

Efeitos da lasalocida sódica e proporção volumoso/ concentrados sobre a fermentação ruminal em vacas secas

Effects of sodium lasalocid and roughage/concentrate ratio on ruminal fermentation in dry cows

CORRESPONDÊNCIA PARA:
Paulo Henrique Mazza Rodrigues
Departamento de Nutrição e
Reprodução Animal
Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia da USP
Av. Duque de Caxias Norte, 225
13630-000 – Pirassununga – SP
e-mail: pmazza@usp.br

1-Departamento de Nutrição e
Reprodução Animal da Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
USP – SP

Paulo Henrique Mazza RODRIGUES¹; Carlos de Sousa LUCCI¹; Ari Luiz de CASTRO¹

RESUMO

Efeitos da lasalocida sódica e de diferentes proporções volumoso:concentrados foram estudados em experimento em Quadrado Latino 4 x 4, utilizando-se quatro fêmeas bovinas (500 kg P.V.) dotadas de cânulas ruminais. Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 2 x 2 com 40% ou 70% de volumoso (feno de *Coast Cross*) e zero ou 200 mg de lasalocida/animal/dia. Colheitas de líquido ruminal foram realizadas no 21º dia de cada subperíodo experimental às 0, 1, 2, 3, 4, 6 e 8 horas após a 1ª refeição. Observou-se interação entre tratamentos sobre a porcentagem molar de propionato e a relação acetato:propionato ($p < 0,05$): o emprego de menos volumoso aumentou o propionato em 19,0% na presença de lasalocida e 0,6% na sua ausência. Similarmente, a relação A:P diminuiu 20,6% na presença de lasalocida e 4,9%, na sua ausência ($p < 0,05$). Menor proporção de volumoso fez diminuir a porcentagem molar de acetato em 4,7% e aumentar a de butirato em 15,7%, independentemente da lasalocida ($p < 0,05$). O decréscimo da proporção de volumoso aumentou a ingestão de MS ($p < 0,05$), diminuiu a concentração ruminal de amônia a partir de 4 horas após a 1ª refeição ($p < 0,05$), diminuiu o pH do líquido ruminal a partir de 2 horas ($p < 0,05$) e o fluxo ruminal de líquidos/kg de MS consumida ($p < 0,05$), mas não alterou o volume líquido ruminal ou as concentrações séricas de uréia.

UNITERMOS: Ionóforos; Ácidos graxos voláteis; Amônia; Ruminantes.

INTRODUÇÃO

Ionóforos são moléculas de baixo peso molecular²⁷ produzidas por cepas de *Streptomyces sp.*³, definidos como substâncias capazes de interagir estequiometricamente com íons metálicos, servindo como transportadores mediante os quais estes íons podem ser levados através de uma membrana lipídica bimolecular²³.

Podem-se diferenciar os modos de ação dos ionóforos em dois tipos³¹: um básico, ocorrendo ao nível da membrana celular dos microrganismos ruminais, e outro sistêmico, composto por sete categorias de ação, resultantes da alteração do metabolismo das bactérias do rúmen e afetando a resposta animal, representados por modificações na produção de ácidos graxos voláteis, no consumo de alimentos, na produção de gases, na digestibilidade dos alimentos, na utilização da proteína, no enchimento e taxa eferente de passagem ruminais e outros, como diminuição da incidência de edema e enfisema pulmonar, cetose, timpanismo, além da alteração do Status mineral e lipídico dos animais. Desta forma, os ionóforos

possuem a capacidade de aumentar a eficiência do metabolismo energético e protéico no rúmen ou organismo animal e diminuir a incidência de distúrbios digestivos³.

Vários fatores encontrados na literatura alteram a resposta à utilização dos ionóforos, tal como o nível e qualidade da fibra na dieta, nível ou fonte de nitrogênio, período de adaptação ao produto, momento da coleta da amostra, espécie ou tipo animal experimental, tipo e concentração do ionóforo utilizado, sistema de alimentação e ainda outros fatores como a presença de gordura, tampões, minerais e isoácidos, seja na dieta ou meio de cultura, na dependência do experimento realizado. O presente trabalho teve por finalidade estudar os efeitos da aplicação de lasalocida sódica sobre o consumo de alimentos, concentração de ácidos graxos voláteis, amônia e pH do líquido ruminal, sobre a dinâmica líquida ruminal e concentrações séricas de uréia, considerando dietas com diferentes proporções entre volumoso e concentrados.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas quatro fêmeas bovinas mestiças, portadoras de cânulas ruminais, que possuíam aproximadamente 500 kg de peso vivo ao início do experimento e apresentavam-se não-lactantes e não-gestantes. O delineamento experimental foi em Quadrado Latino 4 x 4²⁵ com arranjo fatorial de tratamentos (2 x 2) correspondendo à presença ou ausência da lasalocida sódica na dosagem de 200 mg por animal e por dia (equivalente à concentração de 23 ppm com base na MS da ração) e 40% ou 70% de volumoso (feno de *Coast Cross*) na dieta (Tab. 1). A ração foi fornecida em duas refeições, às 7 e às 15 horas, sendo o feno oferecido imediatamente após a ingestão de todo o concentrado, permitindo-se que os animais consumissem até 10 kg de MS por dia. A lasalocida (Taurotec - ROCHE do Brasil) era administrada diariamente via fístula ruminal, durante o momento da primeira refeição do dia.

A Tab. 1 mostra as rações utilizadas e resultados de suas análises bromatológicas.

O experimento foi constituído de 4 subperíodos de 21 dias cada, dos quais os primeiros 19 foram destinados à adaptação dos animais às dietas, o 20º para a colheita de sangue com vistas à determinação da uréia sérica e o 21º para a colheita de líquido ruminal. Amostras de sangue foram coletadas, por venopunção, imediatamente antes e 4 horas após o fornecimento da primeira refeição para determinação dos níveis séricos de uréia. Amostras de líquido ruminal foram coletadas às 0, 1, 2, 3, 4, 6 e 8 horas após a primeira refeição para determinação dos AGVs, realizada através de cromatografia gasosa¹⁰, determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), realizada por colorimetria^{11,20}, e pH do fluido ruminal em potenciômetro digital portátil.

A determinação do volume líquido e da taxa de passagem de líquidos pelo rúmen foi realizada através do Polietilenoglicol (PEG 4.000), na quantidade de 300 g de PEG por animal. Amostras de líquido para determinações das concentrações de PEG foram tomadas às 0, 1, 3, 6, 9, 12 e 24 horas, sendo a avaliação da concentração de PEG realizada por turbidimetria¹⁶.

As análises referentes ao consumo de MS e dinâmica líquida ruminal separaram entre outras fontes de variação o efeito da lasalocida (Las), o da proporção volumoso:concentrados (Prop), a interação entre esses fatores (L x P). Quando a interação entre os fatores lasalocida e proporção de volumoso foi significativa (p < 0,05), foram testados os efeitos da lasalocida dentro das proporções volumoso:concentrados e vice-versa, através do uso de contrastes ortogonais. Quando estas não foram significativas, utilizou-se a probabilidade dos efeitos principais.

Os dados referentes aos AGVs, pH e concentrações de amônia no líquido ruminal e, ainda, níveis séricos de uréia foram analisados conforme descrito, porém adicionados do fator medidas repetidas no tempo, referentes aos diversos momentos de colheita entre as refeições.

Tabela 1

Proporções de ingredientes utilizados e composição bromatológica das rações, com base na matéria seca. Pirassununga – SP, 1996.

Ingredientes (%)	Proporção	Vol:Con
	40:60	70:30
Feno de <i>Coast Cross</i>	40,0	70,0
Grãos de Milho moído	44,3	14,2
Farelo de soja	10,2	10,3
Farelo de trigo	5,0	5,0
Mistura mineral ¹	0,5	0,5
	100,0	100,0
Composição		
MS (%)	87,63	88,80
PB (%)	16,20	16,10
FB (%)	15,77	25,95
FDA (%)	19,83	31,47
FDN (%)	38,69	58,96
EE (%)	1,69	1,10
MM (%)	4,66	6,00
NDT estimado (%)	69,72	59,22
EB (kcal/kg)	4.527,84	4.546,42
Ca (%)	0,42	0,46
P (%)	0,40	0,35

¹ Composição por kg de mistura mineral: 180 g Ca, 90 g P, 20 g Mg, 20 g S, 100 g Na, 155 g Cl, 3.000 mg Zn, 1.000 mg Cu, 1.250 mg Mn, 2.000 mg Fe, 100 mg Co, 90 mg I, 20 mg Se, 900 mg F (máximo).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da lasalocida e proporção de volumoso:concentrados na dieta sobre o consumo de MS encontram-se na Tab. 2. A lasalocida não alterou significativamente o consumo de MS, seja ele expresso por quilo de peso vivo ou por quilo de peso metabólico. Muitos outros autores não observaram efeitos da lasalocida sobre o consumo de alimentos nas mais diversas condições^{1,2,6,9,13,14,17,29,33}. Considerando a diminuição (não-significativa) de 6% sobre o consumo de alimentos observado neste experimento ao utilizar lasalocida, valor semelhante, da ordem de 6,4% em média, foi encontrado em extensa revisão com a monensina¹⁵.

Diminuições estatisticamente significativas de 12,7% e 12,0% foram registradas sobre o consumo de MS por quilo de peso vivo e por quilo de peso metabólico (p < 0,05), respectivamente, ao aumentar de 40% para 70% o nível de volumoso na dieta, e conseqüentemente diminuir sua energia disponível.

Os valores médios do pH ruminal, AGVs, amônia ruminal e uréia sérica entre os diversos tempos de amostragem encontram-se na Tab. 3. A lasalocida não causou alteração sobre o pH do líquido ruminal, independentemente da proporção volumoso:concentrados utilizada. Estes dados são compatíveis com os de vários autores^{4,6,7,17,21,24} ao utilizarem a

Tabela 2

Efeitos da lasalocida e proporção volumoso:concentrados sobre o consumo de matéria seca (CMS), em quilos, consumo de matéria seca por quilo de peso vivo (C/kgPV), em gramas, e consumo de matéria seca por quilo de peso metabólico (C/kgP^{0,75}), em gramas, coeficientes de variação e probabilidades estatísticas¹. Pirassununga – SP, 1996.

	40:60		70:30		C.V.	Probabilidades ²		
	L-0	L-200	L-0	L-200		Las	Prop	L x P
CMS	9,21	8,96	8,54	7,74	18,65	0,057	0,006	0,263
C/kgPV	17,23	17,56	15,89	14,48	17,17	0,558	0,044	0,353
C/kgP ^{0,75}	82,76	83,07	76,39	69,55	16,09	0,382	0,028	0,342

¹ Linhas com letras sobrescritas diferentes diferem estatisticamente ($p < 0,05$) quando separadas por contrastes ortogonais;

² Valores de P para efeito da lasalocida (Las), efeito da proporção volumoso:concentrados (Prop) e efeito de interação (L x P).

Tabela 3

Efeitos da lasalocida e proporção volumoso:concentrados sobre o pH, AGVs totais (mM), proporções molares de acetato, propionato e butirato (% molar), concentrações de amônia (mg/dl) no líquido ruminal e concentrações séricas de uréia (mg/dl), coeficientes de variação e probabilidades estatísticas¹. Pirassununga – SP, 1996.

	40:60		70:30		C.V.	Probabilidades ²		
	L-0	L-200	L-0	L-200		Las	Prop	L x P
pH	6,58	6,60	6,71	6,74	2,22	0,5907	0,0199	0,8329
AGVs	68,39	69,29	68,09	66,13	17,89	0,8992	0,6794	0,7323
C ₂	69,97	68,62	72,59	72,79	4,06	0,1740	0,0001	0,0822
C ₃	15,09	17,21 ^a	15,00	14,46 ^b	13,16	0,1391	0,0218	0,0284
C ₄	14,94	14,18	12,41	12,75	16,14	0,7364	0,0175	0,4000
C ₂ /C ₃	4,70	4,04 ^b	4,94	5,09 ^a	16,08	0,1244	0,0043	0,0303
N-NH ₃	12,69	12,20	14,05	15,09	48,06	0,7343	0,0323	0,3588
Uréia	26,42	27,63	28,58	27,53	17,33	0,9479	0,4237	0,3828

¹ Linhas com letras sobrescritas diferentes diferem estatisticamente ($p < 0,05$) quando separadas por contrastes ortogonais;

² Valores de P para efeito da lasalocida (Las), efeito da proporção volumoso:concentrados (Prop) e efeito de interação (L x P).

Tabela 4

Efeitos da lasalocida e proporção volumoso:concentrados sobre o volume líquido ruminal (VL), em litros, taxa de passagem de líquidos (TP), em porcentagem por hora, fluxo de passagem de líquidos por dia (FL), em litros, e fluxo de líquidos por quilo de matéria seca consumida por dia (FL/MS), em litros, coeficientes de variação e probabilidades estatísticas¹. Pirassununga – SP, 1996.

	40:60		70:30		C.V.	Probabilidades ²		
	L-0	L-200	L-0	L-200		Las	Prop	L x P
VL	45,50	45,65	47,71	47,35	13,18	0,9578	0,3451	0,8974
TP	9,22	9,66	10,21	9,99	18,89	0,8392	0,2578	0,5484
FL	99,74	104,34	115,13	111,81	15,93	0,9058	0,0680	0,4705
FL/MS	11,08	11,71	13,62	17,62	15,42	0,2208	0,0038	0,7751

¹ Linhas com letras sobrescritas diferentes diferem estatisticamente ($p < 0,05$) quando separadas por contrastes ortogonais;

² Valores de P para efeito da lasalocida (Las), efeito da proporção volumoso:concentrados (Prop) e efeito de interação (L x P).

lasalocida, entretanto discordam de um trabalho que demonstrou a ação deste produto diminuindo o pH ruminal em bovinos recebendo dieta rica em concentrados¹. A diminuição da proporção de volumoso na dieta de 70% para 40% causou decréscimo ($p < 0,05$) do pH do líquido ruminal em 1,9% a 3,1% somente a partir de 2 horas após oferecida a refeição da manhã, estendendo-se pelo menos até 8 horas após o arraçoamento.

Não foram observados efeitos da lasalocida sobre a soma dos AGVs dosados neste experimento ou proporção

molar de acetato ou butirato ($p < 0,05$), entretanto foi significativo o efeito de interação entre a lasalocida e a proporção de volumosos ($p = 0,0284$) para a proporção molar de propionato e relação acetato: propionato, de forma que a ração contendo 40% de volumoso produziu 0,6% mais propionato, na ausência de lasalocida (não-significativo), e 19,0% a mais na sua presença ($p = 0,0362$), quando comparada à dieta com 70% de volumoso. Resultados semelhantes de interação foram encontrados para a relação acetato:propionato ($p = 0,0303$), sendo que os efeitos da proporção de volumoso

eram mais evidentes na presença de lasalocida. Ao diminuir-se a proporção de volumoso de 70% para 40%, observou-se diminuição da relação acetato:propionato em 4,9%, na ausência de lasalocida (não-significativo), e em 20,6%, na sua presença ($p = 0,0264$).

A Tab. 3 mostra que os animais alimentados com 70% de volumoso apresentaram maiores níveis de acetato (em porcentagem molar), sendo 4,9% maiores, em média, comparativamente aos alimentados com 40% de volumoso ($p = 0,0001$). Para a proporção molar de butirato no líquido ruminal, dietas com menos volumoso apresentaram 15,7% a mais deste AGV quando comparadas àquelas com mais volumoso ($p = 0,0175$), independentemente da presença ou ausência de lasalocida.

Os resultados encontrados no presente experimento concordam com aqueles em que a lasalocida não alterou a concentração total de AGVs^{6,12,19,28}, sendo que um experimento mostrou, ainda, que a lasalocida diminuiu a concentração total de AGVs⁹. Resultados obtidos por outros pesquisadores registraram aumento do propionato em detrimento do acetato e/ou butirato em dietas com predomínio de alimentos volumosos^{13,28,29}.

Não foram observados efeitos da lasalocida sobre as concentrações ruminiais de amônia ($p < 0,05$). Estes resultados condizem com os de alguns autores^{9,12,17,21,28}, mas discordam dos obtidos por outros^{4,32}, os quais demonstraram diminuição das concentrações ruminiais de amônia com o uso de lasalocida, provavelmente porque os ionóforos inibem a deaminação e a proteólise ruminal³⁴, aumentam o escape de proteína da dieta²⁶ ou, ainda, porque provocam o aumento do crescimento microbiano⁵.

O efeito da interação tempo x proporção volumoso:concentrados apresentou-se altamente significativo para esta variável ($p = 0,0013$). Foram detectadas diferenças entre as dietas volumosas e concentradas somente no período compreendido de 4 a 8 horas após administrar a ração, de forma que aquelas com 70% de volumoso mantiveram uma suave queda nos níveis de nitrogênio amoniacal, após atingir o pico, e aquelas com 40% apresentaram queda vertiginosa, após 4 horas, com valores que corresponderam entre 50% e 64% dos níveis encontrados nas primeiras. Além da utilização pelos microrganismos ruminiais, a amônia é eliminada através de absorção pela parede do proventrículo, efeito dependente do pH bem como do fluxo para o duodeno junto com a digesta⁵. A grande quantidade de substratos prontamente disponíveis para a fermentação, com conseqüente produção de proteína microbiana, parece ter incrementado o desaparecimento do nitrogênio amoniacal nas dietas com maior porção de concentrados, embora o pH mais baixo e o fluxo de líquidos mais lento nesta condição favorecessem seu acúmulo no líquido ruminal. Isto concorda com a afirmação de que o balanço entre a disponibilidade de nitrogênio e carboidratos é o fator mais

importante para reduzir as perdas²².

Não foram observados efeitos da administração de lasalocida assim como da proporção volumoso:concentrados sobre os níveis séricos de uréia, o que está de acordo com alguns autores que chegaram aos mesmos resultados quando avaliaram lasalocida sob diferentes níveis ou fontes de nitrogênio na dieta^{8,24}. Ao contrário, outros autores^{18,28} observaram aumento dos níveis séricos de uréia ao utilizarem este ionóforo, fato que suporta a idéia de que o efeito protetor contra degradação protéica aumentaria o suprimento relativo de aminoácidos para o duodeno com conseqüente aumento da concentração de uréia no plasma. Outros pesquisadores¹², ao observarem que a lasalocida tendeu a diminuir os níveis séricos de uréia, embora não tenha alterado a digestibilidade do nitrogênio, balanço nitrogenado ou concentração ruminal de amônia, concluíram que o efeito protéico-protetor dos ionóforos seria explicado pelo aumento do suprimento de propionato, o qual, por ser gliconeogênico, diminuiria a utilização da proteína absorvida para gliconeogênese ou oxidação nos tecidos.

Os dados referentes aos efeitos da lasalocida e proporção de volumoso:concentrados na dieta sobre os parâmetros de dinâmica líquida ruminal encontram-se na Tab. 4, não tendo sido observados efeitos da lasalocida sobre eles. Tais resultados são concordantes com os obtidos por outros autores em relação ao volume líquido ruminal^{6,29} e taxa de passagem de líquidos^{6,17}, embora tenham sido registradas tendências de diminuição²⁹ ou de aumento¹⁷ da taxa de passagem de líquidos. Os resultados obtidos neste experimento substanciam a teoria de que, em estudos onde se observam reduções no consumo de alimentos ao utilizar ionóforos, a taxa de diluição de líquidos no rúmen seria diminuída, em virtude de decréscimos marcantes na ingestão de água e no fluxo salivar³⁰.

Não foram detectadas diferenças significativas para os parâmetros volume líquido e taxa de passagem de líquidos quando os animais receberam dietas com diferentes proporções volumoso:concentrados.

CONCLUSÕES

Com base nas condições em que este trabalho foi desenvolvido, as seguintes conclusões podem ser enumeradas:

1- as rações com 70% de volumoso apresentaram menores ingestões de MS por dia e por quilo de peso vivo ou metabólico, em relação àquelas com 40% de volumoso, não havendo efeito da lasalocida sobre estes parâmetros;

2- as rações com 70% de volumoso causaram maior valor de pH no líquido ruminal e maior concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, em relação àquelas com 40% de volumoso, não havendo efeito da lasalocida sobre estes parâmetros;

3- a proporção molar de acetato foi maior, e a de

butirato menor, no líquido ruminal de animais recebendo dietas com 70% de volumoso, em relação àqueles recebendo 40%, não ocorrendo efeitos da lasalocida;

4- a proporção molar de propionato foi maior, e a relação acetato: propionato menor, nas rações com 40% de volumoso, quando comparadas àquelas com 70%, na presença de lasalocida, mas não na sua ausência;

5- Houve indicações de que a lasalocida aumenta a proporção de propionato no líquido ruminal quando as dietas são ricas em concentrados, mas não naquelas ricas em volumosos;

6- Não foram notados efeitos da proporção volumoso: concentrados ou da lasalocida sobre os níveis séricos de uréia ou dinâmica líquida ruminal.

SUMMARY

Sodium lasalocid and different roughage:concentrates ratios were studied in a 4 x 4 change over design, with four canulated heifers (500 kg body weight). Treatments were applied in a 2 x 2 factorial arrangement with 40% or 70% of roughage (Coast Cross hay) and zero or 200 mg of lasalocid/animal/day. Ruminal liquid collections were made at the twentieth first day of each experimental subperiod at 0, 1, 2, 3, 4, 6, and 8 hours after first meal. Statistical interaction between lasalocid and roughage:concentrate ratio was detected in molar percentage of propionate ($p < 0.05$): lower roughage diet increased propionate 19.0% with lasalocid but only 0.6% without. Also, lower roughage diet decreased acetate:propionate ratio 20.6% with and only 4.9% without lasalocid ($p < 0.05$). Acetate was 4.7% lower and butirate 15.7% greater at the 40% roughage diet, with or without lasalocid ($p < 0.05$). Lower roughage diets increased DM consumption ($p < 0.05$), decreased ruminal ammonia concentration since four hours after the first meal ($p < 0.05$), decreased ruminal pH since two hours after the first meal ($p < 0.05$) and decreased ruminal liquid turnover by quilogram of DM consumed ($p < 0.05$), but did not result in differences of liquid ruminal volume or blood urea concentrations.

UNITERMS: Ionophores; Volatile fatty acids; Ammonia; Ruminants.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- BEACOM, S.E.; MIR, Z.; KORSRUD, G.O.; YATES, W.D.G.; MacNEIL, J.D. Effect of the feed additives chlortetracycline, monensin and lasalocid on feedlot performance of finishing cattle, liver lesions and tissue levels of chlortetracycline. **Canadian Journal of Animal Science**, v.68, n.4, p.1131-41, 1988.
- 2- BEM, C.H.W. Efeito de bicarbonato de sódio e/ou lasalocida sobre a digestibilidade de dietas com bagaço de cana. Dissertação (Mestrado) – ESALQ. 1991. 73p.
- 3- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1465-83, 1984.
- 4- BOGAËRT, C.; GOMEZ, L.; JOUANY, J.P. Effects of lasalocid and cationomycin on the digestion of plant cell walls in sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, n.2, p.379-88, 1991.
- 5- CHALUPA, W. Manipulating rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, v.45, n.3, p.585-99, 1977.
- 6- CLARY, E.M.; BRANDT, R.T.; HARMON, D.L.; NAGARAJA, T.G. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.3115-23, 1993.
- 7- DARDEN, D.E.; MERCHEN, N.R.; BERGER, L.L.; FAHEY, G.C. Effects of avoparcin, lasalocid, and monensin on sites of nutrient digestion in beef steers. **Nutrition Reports International**, v.31, n.4, p.979-89, 1985.
- 8- DUFF, G.C.; GALYEAN, M.L.; BRANINE, M.E.; HALLFORD, D.M. Effects of lasalocid and monensin plus tylosin on serum metabolic hormones and clinical chemistry profiles of beef steers fed a 90% concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v.72, n.4, p.1049-58, 1994.
- 9- DYE, B.E.; AMOS, H.E.; FROETSCHER, M.A. Influence of lasalocid on rumen metabolites, milk production, milk composition and digestibility in lactating cows. **Nutrition Reports International**, v.38, n.1, p.101-15, 1988.
- 10- ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.9, p.1768-71, 1961.
- 11- FOLDAGER, J. Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation. 1977. Ph.D. thesis, East Lansing - Michigan State University, 1977.
- 12- FUNK, M.A.; GALYEAN, M.L.; ROSS, T.T. Potassium and lasalocid effects on performance and digestion in lambs. **Journal of Animal Science**, v.63, n.3, p.685-91, 1986.
- 13- GALLOWAY, D.L.; GOETSCH, A.L.; PATIL, A.; FORSTER Jr., L.A.; JOHNSON, Z.B. Feed intake and digestion by Holstein steer calves consuming low-quality grass supplemented with lasalocid or monensina. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, n.4, p.869-79, 1993.
- 14- GOMEZ, L.; BOGAËRT, C.; JOUANY, J.P.; LASSALAS, B. The influence of lasalocid and cationomycin on nitrogen digestion in sheep: comparison of methods for estimating microbial nitrogen. **Canadian Journal of Animal Science**, v.71, n.2, p.389-99, 1991.
- 15- GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GAST, D.R.; KIRICK, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1484-98, 1984.
- 16- HYDEN, S. A turbidometric method for the determination of higher polyethylene glycols in biological materials. **K. Lantbr. Hogsk. Arbb.**, v.22, p.139-45, 1956.

- 17- JACQUES, K.A.; COCHRAN, R.C.; CORRAH, L.R.; AVERY, T.B.; ZOELLNER, K.O.; HIGGINBOTHAM, J.F. Influence of lasalocid level on forage intake, digestibility, ruminal fermentation liquid flow and performance of beef cattle grazing winter range. **Journal of Animal Science**, v.65, n.3, p.777-85, 1987.
- 18- JOHNSON Jr., J.C.; UTLEY, P.R.; MULLINIX Jr., B.G.; MERRILL, A. Effects of adding fat and lasalocid to diets of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2151-65, 1988.
- 19- KATZ, M.P.; NAGARAJA, T.G.; FINA, L.R. Ruminal changes in monensin and lasalocid fed cattle grazing bloat provocative alfalfa pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, n.4, p.1246-57, 1986.
- 20- KULASEK, G. A micromethod for determination of urea in plasma, whole blood and blood cells using urease and phenol reagent. **Polskie Archiwum Weterynaryjne**, v.15, n.4, p.801-10, 1972.
- 21- MORRIS, F.E.; BRANINE, M.E.; GALUEN, M.L.; HUBBERT, M.E.; FREEMAN, A.S.; LOFGREEN, G.P. Effects of rotating monensin plus tylosin and lasalocid on performance, ruminal fermentation, and site and extent of digestion in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, n.10, p.3069-78, 1990.
- 22- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-107, 1988.
- 23- OVCHINNIKOV, J.A. Physico chemical basis of ion transport through biological membranes: Ionophores and ion channels. **European Journal of Biochemistry**, v.94, p.321-36, 1979.
- 24- PATERSON, J.A.; ANDERSON, B.M.; BOWMAN, D.K.; MORRISON, R.L.; WILLIAMS, J.E. Effect of protein source and lasalocid on nitrogen digestibility and growth by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.57, n.6, p.1537-44, 1983.
- 25- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba : ESALQ, 1985. 467p.
- 26- POOS, M.I.; HANSON, T.L.; KLOPFENSTEIN, T.J. Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. **Journal of Animal Science**, v.48, n.6, p.1516-24, 1979.
- 27- PRESSMAN, B.C. Biological applications of ionophores. **Annual Review of Biochemistry**, v.45, p.501, 1976.
- 28- REFFETT-STABEL, J.; SPEARS, J.W.; HARVEY, R.W.; LUCAS, D.M. Salinomycin and lasalocid effects on growth rate, mineral metabolism and ruminal fermentation in steers. **Journal of Animal Science**, v.67, n.10, p.2735-42, 1989.
- 29- RICKE, S.C.; BERGER, L.L.; VAN DER AAR, P.J.; FAHEY, G.C. Effects of lasalocid and monensin on nutrient digestion, metabolism and rumen characteristics of sheep. **Journal of Animal Science**, v.58, n.1, p.194-202, 1984.
- 30- ROGERS, J.A.; DAVIS, C.L. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.6, p.944-52, 1982.
- 31- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1518-27, 1984.
- 32- STARNES, S.R.; SPEARS, J.W.; FROETSCHER, M.A.; CROOM, W.J. Influence of monensin and lasalocid on mineral metabolism and ruminal urease activity in steers. **Journal of Nutrition**, v.114, n.3, p.518-25, 1984.
- 33- STEEN, T.M.; QUIGLEY, J.D.; HEITMANN, R.N.; GRESHAM, J.D. Effects of lasalocid and undegradable protein on growth and body composition of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2517-23, 1992.
- 34- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Effect of monensin on rumen metabolism *in vitro*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.34, n.3, p.251-7, 1977.

Recebido para publicação: 26/08/1996
Aprovado para publicação: 07/01/2000