 2011; GONZÁLEZ e SILVA, 2006).

Padrões de variação diurna de glicose são mais significativos em rebanhos alimentados apenas duas vezes ao dia, do que animais que recebem a ração mais constantemente, mesmo em vacas de alta e baixa produção (EICHER et al., 1999). Plaizier et al (2005), analisando a glicemia em um período de 24 horas, relataram que

os níveis de glicose foram maiores a noite do que durante o dia, quando a atividade de fermentação do rúmen e a disponibilidade de substratos para a gliconeogênese eram esperados que fossem maiores.

O comportamento linear da ureia plasmática de acordo com os tempos de coleta foi alterado com o passar das horas da alimentação (Figura 4), analogamente aos níveis de glicose. De acordo com Garcia (1997), a concentração de ureia no sangue pode sofrer alterações ao longo do dia, principalmente após a alimentação. A rápida fermentação seguida da absorção de amônia eleva a ureia nesse período.

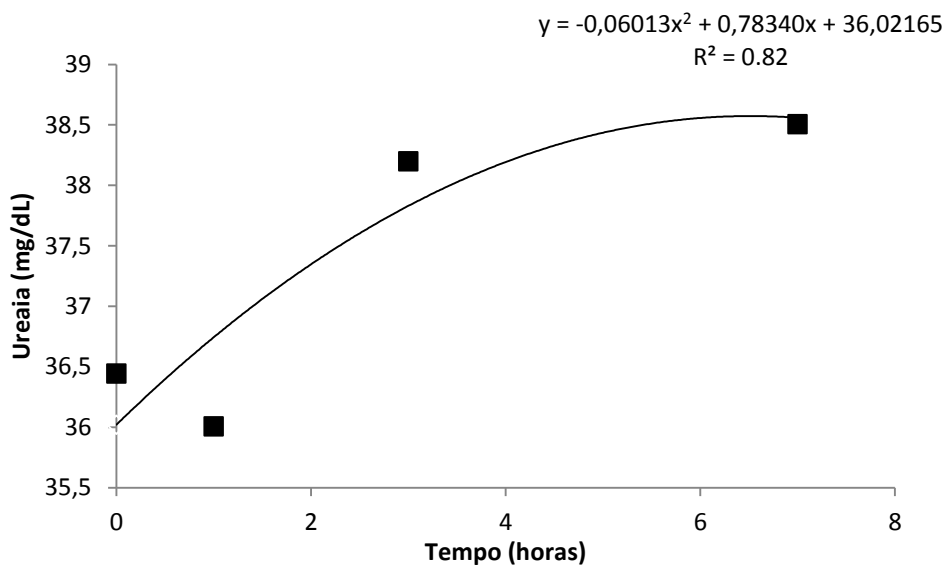


FIGURA 4 - COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL UREIA EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A ALIMENTAÇÃO DAS VACAS MISTIÇAS RECEBENDO DOIS NÍVEIS DE MONENSINA, EM PASTAGEM.

Oliveira Junior et al. (2004) verificaram que o pico de produção de amônia ruminal ocorre duas horas após a ingestão do alimento, independente da degradabilidade ruminal da fonte de proteína fornecida aos animais. Contrariamente outros dados da literatura relatam que a concentração máxima é aproximadamente 4 a 6 horas após a primeira alimentação do dia (GUSTAFSSON e PALMQUIST, 1993; ELROD e BUTLER, 1993). Resultados concordantes verificados por Hwang, Lee e Peh (2001), consideram que para vacas em lactação, o período para coleta de sangue e determinação de ureia sérica pode ser entre 3 e 8 horas após a alimentação matinal. No presente estudo, o nível de ureia sanguínea foi mais acentuado no tempo sete após a alimentação.

O AGNE apresentou efeito quadrático em função do tempo após a alimentação (Figura 5), deduzindo-se que o pico de concentração ocorreu antes dos animais serem alimentados.

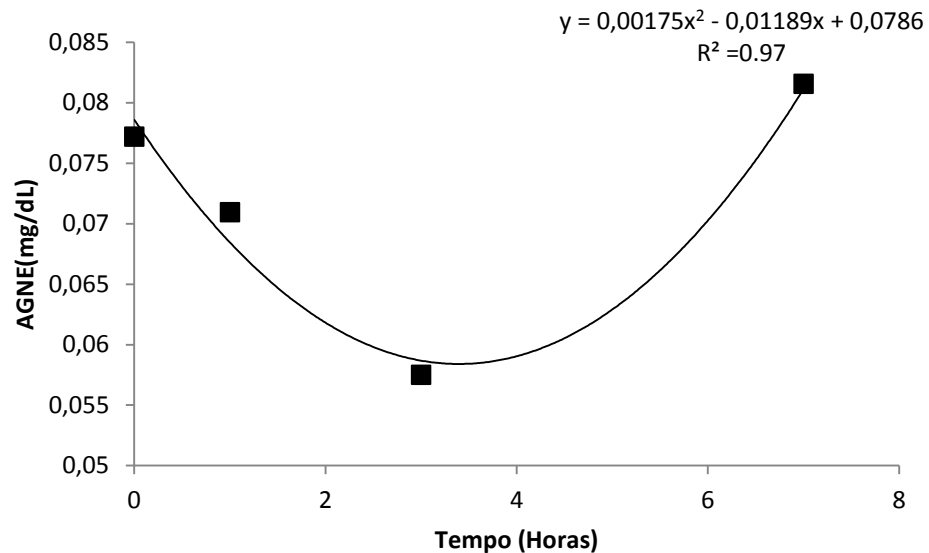


FIGURA 5 - COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL AGNE EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A ALIMENTAÇÃO DAS VACAS MISTIÇAS RECEBENDO DOIS NÍVEIS DE MONENSINA, EM PASTAGEM.

No jejum, o glucagon e a adrenalina estimulam a atividade da lipase de triglicerídeos no tecido adiposo, determinando a mobilização de gordura previamente armazenada e a liberação de AGNE e glicerol na circulação sanguínea. Nessa situação metabólica, então, os ácidos graxos não esterificados, passam a ter concentração sanguínea mais alta que no estado alimentado, tornam-se os principais substratos energéticos utilizados, tanto pelo tecido adiposo, como tecido muscular e fígado (KOZLOSKI, 2011).

Níveis mais elevados antes da alimentação da manhã podem ser explicados pela ação da insulina e assim, quando a alimentação é oferecida durante o dia, resultaria em maiores concentrações de AGNE durante a noite, conseqüentemente, as amostras de sangue devem ser tomadas preferencialmente de manhã antes da primeira alimentação do dia (NIELSEN, INGVARTSEN e LARSEN, 2003; BORREBAECK et al., 1990).

Em contraste, Eicher et al. (1999) afirmam que as concentrações de AGNE parecem ser menos sensíveis a época da coleta de amostra, diferente da glicose e BHB. A diminuição dos níveis de AGNE pós-prandial pode indicar maior aporte de

glicose plasmática uma vez que o parâmetro glicose apresentou comportamento inverso.

O comportamento do BHB de acordo com os horários de coleta acompanhou a curva de AGNE (Figura 6) e pode ser correlacionado negativamente com os níveis de glicose (BORREBAECK et al., 1990). Com efeito para tratamento ($P < 0,05$) os animais que receberam monensina apresentaram níveis mais baixos do corpo cetônico quando comparados ao controle.

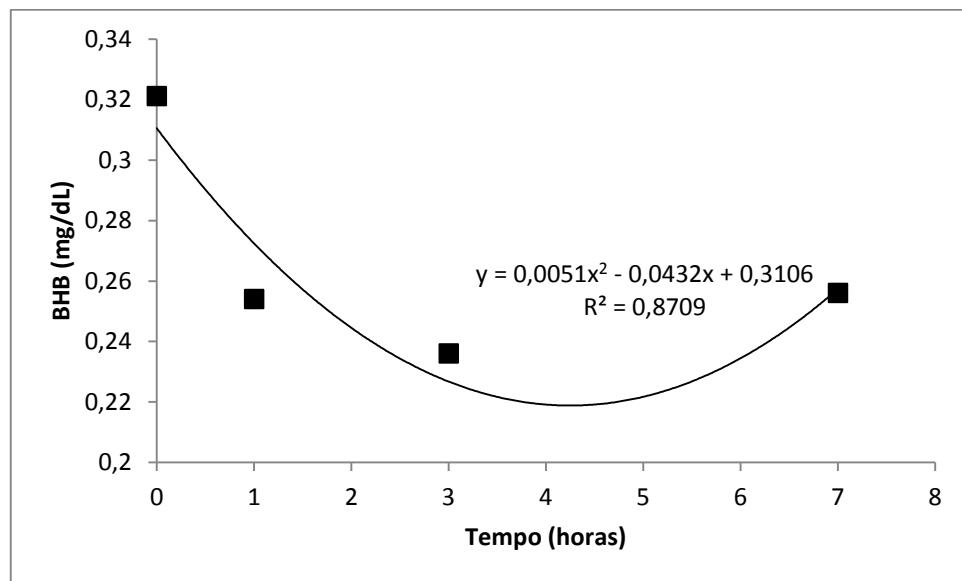


FIGURA 6 - COMPORTAMENTO DA VARIÁVEL BHB EM FUNÇÃO DO TEMPO APÓS A ALIMENTAÇÃO DAS VACAS MISTIÇAS RECEBENDO DOIS NÍVEIS DE MONENSINA, EM PASTAGEM.

O aumento da produção de BHB ocorre quando a quantidade de ácidos graxos captados no jejum é maior que a demanda energética das células, levando a uma saturação do Ciclo de Krebs e acúmulo mitocondrial de acetil-SCoA, que são convertidos em corpos cetônicos e lançados na circulação sanguínea, sendo o BHB predominante (KOZLOSKI, 2011).

O BHB é um corpo cetônico que aumenta no plasma dos animais quando existe deficiência de energia, o que não foi verificado neste experimento, porém para os animais que foram suplementados com monensina houve maior redução nos valores desta variável.

5 CONCLUSÃO

Apesar de não apresentar efeito sobre a produção de leite, a utilização da monensina pode agregar valores às dietas de vacas leiteiras uma vez que esta melhorou a digestibilidade aparente da matéria seca, do FDN e do NDT e estes efeitos podem ser o fator associado a melhoria na utilização do concentrado.

O uso de ionóforos pode ser fundamental na melhoria da qualidade do leite com elevações nos teores de sólidos totais e melhorando o rendimento do leite pela indústria.

6 REFERÊNCIAS

- AKINS M. S.; PERFIELD, K. L.; GREEN, H. B; BERTICS. S. J; SHAVER, R. D. Effect of monensin in lactating dairy cow diets at 2 starch concentrations. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 917-929, 2014.
- ALI HAIMOUD, D.; VERNAY, M.; BAYOURTHE, C.; MONCOULON, R. Avoparcin and monensin effects on the digestion of nutrients in dairy cows fed a mixed diet. **Canadian Journal Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 379-385, 1995.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1630, 2000.
- ALZAHAL, O.; ODONGO, E; MUTSVANGWA, T.; OR-RASHID, M. M.; DUFFIELD, T. F.; BAGG, R.; DICK, P.; VESSIE, G.; McBRIDE, B. W. Effects of monensina and dietary soybean oil on milk fat percentage and milk fatty acid profile in lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 91, p. 1166-1174, 2008.
- ARAUJO-FEBRES, O.; FERNÁNDEZ, M. C. Efecto en novillos del monensin y el nivel de fibra de la dieta sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca. **Revista de la Facultad de Agronomía**. Universidad del Zulia, v.8, p.143-153, 1991.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 15 ed. Arlington: p. 1117, 1990.
- BAILE, C. A.; McLAUGHLIN, C. L; POTTER, E. L.; CHALUPA, W. Feeding behavior changes of cattle during introduction of monensin with roughage or concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 6, p. 1501-1508, 1979.
- BARBOSA, R. A.; JUNIOR, D. N.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES, R. A. A. J. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.3 29-340, 2007.
- BARGO, F.; MULLER, L. D.; DELAHOY, J. E.; CASSIDY, T. W. Performance of high producing dairy cows with 3 different feeding systems combining pasture and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2948–2963, 2002.
- BENCHAAR, C.; PETIT, H. V.; BERTHIAUME, R.; WHYTE, T. D.; CHOUINARD, P. Y. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 4352-4364, 2006.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: Their effect on productions efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1465-1483, 1984.
- BORREBAEK, B. HALSE, K.; TVEIT, B.; DAHLE, H. K.; CEH, L. Plasma glucose, ketone bodies, insulin, glucagon and enteroglucagon in cows: Diurnal variations related to ketone levels before feeding and to the ketogenic effects of feeds. **Acta Veterinary Scandinavia**, v. 31, p.5-15, 1990.

BRANINE, M. E.; GALYEAN, M. L. Influence of grain and monensin supplementation on ruminal fermentation, intake, digesta kinetics and incidence and severity of frothy bloat in steers grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1139-1150, 1990.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da União, Brasília, 29 de dezembro de 2011, seção 1, página 6. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br>. Acesso em 03/09/14.

BRODERICK, G. A. Effect of level monensin supplementation on the production of dairy cows fed alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 359-368, 2004.

CAMPOS NETO, O.; RAMOS, A. A.; ESCOBAR, M. J.; DALANESI, J. A.; DE BEM, C. H. W. Avaliação de monensina sódica em vacas leiteiras. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 2, p. 268-273, 1995.

CAMPOS NETO, O.; TRONCOSO, H.; PEREZ-GIL, F.; BACCARI JUNIOR, F. Efeito da monensina sódica, olaquinox e metionina hidroxil análogo em novilhas da raça holandesa. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983. Pelotas. **Anais...** Pelotas-SBZ, 1983, p.101.

CHAPMAN, H. D. A landmark contribution to poultry Science - Prophylactic control of coccidiosis in poultry. **Poultry Science**, v. 88, p. 813–815, 2009.

COCHRAN, R. C.; ADAMS, D. C.; WALLACE, J. D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1476-1483, 1986.

COE, M. L.; NAGARAJA, T. G.; SUN, Y. D.; WALLACE, N.; TOWNE, E. G.; KEMP, K. E.; HUTCHENSON, J. P. Effect of virginiamycin on ruminal fermentation in cattle during adaptation to a high concentration diet and during an induced acidosis. **Journal of Animal Science**. v. 77, p. 2259-2268, 1999.

Da SILVA, D. C.; SANTOS, G. T.; BRANCO, A. F.; DAMASCENO, J.C.; KAZAMA, R.; MATSUSHITA, M.; HORST, J.A; Dos 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.

DINIUS, D. A.; SIMPSON, M. E.; MARSH, P. B. Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. **Journal of Animal Science**, v. 42, p. 229-234, 1976.

DUBUC, J.; DuTREMBLAY, D.; BRODEUR, M.; DUFFIELD, T.; BAGG, R.; BARIL, J.; DesCORTEAUX, L. A randomized herd-level field study of dietary interactions with monensin on milk fat percentage in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 777-781, 2009.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of monensina in lactating dairy cattle. Part two: Production effects. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1347-1360, 2008.

DUFFIELD, T. F.; BAGG, R. N. Use of ionophores in lactating dairy cattle: a review. **Canadian Veterinary Journal**, v. 41, p. 338-394, 2000.

DUFFIELD, T. F.; SANDALS, D.; LESLIE, K. E.; LISSEMORE, K.; McBRIDE, B. W.; LUMSDEN, J. H.; DICK, P.; BAGG, R. Efficacy of monensin for the prevention of subclinical ketosis in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 11, p. 2866-2873, 1998.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.

EICHER, R.; LIESEGANG, A.; BOUCHARD, E.; TREMBLAY, A. Effect of cow-specific factors and feeding frequency of concentrate diurnal variations of blood metabolites in dairy cows. **American Journal Veterinary Research**, v. 60, n. 12, p. 1493-1499, 1999.

ELLIS, W. C.; HORN, G. W.; DELANEY, D.; POND, K. R. Effects of ionophores on grazed forage utilization and their economic value for cattle on wheat pasture. In: NATIONAL WHEAT PASTURE SYMPOSIUM, Stillwater, 1983. **Proceedings...** Stillwater: Agricultural Experimental Station, 1983. p.343.

ELROD, C. C.; BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 694-701, 1993.

ENJALBERT, F.; NICOT, M. C.; BAYOURTHE, C.; MONCOULON, R. Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: Relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 583-589, 2001.

ERASMUS, L. J.; BOTH P. M.; LINDSEY, G. D.; d'ASSONVILLE, J. A.; VILJOEN, M. D. Effect of monensin supplementation and BST administration on productivity and incidence of ketosis in dairy cows. In: Proc. 7th World Conference Animal Production Edmonton. **Proceedings** ... Edmonton, Canada 2. 1993. p. 413-414.

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.

GANDRA, J. R.; RENNÓ, F. P.; SILVA, L. F. P.; FREITAS JUNIOR, J. E.; MATURANA FILHO, M.; GANDRA, E. R. S.; D'ANGELO, L. S.; ARAUJO, A. P. C. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras submetidas à diferentes níveis de monensina sódica nas rações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 115-128, 2009.

GANDRA, J. R.; RENNÓ, F. P.; FREITAS JUNIOR, J. E.; SANTOS, M. V.; SILVA, L. F. P.; ARAUJO, A. P. C. Productive performance and milk protein fraction composition of dairy cows supplemented with sodium monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1810-1817, 2010.

GARCIA, A. Dosificación de la urea en la leche para predecir el balance nutricional em vacas lecheras. In: Jornadas Uruguayas de Buiatria, 25 / IX Congresso Latinoamericano de Buiatria, 9., 1997, Paysandú. **Anais...** Paysandú: Centro Médico Veterinário de Paysandú, 1997.

GEHMAN, A. M.; KONONOFF, P. J.; MULLINS, C. R; JANICEK, B. N. Evaluation of nitrogen utilization and the effects of monensin in dairy cows fed brown midrib corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 288-300, 2008.

GERDES, L. WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; CARVALHO, D. D.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de características agrônômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.947-954, 2000.

GHOORBANI, B.; GHOORCHI, T.; AMANLOU, H.; ZEREHDARAM, S. Effects of using monensin and different levels of crude protein on milk production, blood metabolites and digestion of dairy cows. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 24, n. 1, p. 65-72, 2011

GONZÁLEZ, F. H. D; CAMPOS, R. Indicadores metabólico-nutricionais do leite. In: I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil. 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2003. p. 31-46.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006, 357p.

GONZÁLEZ, F. H. D.; DURR, J. W.; FONTANELI, R. S. **Uso do Leite para Monitorar a Nutrição e o Metabolismo de Vacas Leiteiras**. Porto Alegre - RS, Brasil, p. 72, 2001.

GOODRICH, R. D.; GARRET, J. E.; GAST, D. R.; KIRICK, D. A.; LARSON, D. A.; MEISKE, J. C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 6, p.1484-1498, 1984.

GRANZIN, B. C; DRYDEN, G. McL. Monensin supplementation of lactating cows fed tropical grasses and cane molasses or grain. **Animal Feed Science and Technology**, v. 120, p. 1-16, 2005.

GRECO, L. F. **Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on lactation performance, tissue gene expression and reproduction in dairy cows**. 270p. TESE DOUTORADO. UNIVERSITY OF FLORIDA, GAINESVILLE, FL, USA, 2014.

GREEN, B. L.; McBRIDE, B. W.; SANDALS, D.; LESLIE, K. E.; BAGG, R.; DICK, P. The impact of a monensin controlled-release capsule on subclinical ketosis in the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 333, 1999.

GUSTAFSSON, A. H.; PALMQUIST, D. L. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea and milk urea in dairy cows at high and low yields. **Journal of Dairy Science**, - v. 76, p. 475-484, 1993.

HALL, M. B. Neutral detergent-soluble carbohydrates. **Nutritional relevance and analysis**. Gainesville: University of Florida, 2000.

HANEY, Jr. M. E; HOEHN, M. M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v.7, p. 349-352, 1967.

HAYES, D. P.; PFEIFFER, D. U; WILLIAMSON, N. B. Effect of intraruminal monensin capsules on reproductive performance and milk production of dairy cows fed pasture. **Journal of Dairy Science**, v. 79, p. 1000-1008, 1996.

HUNGATE, R. E. **The rumen and its microbes**. Academic Press, Inc., New York, 1966.

HUNTINGTON, G. B. Energy metabolism in the digestive tract and liver of cattle: influence of physiological state and nutrition. **Reproduction Nutrition Development** v. 30, p. 35-47, 1990.

HUTJENS, M. F. Dairy efficiency and dry matter intake. In: 7th Western Dairy Management Conference, Reno, 2005. **Proceedings...** Reno, NV, 2005, p. 71.

HWANG, S. Y.; LEE, M. J.; PEH, H. C. Diurnal variations in milk and blood urea and whole blood ammonia nitrogen in dairy cows. **Asian Australian Journal of Animal Science**, v. 14, n. 12, p. 1683-1689, 2001.

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

KARCHER, E. L.; PICKETT, M. M.; VARGA, G. A.; DONKIN, S. S. Effect of dietary carbohydrate and monensin on expression of gluconeogenic enzymes in liver of transition dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 690-699, 2007.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3 ed. - Santa Maria: Ed. UFSM, 2011. p. 212.

LeBLANC, S. J.; LISSEMORE, K. D.; KELTON, D. F.; DIFFIELD, T. F.; LESLIE, K. E. Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1267-1279, 2006.

LEMENAGER, R. P.; OWENS, F. N.; SHOCKEY, B. J.; LUSBY, K. S.; TOTUSEK, R. Monensin effects on rumen turnover rate, twenty four hour VFA pattern, nitrogen components and cellulose disappearance. **Journal of Animal Science**, v. 47, p. 255-261, 1978.

LIMA, M. L. P.; BERCHIELLI, T. T.; LEME, P. R.; NOGUEIRA, J. R.; PINHEIRO, M. G. Concentração de nitrogênio ureico plasmático (NUP) e produção de leite de vacas mestiças mantidas em gramíneas tropicais sob pastejo rotacionados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p.1616-1626, 2004.

LOHRENZ, A. K.; DUSKE, K.; SCHENEIDER, F.; NURNBERG, K.; LOSAND, B.; SEYFERT, H. M.; METGES, C. C.; HAMMON, H. M. Milk performance and glucose metabolism in dairy cows fed rumen-protected fat during mid lactation. **Journal of Dairy Science**. v. 93, n. 12, p. 5867-76, 2010.

- LYNCH, G. A.; HUNT, M. E.; McCUTCHEON, S. N. A note of the effect of monensin sodium administered by intraruminal controlled-release devices on productivity of dairy cows at pasture. **Animal Production**, v. 51, p. 418-421, 1990.
- MAAS, J. A.; McCUTCHEON, S. N.; WILSON, G. F.; LYNCH, G. A.; HUNT, M. E.; CROMPTON, L. A. Effect of monensin sodium on lactational performance of autumn- and spring-calving cows. **Journal of Dairy Research**, v. 69, p. 317-323, 2002.
- MARTINEAU, R.; BENCHAAAR, C.; PETIT, H. V.; LAPIERRE, H.; OUELLET, D. R.; PELLERIN, D.; 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.
- McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Supplement, v. 84, p. 194-203, 2001.
- MELENDEZ, 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.
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.
- MULLER, L. D.; BARGO, F.; IPHARRAGUERRE, I. R. Review: Monensin for grazing dairy cows. **The Professional Animal Scientist**, v. 22, p. 115-119, 2006.
- NAGARAJA, T. G. Response of the gut and microbial populations to Feedstuffs: The ruminant story. In: Minnesota Nutrition Conference, 64, 2003, St. Paul, MN. **Proceedings...** Saint Paul, MN: Minnesota Nutrition Conference, 2003. p.64-77.
- NAGARAJA, T. G.; AVERY, T. B.; BARTLEY, E. E.; GALITZER, S. J.; DAYTON, A. D. Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensin. **Journal of Animal Science**, v.53, n.1, p.206-216, 1981.
- NIELSEN, N. I.; INGVARTSEN, K. L.; LARSEN, T. Diurnal variation and the effect of feed restriction on plasma and milk metabolites in TMR-fed dairy cows. **Journal of Veterinary Medicine. A Physiology, Pathology, Clinical Medicine**, v. 50, p. 88-97, 2003.
- NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE PASTAGENS, 13, 1996, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1996, p. 319-352.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. Ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001, 381 p.
- OELKER, E. R.; REVENEAU, C.; FIRKINS, J. L. Interaction of molasses and monensina in alfafa hay or corn silage-based diet on rumen fermentation, total tract digestibility and milk production by Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 270-285, 2009.

OLIVEIRA, M. V. M.; LANA, R. P.; FREITAS, A. W. P.; EIFERT, E. C.; PEREIRA, J. C.; VALADARES FILHO, S. C.; PÉREZ, J. R. O. Parâmetros ruminal, sanguíneo e urinário e digestibilidade de nutrientes em novilhas leiteiras recebendo diferentes níveis de monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2143-2154, 2005a.

OLIVEIRA, M. V. M.; LANA, R. P.; JHAM, G. N.; PEREIRA, J. C.; PÉREZ, J. R. O.; VALADARES FILHO, S. C. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1763-1774, 2005b.

OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; PIRES, A. V.; FERNANDES, J. J. R.; SUSIN, I.; SANTOS, F. A. P.; ARAÚJO, R. C. Substituição total do farelo de soja por ureia ou amiréia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 738-748, 2004.

OLIVEIRA, M. S.; VIEIRA, P. F.; ESCOBAR, M. G.; BARBOSA, J. C. Utilização da monensina sódica na alimentação de vacas leiteiras. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29. 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992, p. 168.

OSBORNE, J. K.; MUTSVANGWA, T.; ALZAHAL, O.; DUFFIELD, T. F.; BAGG, R.; DICK, P.; VESSIE, G.; McBRIDE, B. W. Effects of monensin on ruminal forage degradability and total tract diet digestibility in lactating dairy cows during grain-induced subacute ruminal acidosis. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 1840-1847, 2004.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: A review. **Journal of Animal Science**. v. 76, p. 275-286, 1998.

PEIXOTO, L. A. O; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira Agrociência**. v. 13, n. 3, p. 299-304, 2007.

PENNING, P. D.; JOHNSON, R. H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fiber. **Journal Agriculture Science**, v. 100, p. 133-138, 1983.

PERTERSSON-WOLFE, C. S.; LESLIE, K. E.; OSBORNE, T.; McBRIDE, B. W.; BAGG, R.; VESSIE, G.; DICK, P.; DUFFIELD, T. F. Effect of monensina delivery method on dry matter intake, body condition score and metabolic parameters in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 4, p. 1870-1879, 2007.

PHILLIPS, D. M. A.; MCGILLIARD, A. D.; LINDBERG, G. L.; VEENHUIZEN, J. J.; YOUNG, J. W. Effects of decreased availability of glucose for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 752-761, 1993.

PHIPPS, R. H.; WILKINSON, J. I. D.; JONKERT, L. J.; TARRANT, M.; JONES, A. K.; HODGE, A. Effect of monensina on milk production of Holstein-Friesian dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2789-2794, 2000.

PLAIZIER, J. C.; FAIRFIELD, A. M.; AZEVEDO, P. A.; NIKKHAH, A.; DUFFIELD, T. F.; CROW, G. H.; BAGG, R.; DICK, P.; McBRIDE, B. W. Effects of monensina and

stage of lactation on variation of blood metabolites within twenty-four hours in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 3595-3602, 2005.

PLAIZIER, J. C.; MARTIN, A.; DUFFIELD, T.; BAGG, R.; DICK, P.; McBRIDE, B. W. Effect of a prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on apparent digestibilities and nitrogen utilization in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2918-2925, 2000.

PRESSMAN, B. C. Ionophores antibiotics as models for biological transport. **Federation proceedings**, Bethesda, v. 27, p. 1283-1288, 1968.

QUIGLEY, J. D.; CALDWELL, L. A.; SINKS, G. D.; HEITMANN, R. N. Changes in blood glucose, nonesterified fatty acids and ketones in response to weaning and feed intake in young calves. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 250-257, 1991.

RAMANZIM, M.; BAILONI, L.; SCHIAVON, S.; 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.

RANATHUNGA, S. D.; KALSCHEUR, A. R.; HIPPEN, A. R.; SCHINGOETHE, D. J. Replacement of starch from corn with nonforage fiber from distillers grains and soyhulls in diets of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 3, p. 1086–1097, 2010.

REBHUN, W. C.; CHUCK, G. **Doenças do gado leiteiro**. São Paulo: Editora Rocca, 2000. 642 p.

REYNOLDS, C. K.; HARMON, D. L.; CACAVALA, M. J. Absorption and delivery of nutrients for milk protein synthesis by portal-drained viscera. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 9, p. 2787-808, 1994.

ROGERS, J. A.; DAVIES, C. L. Rumen volatile acid production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **Journal of Dairy Science**, v. 65, p. 944-952, 1982.

RODRIGUES, P. H. M.; PEIXOTO JUNIOR, K. C.; MORGULLIS, S. C. F.; SILVA, E. J. A.; MEYER, P. M.; PIRES, A. V. Avaliação da monensina administrada pela forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta (bólus) em bovinos alimentados com forragens de baixo valor nutritivo e suplementados ou não com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1937-1944, 2007.

RODRIGUES, P. H. M.; MATTOS, W. R. S.; MELOTTI, L.; RODRIGUES, R. R. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Revista Scientia Agrícola**, v. 58, n.3, p. 449-455, 2001.

RUIZ, R. G. L.; ALBRECHT, G. L.; TEDESCHI, L. O.; JARVIS, G.; RUSSEL, J. B.; FOX, D. G. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1717–1727, 2001.

RUMSEY, T. S. Monensin in cattle: Introduction. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1461-1464, 1984.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. Mini review. Effect of ionophores on ruminant fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, p. 1-6, 1989.

SANTOS, M. C. B. **Desempenho produtivo e resíduos no leite de vacas suplementadas com monensina sódica nas rações**. 94 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP. 2011.

SANTOS, A. L.; LIMA, M. L. P.; BERCHIELLI, T. T.; LEME, P. R.; MALHEIROS, E. B.; NOGUEIRA, J. R.; PINHEIRO, M. G.; LIMA, N. C.; SIMILI, F. F. Efeito do dia de ocupação sobre a produção leiteira de vacas mestiças em pastejo rotacionado de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 1051-1059, 2005.

SAUER, F. D.; KRAMER, J. K. G.; CANTWELL, W. J. Antiketogenic effects of monensina in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 436-442, 1989.

SCHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 1518-1527, 1984.

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.

SMITH, T. R.; HIPPEN, A. R.; BEITZ, D. C.; YOUNG, J. W. Metabolic characteristics of induced ketosis in normal and obese dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1569-1581, 1997.

SMITH, A. M., REID, J. T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal of Animal Science**, v. 38, p. 515-524, 1955.

SOLLENBERGER, L. E.; CHERNEY, D. J. R. Evaluating forage production and quality. **The Science of Grassland Agriculture**. Iowa State University Press, p. 97-110, 1995.

SPROTT, L. R.; CORAH, L. R.; RILEY, J. G.; KIRACOFFE, G. H. The effects of ruminant and two levels of energy prior to calving of reproductive performance of first calf heifers. **Kansas Agricultural Experiment Station Report of Program**, Manhattan, n. 394, p.44, 1981.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **Statistical analysis system: user's guide**, version 9.0. Cary, Statistical Analysis System Institute, 2002. 235p.

TEDESCHI, L. O.; CALLAWAY, T. R.; MUIR, J. P.; ANDERSON, R. C. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal Environmental Quality**, v. 32, p. 1591–1602, 2003.

TEIXEIRA, J. C. **Fisiologia digestiva dos animais ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 260p.

VAGNONI, D. B.; CRAIG, W. M.; GATES, R. N.; WYATT, W. E.; SOUTHERN, L. L. Monensin and ammonization or urea supplementation of Bermuda grass hay diets for steers. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1793-1802, 1995.

VAN DER WERF, J. H. J.; JONKER, L. J.; OLDENBROEK, J. K. Effect of monensin on milk production by Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 427-433, 1998.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WILDMAN, O. E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E.; BOMAN, R. L. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, v. 65, n. 3, p. 495-501, 1982.

WITTWER, F. Empleo de los perfiles metabólicos en el diagnóstico de desbalances metabólicos nutricionales en el Ganado. **Revista Portuguesa de Buiatria**, v. 2, p. 16-20, 1995.

YANG, C. M.; RUSSEL, J. B. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation in vivo and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3470-3476, 1993.