

PATRÍCIA BARCELLOS COSTA

**Suplementação com Ionóforo à Dieta de Novilhas
Leiteiras em Crescimento Compensatório**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

PATRÍCIA BARCELLOS COSTA

**Suplementação com Ionóforo à Dieta de Novilhas
Leiteiras em Crescimento Compensatório**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Aprovada: 19 de setembro de 2005

Adilson Ferreira da Mota
(Co-orientador)

Marcelo Teixeira Rodrigues
(Conselheiro)

Maria Ignez Leão

Izabel Regina dos S. C. Maldonado

Augusto César de Queiroz
(Orientador)

Aos meus pais, por estarem sempre ao meu lado.

DEDICO

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento desta pesquisa e pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Augusto César de Queiroz, pela orientação, pela confiança, pelo exemplo profissional e, sobretudo, pela amizade no decorrer do curso.

Ao professor Marcelo Teixeira Rodrigues, pelos ensinamentos e por exercer de forma completa a profissão de Mestre.

Ao pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Adilson Ferreira da Mota, pela co-orientação e por auxílio nas biópsias.

À professora Izabel Maldonado e à equipe do Laboratório de Biologia, por estarem sempre disponíveis e pela inestimável ajuda.

Ao professor Mário Paulino e ao Belmiro, por permitirem a realização do trabalho experimental no Setor de Gado de Corte, e, em especial, ao Belmiro, pelo auxílio na resolução dos problemas durante o experimento.

À professora Simone Guimarães e ao Mário, pelo apoio operacional nos trabalhos realizados no Laboratório de Biotecnologia.

Ao André Magalhães, por oportunizar a realização desse trabalho e pela confiança.

Aos amigos Amélia, Márcia, Nadja e Robson, e especialmente, à Marcinha, pelas discussões sobre os temas das provas de qualificação e pela parceria na realização de desenhos criativos e coloridos de rotas metabólicas.

Aos estagiários e bolsistas de iniciação científica Daniela Lima, Geraldo Bayão, Karina Zorzi, Karla Moraes, Luana Monteiro, Lúcia Hosoda, Márcio Duarte, Renata Silva, Thiago Damião, Thony Carvalho, pela convivência agradável, pelo companheirismo e pela preciosa ajuda durante o experimento.

À Lu, à Karina e ao Thony, pela amizade, por não me processarem por trabalho escravo e me acompanharem durante 11 meses nos trabalhos de campo e de laboratório.

Ao Marcone Costa e Marinaldo Ribeiro, por ajudarem incondicionalmente na realização desse trabalho.

Ao Miller Palhão, por auxiliar nas biópsias e executar a parte reprodutiva do experimento.

Ao Fábio Augusto Aristizábal, pela preparação cirúrgica dos animais para a coleta de sangue.

Ao Zé de Oliveira, por cuidar da sanidade dos animais.

Ao Fábio Toral, pela orientação nas análises estatísticas.

Ao Renius, por se dispor a fazer uma viagem cansativa até Curvelo para trazer os animais para UFV.

Aos funcionários do Setor de Bovinocultura de Corte, Lourival e Seu Zé, pela ajuda neste trabalho.

Aos funcionários da Fábrica de Ração e do Aviário Mauro Candóia, Zé Lino e Adriano, pela colaboração e pelo trabalho pesado.

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, na pessoa do Cláudio, pelo transporte diário dos alimentos até o Setor de Gado de Corte.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal Monteiro, Fernando e Vera, pelo pronto atendimento aos pedidos de reagentes e vidraria.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia Celeste, Venâncio, Adilson, Rosana e Márcia, pela colaboração, e Natanael (PUM) e Zé Geraldo, pela amizade e pelo apoio.

A todos os amigos e colegas que integraram meu convívio acadêmico.

A todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho, aos meus familiares e amigos agradeço e desejo:

“Que a estrada se abra à sua frente,
que o vento sopra levemente às suas costas,
que o sol brilhe morno e suave em suas faces,
que a chuva caia de mansinho em seus campos,
e até que nos encontremos de novo,
que Deus lhes guarde na palma de suas mãos”.

BIOGRAFIA

PATRÍCIA BARCELLOS COSTA, filha de Rubens Costa e Íris Elena Barcellos Costa, natural de Pelotas, Rio Grande do Sul, nasceu em 29 de outubro de 1972.

Concluiu o segundo grau no Conjunto Agrotécnico “Visconde da Graça” em 21 de dezembro de 1990, na cidade de Pelotas, RS, e ingressou na Universidade Federal de Pelotas no ano de 1991, onde obteve o grau de Médica Veterinária em janeiro de 1996.

Durante o ano de 1988, trabalhou na Universidade Federal de Pelotas como bolsista de apoio técnico à pesquisa no Laboratório Regional de Diagnóstico.

Em março de 1999, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Pelotas, onde obteve o título de *Master Science* em Produção Animal em novembro de 2001.

Ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa em maio de 2002.

Em 19 de setembro de 2005, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de *Doctor Science* em Nutrição e Produção de Ruminantes.

CONTEÚDO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xv
RESUMO.....	xviii
ABSTRACT.....	xxi
Desempenho de Novilhas Leiteiras sob Manejo para Crescimento Compensatório Recebendo Suplementação com Ionóforo à Dieta.....	1
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
Introdução.....	3
Material e Métodos.....	4
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	19
Literatura Citada.....	20
Parâmetros Digestivos e Comportamento Ingestivo de Novilhas Leiteiras sob Manejo para Crescimento Compensatório Recebendo Suplementação com Ionóforo à Dieta.....	24
RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	27
Resultados e Discussão.....	34
Conclusões.....	43
Literatura Citada.....	44
Perfil Metabólico e Desenvolvimento da Glândula Mamária de Novilhas Leiteiras sob Manejo para Crescimento Compensatório Recebendo Suplementação com Ionóforo à Dieta.....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	50
Resultados e Discussão.....	56
Conclusões.....	63
Literatura Citada.....	64

APÊNDICES.....	67
APÊNDICE A.....	68
APÊNDICE B.....	79
APÊNDICE C.....	84
APÊNDICE D.....	86

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1	
1 Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa com base na matéria seca.....	5
2 Composição bromatológica dos alimentos, expressa com base na matéria seca.....	6
3 Composição bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca.....	7
4 Médias e diferenças entre os sistemas convencional e crescimento compensatório, em cada período, para os consumos de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN) e de energia metabolizável (CEM).....	11
5 Médias e diferenças entre as fontes de variação para as eficiências de utilização da matéria seca (EFCMS) e da energia metabolizável consumida (EFCEM).....	13
6 Médias e diferenças entre os sistemas convencional e crescimento compensatório, em cada período, para as variáveis nitrogênio na urina (NU), nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido.....	15
7 Médias e diferenças entre a suplementação ou não com ionóforo à dieta, em cada período, para as variáveis nitrogênio na urina (NU), nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido.....	15
CAPÍTULO 2	
1 Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa com base na matéria seca.....	28
2 Composição bromatológica dos alimentos, expressa com base na matéria seca.....	29

3	Composição bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca.....	30
4	Médias e diferenças entre os sistemas convencional e crescimento compensatório, em cada período, para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN) e energia metabolizável (CEM).....	34
5	Médias e diferenças entre as fontes de variação para as digestibilidades da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da fibra em detergente neutro (DFDN), dos carboidratos totais (DCT) e dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN).....	37
6	Médias e diferenças entre as fontes de variação para as purinas microbianas absorvidas (PABS), o nitrogênio microbiano (NMIC) e a eficiência microbiana (EFIC).....	39
7	Médias e diferenças entre as fontes de variação para as variáveis eficiência de ruminação da MS (ERUMS), eficiência de ruminação da FDN (ERUFDN), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMMB) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB).....	40
8	Médias e diferenças entre os sistemas de alimentação convencional e crescimento compensatório, em cada período, para as variáveis eficiência de alimentação da MS (EALMS), eficiência de alimentação da FDN (EAFDN), tempo de mastigação total (TMT), alimentação (ALIM), número de mastigações meréricas (NMM), ruminação (RUM) e ócio (OC).....	41
9	Médias e diferenças entre a suplementação ou não com ionóforo à dieta, em cada período, para as variáveis eficiência de alimentação da MS (EALMS), eficiência de alimentação da FDN (EALFDN), tempo de mastigação total (TMT), alimentação (ALIM), mastigações meréricas (NMM), ruminação (RUM) e ócio (OC).....	42

CAPÍTULO 3

1	Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa com base na matéria seca.....	51
2	Composição bromatológica dos alimentos, expressa com base na matéria seca.....	52

3	Composição bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca.....	53
4	Médias e diferenças entre as fontes de variação para as variáveis lipoproteínas de alta densidade (HDL), colesterol total e nitrogênio uréico (N-uréico).....	58
5	Médias e diferenças entre os sistemas de alimentação convencional e crescimento compensatório, em cada período, para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e glicose.....	59
6	Médias e diferenças entre a suplementação ou não com ionóforo à dieta, em cada período, para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e glicose.....	60
7	Médias e diferenças entre as fontes de variação para os ácidos ribonucléico (RNA) e desoxirribonucléico (DNA) e relação DNA:RNA.....	62

APÊNDICE A

1A	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes aos consumos de matéria seca, em kg/dia (CMS) e em % PV (CMSPV), fibra em detergente neutro, em kg/dia (CFDN) e em % PV (CFDNPV), e energia metabolizável (CEM), em Mcal/dia, e à eficiência de utilização da matéria seca (EFCMS), em %.....	68
2A	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes à eficiência de utilização da energia metabolizável consumida (EFCEM), em g/Mcal, e ao nitrogênio nas fezes (NFEZ) e na urina (NU), ao nitrogênio retido (NRET), em g/dia, e à eficiência de retenção do nitrogênio consumido (EFIC), em %.....	69
3A	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), dia (DIA), repetição (REP) e valores referentes às alturas de garupa (AG) e de cernelha (AC), em m, ao comprimento de garupa (CG) e à largura de garupa (LG), em cm.....	70
4A	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), dia (DIA), repetição (REP) e valores referentes ao comprimento corporal (CC), ao perímetro torácico (PT), em m, ao peso vivo (PV) e ao ganho de peso diário (GPD), em kg.....	75

APÊNDICE B

1B	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes aos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN), em kg/dia, e energia metabolizável (CEM), em Mcal/dia.....	79
2B	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes às digestibilidades de matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCT) e carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN), em %, e à purinas microbianas absorvidas (PABS), em g/dia.....	80
3B	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes ao nitrogênio microbiano (NMIC), em g/dia, à eficiência microbiana (EFIC), em g PBmic/kg NDT consumido, às eficiências de ruminação da MS (ERUMS), em g MS/h, e da FDN (ERUFDN), em g FDN/h, ao número de bolos ruminais (NBR), em n°/dia, e ao número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMMB), em n°/bolo	81
4B	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes ao tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB), em seg/bolo, às eficiências de alimentação da MS (EALMS), em g MS/h, e da FDN (EALFDN), em g FDN/h, ao tempo de mastigação total (TMT), em h/dia, e à alimentação, em h/dia (ALIMH) e % (ALIMD).....	82
5B	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes ao número de mastigações meréricas (NMM), em n°/dia, à ruminação, em h/dia (RUMH) e % (RUMD), e ao ócio, em h/dia (OCH) e % (OCD).....	83

APÊNDICE C

1C	Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL), de colesterol total (CT), de nitrogênio uréico (NUR), de ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e de glicose (GLI), em mg/dL.....	84
----	--	----

2C	Sistema (SIS), ionóforo (ION), repetição (REP) e valores referentes à concentração dos ácidos ribonucléico (RNA) e desoxirribonucléico (DNA), em ug/mL, e dos ácidos ribonucléico (RNAT) e desoxirribonucléico (DNAT) no tecido mamário, em mg/g, e relação DNA:RNA.....	85
----	--	----

APÊNDICE D

1D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN), energia metabolizável (CEM), matéria seca, em relação ao peso vivo (CMSPV), e fibra em detergente neutro, em relação ao peso vivo (CFDNPV).....	86
2D	Resumo da análise de variância (níveis de significância), em cada período, para as variáveis relacionadas aos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), energia metabolizável (CEM), matéria seca, em relação ao peso vivo (CMSPV), e fibra em detergente neutro, em relação ao peso vivo (CFDNPV).....	86
3D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as digestibilidades de matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCT) e carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN).....	87
4D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis purinas microbianas absorvidas (PABS), nitrogênio microbiano (NMIC) e eficiência microbiana (EFIC).....	87
5D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis eficiência de alimentação da MS (EALMS), eficiência de alimentação da FDN (EALFDN), eficiência de ruminação da MS (ERUMS), eficiência de ruminação da FDN (ERUFDN), tempo de mastigação total (TMT), número de mastigações meréricas (NMM), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMMB), tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB), alimentação (ALIM), ruminação (RUM) e ócio (OC)	88

6D	Resumo da análise de variância (níveis de significância), em cada período, para as variáveis eficiência de alimentação da MS (EALMS), eficiência de alimentação da FDN (EALFDN), tempo de mastigação total (TMT), número de mastigações meréricas (NMM), alimentação (ALIM), ruminação (RUM) e ócio (OC).....	88
7D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as eficiências de utilização da matéria seca (EFCMS) e da energia metabolizável consumida (EFCM).....	89
8D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio na urina (NU), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido (EFIC) Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio na urina (NU), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido (EFIC).....	89
9D	Resumo da análise de variância (níveis de significância), em cada período, para as variáveis nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio na urina (NU), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido (EFIC).....	89
10D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis altura de garupa, altura de cernelha, comprimento de garupa, largura de garupa, comprimento corporal e perímetro torácico.....	90
11D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para peso vivo e ganho de peso diário.....	90
12D	Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE), glicose, colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL) e nitrogênio uréico (N-uréico)	90
13D	Resumo da análise de variância (níveis de significância), em cada período, para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e glicose.....	91
14D	Resumo da análise da variância (níveis de significância) para as variáveis ácido ribonucléico (RNA), ácido desoxirribonucléico (DNA) e relação DNA:RNA.....	91

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1	
1 Valores médios das características de conformação mensuradas no período de realimentação.....	17
2 Valores médios do peso corporal e ganho de peso diário durante o período de realimentação.....	18

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Altura de cernelha
AG	Altura de garupa
ALIM	Alimentação
Ca	Cálcio
CC	Comprimento corporal
CCSDN	Consumo de carboidratos solúveis em detergente neutro
CCT	Consumo de carboidratos totais
CEM	Consumo de energia metabolizável
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CG	Comprimento de garupa
CMO	Consumo de matéria orgânica
CMS	Consumo de matéria seca
CSDN	Carboidratos solúveis em detergente neutro
DCSDN	Digestibilidade dos carboidratos solúveis em detergente neutro
DCT	Digestibilidade dos carboidratos totais
DFDN	Digestibilidade da fibra em detergente neutro
DMO	Digestibilidade da matéria orgânica
DMS	Digestibilidade da matéria seca
DNA	Ácido desoxirribonucléico
DP	Derivados de purinas
EALFDN	Eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro
EAL	Eficiências de alimentação
EALMS	Eficiência de alimentação da matéria seca
EDC	Excreção diária de creatinina
EE	Extrato etéreo
EFCEM	Eficiência de utilização da energia metabolizável consumida
EFCMS	Eficiência de utilização da matéria seca consumida
EM	Energia metabolizável
ERU	Eficiência de ruminação
ERUFDN	Eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro

ERUMS	Eficiência de ruminação da matéria seca
FDA	Fibra em detergente ácido
FDAi	Fibra em detergente ácido indigestível
FDN	Fibra em detergente neutro
GPD	Ganho de peso diário
HDL	Lipoproteínas de alta densidade
ION	Ionóforo
LDA	Lignina em ácido sulfúrico
LG	Largura
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
NBR	Número de bolos ruminais
NDT	Nutrientes digestíveis totais
AGNE	Ácidos graxos não-esterificados
NFEZ	Nitrogênio nas fezes
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NMIC	Nitrogênio microbiano
NMM	Número de mastigações merícicas
NMMB	Número de mastigações merícicas por bolo ruminal
NRET	Nitrogênio retido
NT	Nitrogênio total
NU	Nitrogênio na urina
N-uréico	Nitrogênio uréico
OC	Ócio
P	Fósforo
Pabs	Purinas absorvidas
PER	Período
PC	Peso corporal
PT	Perímetro torácico
RNA	Ácido ribonucléico
RUM	Ruminação
SIS	Sistema

T3	Triiodotironina circulante total
TMT	Tempo de mastigação total
TRB	Tempo de ruminação por bolo ruminal

RESUMO

COSTA, Patrícia Barcellos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2005. **Suplementação com ionóforo à dieta de novilhas leiteiras em crescimento compensatório.** Orientador: Augusto César de Queiroz. Co-orientador: Adilson Ferreira da Mota. Conselheiro: Marcelo Teixeira Rodrigues.

O objetivo proposto neste estudo foi avaliar o efeito do manejo para crescimento compensatório e da suplementação com ionóforo à dieta sobre o desempenho, os parâmetros digestivos, o perfil metabólico e o desenvolvimento da glândula mamária de novilhas leiteiras. O experimento foi conduzido durante o período de abril a setembro de 2004. Foram utilizadas 20 novilhas puras da raça Pardo-Suíça, com média de cinco meses de idade e peso inicial de ± 200 kg. Os tratamentos foram arranjos em um esquema fatorial ($2 \times 2 \times 2$) e os animais foram alocados aleatoriamente em cada uma das combinações. O fator 1 consistiu dos sistemas de alimentação (convencional e crescimento compensatório), o fator 2, da utilização ou não de ionóforo (200 mg de monensina/animal/dia), e o fator 3, dos períodos de alimentação. Os animais do sistema convencional receberam alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental, enquanto os do sistema de crescimento compensatório foram submetidos a um manejo nutricional com dois períodos distintos: período de restrição energética (90 dias, P1) e período de realimentação (60 dias, P2). Verificou-se menor eficiência de conversão de matéria seca e energia metabolizável consumida em ganho de peso diário, durante o período de realimentação. Não houve diferença para as variáveis relacionadas ao balanço de nitrogênio entre os animais do sistema convencional e dos submetidos ao manejo para crescimento compensatório. A inclusão de ionóforo na dieta das novilhas proporcionou menor excreção de nitrogênio (N) urinário e, conseqüentemente, maior retenção de N no período de restrição e menor no período de realimentação, o que refletiu na eficiência de utilização do N

consumido. Não houve efeito dos sistemas, da utilização de ionóforo ou do período sobre os parâmetros morfo-estruturais estudados e sobre o peso corporal ao final do período experimental. Novilhas em crescimento compensatório apresentaram maior ganho de peso diário ao 135^o e 150^o dias do período experimental em comparação às do sistema convencional. A inclusão de ionóforo à dieta aumentou os coeficientes de digestibilidade total da matéria seca, da matéria orgânica, dos carboidratos totais e da fibra em detergente neutro. Não houve efeito do sistema, da adição de ionóforo à dieta e do período sobre a produção microbiana. A eficiência microbiana (g PB microbiana/kg de NDT consumido) no período de restrição foi maior que no período de realimentação. Os animais do sistema crescimento compensatório apresentaram menor tempo diário em alimentação e mastigação total, mas não diferiram dos animais do sistema convencional quanto ao tempo despendido com ruminação. Novilhas submetidas ao sistema crescimento compensatório apresentaram maior concentração de nitrogênio uréico (N-uréico) plasmático e menor relação DNA:RNA no tecido mamário. Quando analisados dentro de período, os níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL) aumentaram no período de realimentação, enquanto os de N-uréico diminuíram. Além da alteração nos níveis de N-uréico, o balanço energético ao qual as novilhas em crescimento compensatório foram submetidas ocasionou aumento no teor dos ácidos graxos não-esterificados (AGNE). Houve redução nos níveis de glicose sanguínea dos animais em crescimento compensatório no período de realimentação. Entre as variáveis de perfil metabólico estudadas, a suplementação com ionóforo à dieta apresentou efeito apenas sobre os AGNE, que tiveram sua concentração reduzida durante o período de realimentação. A partir dos resultados obtidos, pode-se inferir que o manejo nutricional para crescimento compensatório em novilhas leiteiras e a suplementação com monensina sódica à dieta têm efeito positivo sobre a digestibilidade dos nutrientes e o perfil metabólico, ocasionando, portanto, aumento da atividade de síntese protéica no tecido mamário. Entretanto, deve-se considerar que o manejo para crescimento compensatório nem sempre promove aumento na eficiência de conversão da matéria seca e da

energia metabolizável consumida em ganho de peso diário e, conseqüentemente, incremento no balanço de nitrogênio dos animais. Por outro lado, a inclusão de ionóforo à dieta de novilhas reduz a excreção de N urinário, proporcionando maior retenção de N.

ABSTRACT

COSTA, Patrícia Barcellos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, September of 2005. **Ionophore supplementation in the diet of dairy heifers in compensatory growth.** Adviser: Augusto César of Queiroz. Co-adviser: Adilson Ferreira Mota. Committee member: Marcelo Teixeira Rodrigues.

The objective proposed for this study was to evaluate the compensatory growth regimes and the supplementation with ionophores to the diet on the performance, digestive parameters, metabolic profile and mammary gland development of dairy heifers. The experiment was carried out during the period of April to September of 2004. Twenty purebred heifers from the Brown-Swiss breed were used, with average of initial weight of ± 200 kg and five months old. The treatments were arranged in a factorial arrangement (2x2x2) and the animals were randomly allocated in each one of the combinations. The factor 1 consisted of the feeding regime (conventional and compensatory growth), the factor 2, of the use or not of ionophores (200 mg of monensin/animal/day) and the factor 3, of the feeding periods. The animals in the conventional regime received *ad libitum* feeding, while the one in the compensatory growth regime were submitted to a nutritional management with two different periods: period of energy restriction (90 days, P1) and realimentation period (60 days, P2). A smaller efficiency of conversion of dry matter and energy metabolizable consumed in average daily gain was observed, during the realimentation period. There was no difference for the variables related to the nitrogen balance of the animals of the conventional regime and of the submitted to the compensatory growth regime. The ionophores inclusion in the diet of the heifers provided smaller excretion of urinary nitrogen (N) and, consequently, larger N retention in the period of restriction and smaller in the realimentation period, which reflected in the efficiency of use of consumed N. There was not effect of the treatments, of the ionophores use or of the period on the studied morfo-

structural parameters and on the final body weight. Heifers in compensatory growth regime showed larger average daily gain at the 135^o and 150^o days of the experimental period in comparison with the ones from the conventional regime. The ionophores inclusion in the diet increased the coefficients of total digestibilities of the dry matter, of the organic matter, of the total carbohydrates and of the neutral detergent fiber. There was no effect of the treatment, of the ionophores addition to the diet and of the period on the microbial production. The microbial efficiency (g microbial CP /kg of TDN consumed) in the restriction period was larger than in the realimentation period. The animals from the compensatory growth regime showed smaller daily time spent in feeding and total mastication, but they did not differ from the animals from the conventional regime as for the time spent with rumination. Heifers submitted to the compensatory growth regime showed larger concentration of plasma ureic nitrogen (ureic N) and smaller DNA: RNA ratio in the mammary gland. When analyzed inside of period, the levels of high density lipoprotein (HDL) increased in the realimentation period, while the ureic N decreased. Besides the alteration in the levels of ureic N, the energy balance to which the heifers in compensatory growth was submitted caused increase in the content of the noesterified fatty acids (NEFA). There was reduction in the blood glucose levels of the animals in compensatory growth in the realimentation period. Among the variables of metabolic profile studied, the supplementation with ionophores to the diet showed effect only on NEFA, that had its concentration reduced during the realimentation period. Based on the obtained results, it could be inferred that the nutritional regime for compensatory growth in dairy heifers and the supplementation with sodium monensin to the diet had positive effect on the digestibility of the nutrients and metabolic profile, originating, finally, increase of the activity of protein synthesis in the mammary gland. But, it should be considered that the compensatory growth regime not always promotes increase in the efficiency of conversion of the dry matter and of the energy metabolizable consumed in average daily gain and, consequently, increase in the nitrogen balance of the animals. On the other hand, the ionophores inclusion in the

heifer's diet reduces the excretion of urinary N, providing larger retention of N.

Desempenho de Novilhas Leiteiras sob Manejo para Crescimento Compensatório Recebendo Suplementação com Ionóforo à Dieta

RESUMO – Objetivou-se avaliar o manejo para crescimento compensatório e a suplementação com ionóforo à dieta sobre o desempenho de novilhas leiteiras. Foram utilizadas 20 novilhas puras da raça Pardo-Suíça, com média de peso inicial de 200 kg e cinco meses de idade. Os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial (2x2x2) e os animais foram alocados aleatoriamente em cada uma das combinações. O fator 1 consistiu dos sistemas de alimentação (convencional e crescimento compensatório), o fator 2, da utilização ou não de ionóforo (200 mg de monensina/animal/dia) e o fator 3, dos períodos de alimentação. Os animais do sistema convencional receberam alimentação *ad libitum*, enquanto os do sistema de crescimento compensatório foram submetidos a um manejo nutricional com dois períodos distintos: período de restrição energética (90 dias, P1) e período de realimentação (60 dias, P2). A eficiência de conversão de matéria seca e energia metabolizável consumida em ganho de peso diário foi menor durante o período de realimentação. Não houve diferença para as variáveis relacionadas ao balanço de nitrogênio dos animais do sistema convencional e dos submetidos ao manejo para crescimento compensatório. A inclusão de ionóforo na dieta das novilhas proporcionou menor excreção de nitrogênio (N) urinário e, conseqüentemente, maior retenção de N no período de restrição e menor no período de realimentação, o que refletiu na eficiência de utilização do N consumido. Não houve efeito dos sistemas, da utilização de ionóforo ou do período sobre os parâmetros morfo-estruturais estudados e sobre o peso ao final do período experimental. Novilhas em crescimento compensatório apresentaram maior ganho de peso diário ao 135^o e 150^o dias do período experimental em comparação às do sistema convencional.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, eficiência, ganho de peso, monensina, realimentação, restrição

Performance of Dairy heifers submitted to compensatory growth regime receiving ionosphores supplementation in the diet

ABSTRACT - The objective was to evaluate the compensatory growth regimes and the supplementation with ionosphores to the diet on the performance of dairy heifers. Twenty purebred heifers from the Brown-Swiss breed were used, with average of initial weight of 200 kg and five months old. The treatments were arranged in a factorial arrangement (2x2x2) and the animals were randomly allocated in each one of the combinations. The factor 1 consisted of the feeding regime (conventional and compensatory growth), the factor 2, of the use or not of ionosphores (200 mg of monensin/animal/day) and the factor 3, of the feeding periods. The animals in the conventional regime received ad libitum feeding, while the one in the compensatory growth regime were submitted to a nutritional management with two different periods: period of energy restriction (90 days, P1) and realimentation period (60 days, P2). A smaller efficiency of conversion of dry matter and energy metabolizable consumed in average daily gain was observed, during the realimentation period. There was no difference for the variables related to the nitrogen balance of the animals of the conventional regime and of the submitted to the compensatory growth regime. The ionosphores inclusion in the diet of the heifers provided smaller excretion of urinary nitrogen (N) and, consequently, larger N retention in the period of restriction of N and smaller in the realimentation period, which reflected in the efficiency of use of consumed N. There was not effect of the treatments, of the ionosphores use or of the period on the studied morfo-structural parameters and on the final body weight. Heifers in compensatory growth regime showed larger average daily gain at the 135 and 150 days of the experimental period in comparison with the ones from the conventional regime.

Key Words: daily gain, efficiency, monensin, nitrogen balance, realimentation, restriction

Introdução

Quinze a vinte por cento do custo total da produção de leite é decorrente de programas de criação de novilhas para reposição do rebanho, sendo a alimentação dos animais responsável por, aproximadamente, 50% desse custo.

A eficiência de utilização dos alimentos é considerada o principal fator nutricional a afetar a rentabilidade das propriedades leiteiras (Bauman et al., 1985). Isso porque as perdas resultantes do processo digestivo são expressivas. Estima-se que aproximadamente 30% da energia consumida é utilizada para a produção de leite; 30% é excretada nas fezes; 3% na urina; 10% na forma de metano e 25% eliminada na forma de calor (Miller & Wolin, 2001). Desta forma, minimizar as perdas que ocorrem durante a digestão e o metabolismo de nutrientes pode ser um meio de aumentar o retorno do capital investido na atividade leiteira.

O regime de nutrição compensatória com a adição de ionóforos à dieta para vacas em lactação tem sido utilizado com esse objetivo. Nesse tipo de manejo nutricional, ocorre uma combinação de fases que alterna períodos de restrição energética e de realimentação, promovendo o ganho compensatório durante a fase de realimentação (Choi et al., 1997; Park et al., 1988). Durante o período de crescimento compensatório, os animais apresentam maior desenvolvimento corporal e aumento da eficiência de utilização de energia, em virtude da redução dos requerimentos de manutenção (McGuffey, 1995).

O efeito desse manejo sobre o desenvolvimento de animais na fase pré-púbere tem sido pouco estudado.

A eficiência energética foi a medida de eficiência biológica utilizada neste trabalho porque a energia é o nutriente mais limitante no sistema de produção pecuária. Além disso, a proteína pode ser convertida em energia no organismo animal, contribuindo para o cálculo da eficiência energética. Portanto, a eficiência é definida como o percentual de energia metabolizável dos alimentos utilizados para o crescimento corporal.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o manejo para crescimento compensatório e a suplementação com ionóforo à dieta sobre o desempenho de novilhas leiteiras.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Gado de Corte do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, durante o período de abril a setembro de 2004.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata Mineira, nas coordenadas geográficas 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e 657 m de altitude.

Foram utilizadas 20 novilhas puras da raça Pardo-Suíça, com média de cinco meses de idade e peso inicial de ± 200 kg. Os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial (2x2x2) e os animais foram alocados aleatoriamente em cada uma das combinações. O fator 1 consistiu dos sistemas de alimentação (convencional e crescimento compensatório), o fator 2, da utilização ou não de ionóforo (200 mg de monensina/animal/dia) e o fator 3, dos períodos de alimentação (P1 e P2). Os animais do sistema convencional receberam alimentação *ad libitum*, com dieta formulada para atender às recomendações nutricionais propostas pelo NRC (2001), enquanto aqueles em crescimento compensatório foram submetidos a um manejo nutricional, com dois períodos distintos: no primeiro período (per. restrição, 90 dias), o consumo de matéria seca (CMS) foi limitado a 2,5% do peso corporal (PC) e a dieta continha 25% menos energia metabolizável (EM) que a dieta do sistema convencional, enquanto, no segundo período (per. realimentação, 60 dias), a oferta de MS e a EM da dieta não diferiram do grupo em sistema convencional.

A duração do período experimental foi de 180 dias, sendo os 30 primeiros destinados à adaptação dos animais. Os animais foram alojados em baias individuais, com piso de cimento, cobertas parcialmente com telhas do tipo amianto, onde tiveram acesso permanente ao alimento e à água. A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia, às 7 e 17 h, permitindo-se sobras de, no máximo, 10% para os sistemas convencional e de crescimento compensatório no período de realimentação. A dieta foi calculada para que todos os animais, independentemente do tratamento, recebessem a mesma quantidade de PB em todos os períodos.

A proporção dos ingredientes nas dietas encontram-se na Tabela 1, a composição bromatológica dos alimentos, na Tabela 2, e a composição das dietas experimentais, na Tabela 3.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa com base na matéria seca

Alimento	Sistema de alimentação			
	Convencional		Cresc. Comp.	
	sem ionóforo	com ionóforo	sem ionóforo	com ionóforo
	Período de restrição (P1)			
Feno de tifton 85	60,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de milho	15,31	15,31	2,10	2,10
Farelo de algodão	23,29	23,29	36,20	36,20
Calcário calcítico	0,60	0,60	1,00	1,00
Mistura mineral	0,80	0,80	0,70	0,70
	Período de realimentação (P2)			
Feno de tifton 85	60,00	60,00	50,00	50,00
Farelo de milho	15,10	15,10	20,10	20,10
Farelo de algodão	23,50	23,50	28,50	28,50
Calcário calcítico	0,60	0,60	0,60	0,60
Mistura mineral	0,80	0,80	0,80	0,80

Tabela 2 – Composição bromatológica dos alimentos, expressa com base na matéria seca

Item	Alimento		
	Feno de tifton 85	Farelo de milho	Farelo de algodão
Matéria seca, MS (g.kg^{-1})	826,00	879,80	901,00
Matéria orgânica, MO (g.kg^{-1})	946,90	987,20	935,50
Proteína bruta, PB (g.kg^{-1})	123,20	84,00	379,00
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g^{-1} NT)	63,54	9,96	9,19
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido, NIDA (g.100 g^{-1} NT)	20,01	4,23	4,51
Extrato etéreo, EE (g.kg^{-1})	10,40	34,00	15,00
Carboidratos totais, CT (g.kg^{-1})	813,30	869,20	541,50
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg^{-1})	90,00	694,60	291,50
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg^{-1})	794,30	174,60	250,00
Fibra em detergente ácido, FDA (g.kg^{-1})	421,60	58,90	150,00
Lignina em detergente neutro, LDA (g.kg^{-1})	57,90	2,30	46,40
Cálcio, Ca (g.kg^{-1})	3,20	0,80	2,40
Fósforo, P (g.kg^{-1})	2,30	7,10	7,70
Energia metabolizável, EM_{3x} (Mcal. kg^{-1})	1,92	3,35	2,75

Tabela 3 – Composição bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca

Item	Sistema			
	Convencional		Cresc. Comp.	
	sem ionóforo	com ionóforo	sem ionóforo	com ionóforo
Período de restrição				
Matéria seca, MS (g.kg ⁻¹)	853,70	853,70	856,70	856,70
Matéria orgânica, MO (g.kg ⁻¹)	937,20	937,20	927,50	927,50
Proteína bruta, PB (g.kg ⁻¹)	175,00	175,00	212,90	212,90
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g ⁻¹ NT)	41,79	41,79	41,66	41,66
Extrato etéreo, EE (g.kg ⁻¹)	14,90	14,90	12,40	12,40
Carboidratos totais, CT (g.kg ⁻¹)	747,20	747,20	702,30	702,30
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg ⁻¹)	228,20	228,20	174,10	174,10
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg ⁻¹)	572,00	572,00	581,20	581,20
Cálcio, Ca (g.kg ⁻¹)	5,40	5,40	6,20	6,20
Fósforo, P (g.kg ⁻¹)	3,90	3,90	5,00	5,00
Energia metabolizável, EM _{3x} (Mcal. kg ⁻¹)	2,34	2,34	2,28	2,28
Nutrientes digestíveis totais, NDT _{3x} (g.kg ⁻¹)	602,80	602,80	574,90	574,90
Período de realimentação				
Matéria seca, MS (g.kg ⁻¹)	853,80	853,80	860,20	860,20
Matéria orgânica, MO (g.kg ⁻¹)	937,00	937,00	938,50	938,50
Proteína bruta, PB (g.kg ⁻¹)	175,70	175,70	186,50	186,50
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g ⁻¹ NT)	41,79	41,79	36,39	36,39
Extrato etéreo, EE (g.kg ⁻¹)	14,90	14,90	16,30	16,30
Carboidratos totais, CT (g.kg ⁻¹)	746,50	746,50	735,70	735,70
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg ⁻¹)	227,40	227,40	267,70	267,70
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg ⁻¹)	572,20	572,20	512,20	512,20
Cálcio, Ca (g.kg ⁻¹)	5,40	5,40	5,90	5,90
Fósforo, P (g.kg ⁻¹)	3,90	3,90	3,80	3,80
Energia metabolizável, EM _{3x} (Mcal. kg ⁻¹)	2,31	2,31	2,42	2,42
Nutrientes digestíveis totais, NDT _{3x} (g.kg ⁻¹)	593,00	593,00	615,80	615,80

Diariamente, foram registradas as quantidades dos alimentos fornecidos e das sobras, para estimativa do consumo, sendo elaboradas amostras compostas da dieta e das sobras, por animal e por período, que foram congeladas, para análises

posteriores. Nos alimentos, foram determinadas as concentrações de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), cálcio (Ca) e fósforo (P), utilizando-se as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002); de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), conforme técnicas descritas por Licitra et al. (1996); e de lignina em ácido sulfúrico (LDA), de acordo com técnica descrita por Pereira & Rossi Jr. (1995). As sobras foram analisadas para determinação dos teores de MS, NT, EE, CZ e FDN.

Os teores de carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) foram obtidos a partir da equação: $CSDN = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

A concentração de energia dos alimentos foi estimada segundo Van Soest (1994), utilizando-se a equação: $NDT = DMS - \text{cinzas} + 1,25 \times (EE) + 1,9$, em que DMS é a digestibilidade da matéria seca, obtida como: $DMS = (100 - FDN) \times 0,98 + (FDN \times DFDN / 100) - 12,8$. DFDN é a digestibilidade estimada da FDN, calculada como: $DFDN = 147,3 - 78,9 \log_{10} [(LDA/FDA) \times 100]$, em que LDA representa o conteúdo de lignina do alimento. A conversão dos valores de NDT para energia metabolizável (EM) foi realizada por meio da equação: $EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$, em que ED é o teor de energia digestível, obtido como: $ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 \times NDT \text{ (\%)}$. Ambas as equações foram propostas pelo NRC (2001).

Para se estimar o valor de energia das dietas, foram utilizados os dados de digestibilidade obtidos neste experimento, sendo: $NDT \text{ (\%)} = dCSDN + dPB + (dEE \times 2,25) + dFDN$, em que “d” representa a digestibilidade dos diferentes componentes.

No 85^o e 145^o dias do período experimental, alíquotas de 50 mL de urina foram obtidas de todos os animais aproximadamente 4 horas após a alimentação, durante micção, estimulada por massagem na vulva. A urina foi filtrada e alíquotas de 10 mL foram retiradas e diluídas imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N e armazenadas a -15^oC, para posteriores análises dos níveis de uréia, alantoína e ácido úrico. Uma amostra de urina pura foi armazenada, para determinação das concentrações de compostos nitrogenados totais e de creatinina. Os teores de

creatinina e uréia foram determinados, respectivamente, pelo sistema colorimétrico com reação de ponto final e pelo método diacil modificado (kits comerciais). Adotou-se a seguinte equação para determinação da excreção diária de creatinina (EDC): $EDC (mg/kgPC) = 32,27 - 0,01093*PC$ (Chizzotti, 2004).

As análises dos níveis de alantoína e de ácido úrico na urina foram feitas pelo método colorimétrico, conforme metodologia de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen & Gomes (1992). A excreção total de derivados de purinas (DP) foi calculada pela soma dos níveis de alantoína e ácido úrico excretados na urina. As purinas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram estimadas a partir da excreção de derivados de purinas (DP, mol/dia) por meio da equação: $DP = 0,84*Pabs + 0,236*PC^{0,75}$, em que 0,84 é a recuperação das purinas absorvidas como derivados de purina e $0,236*PC^{0,75}$, a excreção endógena de derivados de purinas (Orellana et al., 2001). A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Nmic, gN/dia) foi determinada considerando-se as purinas absorvidas (Pabs, mmoldia), por meio da equação: $Nmic = (70*Pabs) / (0,83*0,134*1000)$ (Chen & Gomes, 1992), em que 70 é o conteúdo de N das purinas (mgN/mol); 0,83, a digestibilidade intestinal das purinas microbianas; e 0,134, a razão N purina:N total nas bactérias (Valadares et al., 1999).

As novilhas foram pesadas e medidas quinzenalmente durante todo o período experimental. A pesagem foi realizada durante dois dias consecutivos, utilizando-se a média para cálculo da variação do peso corporal (PC) e do ganho de peso diário (GPD). As características altura, largura e comprimento de garupa e altura de cernelha foram aferidas com auxílio de hipômetro e o comprimento corporal e o perímetro torácico, com fita milimétrica.

As variáveis relacionadas ao balanço de nitrogênio foram submetidas às análises de variância considerando-se modelos contendo os efeitos de sistema (SIS), ionóforo (ION) e período (PER), as interações entre essas fontes de variação (efeitos fixos) e o resíduo (efeito aleatório), utilizando-se o PROC GLM do Statistical Analysis System (SAS, 2000).

Quando necessário e na presença de efeitos significativos das interações, os efeitos de SIS e ION foram analisados dentro de cada PER. As diferenças entre as fontes de variação foram estimadas por meio de contrastes, aplicando-se o teste t de Student para verificar se as diferenças eram significativas.

As variáveis relacionadas aos consumos de matéria seca e de nutrientes, às eficiências de utilização da matéria seca (EFCMS) e da energia metabolizável (EFCEM) e às medidas morfo-estruturais foram analisadas por meio de modelos lineares mistos que consideraram os efeitos fixos de sistema (SIS), ionóforo (ION), SIS x ION, dia, SIS x dia e ION x dia e os efeitos aleatórios de repetição dentro de cada combinação SIS x ION e do resíduo, por meio do PROC MIXED do Statistical Analysis System (SAS, 2000).

Uma vez que as medidas repetidas estavam correlacionadas entre si por meio da contribuição de cada animal (rep(SIS x ION)), foram consideradas estruturas de (co)variâncias residuais do tipo: CSH (simetria composta heterogênea) para as medidas de peso; ARH(1) (auto regressiva heterogênea de primeira ordem) para EFCMS, EFCEM, ganho de peso diário (GPD), largura (LG) e comprimento de garupa (CG), altura de cernelha (AC), comprimento corporal (CC) e perímetro torácico (PT); e AR(1) (auto regressiva de primeira ordem) para os consumos de matéria seca, de fibra em detergente neutro e de energia metabolizável e a altura de garupa (AG). Bozdogan (1987), Wolfinger (1993), Vonesh et al. (1996), Littell et al. (1998), Gröhn et al. (1999), Lorenzo-Bermejo et al. (2003) e Freitas & Toral (2003) apresentaram descrição detalhada dessas estruturas de (co)variâncias. Os parâmetros dessas matrizes foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita, adotando-se o critério de convergência “default” do procedimento MIXED para a convergência.

Para as análises estatísticas das variáveis LG, AG, CG, AC, CC, PT e PC, foram utilizados os resultados das medidas no 105^o, 120^o, 135^o e 150^o dias do período experimental.

Quando necessário, foram feitas comparações entre as médias estimadas para cada SIS ou dia. Nesses casos, o teste Tukey foi adotado para verificar se as diferenças eram significativas.

Resultados e Discussão

Os dados referentes aos consumos médios diários de matéria seca (CMS), fibra em detergente neutro (CFDN) e energia metabolizável (CEM), estudados dentro de cada período, são apresentados na Tabela 4 (SIS x PER) e às eficiências de utilização de matéria seca e da energia metabolizável consumida são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 4 – Médias e diferenças entre os sistemas convencional e crescimento compensatório, em cada período, para os consumos de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN) e de energia metabolizável (CEM)

Item	Sistema				Diferença Co – CC		N. S. ¹	
	Conv. (Co)		C. Comp. (CC)		P1	P2	P1	P2
	P1	P2	P1	P2				
CMS (kg/dia)	6,49	8,75	4,92	9,09	1,57 ± 0,38	-0,34 ± 0,57	0,0008	0,5600
CMS (%PC)	2,64	2,81	2,16	3,11	0,48 ± 0,01	-0,30 ± 0,01	0,0011	0,0534
CFDN (kg/dia)	4,35	5,61	3,32	5,83	1,03 ± 0,26	-0,22 ± 0,48	0,0010	0,6537
CFDN (%PC)	1,77	1,79	1,46	0,99	0,31 ± 0,26	-0,20 ± 0,48	0,0014	0,0397
CEM (Mcal/dia)	19,79	27,83	14,46	29,30	5,33 ± 0,96	-1,47 ± 1,86	<0,0001	0,4413

¹ Nível de significância pelo teste t de Student.

Os animais submetidos ao sistema crescimento compensatório apresentaram menores CMS, CFDN, em kg/dia, e CEM, expresso em Mcal/dia, durante o período

de restrição (1^o ao 90^o dia do período experimental). No entanto, durante o período de realimentação (91^o ao 150^o dia do período experimental), o consumo não diferiu. Somente o CFDN (%PC) foi menor para as novilhas em crescimento compensatório no período de realimentação, o que pode ser atribuído à relação volumoso:concentrado, que reduziu de 60:40 para 50:50.

A eficiência de conversão de matéria seca e de energia metabolizável consumida em ganho de peso foi menor durante o período de realimentação (do 91^o ao 150^o dia do período experimental) (Tabela 5), o que pode ter decorrido do alto CMS (2,8 e 3,1%PC) observado nos animais que não sofreram restrição alimentar. Outro fator que pode ter contribuído para esse efeito foi o excesso de energia nas dietas, que pode não ter sido completamente direcionado para o ganho de peso.

Entretanto, em trabalho realizado por Ford & Park (2001), novilhas criadas em regime de crescimento compensatório ganharam mais peso e consumiram menos alimento, apresentando aumento de 1,5 vezes na eficiência de crescimento em comparação às do grupo controle, que receberam alimentação convencional. Esse aumento na eficiência de crescimento está de acordo com os resultados observados por Peri et al. (1993) e Park et al. (1998).

Dois fatores importantes para avaliação da eficiência de utilização da energia metabolizável e de sua conversão em PC são a diluição dos requerimentos de manutenção e a redução na digestibilidade dos alimentos com o aumento do CMS.

Em animais em crescimento, parte dos nutrientes consumidos é direcionada para atender às necessidades de manutenção e o restante, para desenvolvimento corporal, caracterizado por hiperplasia e hipertrofia celular. Desta forma, quando o CMS aumenta, ocorre diluição dos requerimentos de manutenção. No passado, assumia-se que, para animais em crescimento, cada Mcal adicional de energia metabolizável consumida seria utilizado para aumento da massa tecidual. Entretanto, a relação entre CEM e ganho de peso não é linear, pois a eficiência de conversão de energia metabolizável para energia líquida não é constante.

Tabela 5 – Médias e diferenças entre as fontes de variação para as eficiências de conversão da matéria seca (EFCMS) e da energia metabolizável consumida (EFCEM) em ganho de peso

Item	Sistema		Ionóforo				Período			Erro ⁴
	Conv. (Co)	Cresc. comp. (CC)	Co – CC ³	Sem ionóforo (SI)	Com ionóforo (CI)	SI – CI ³	Per. 1 (P1)	Per. 2 (P2)	P1 – P2 ³	
EFCMS (%) ¹	12,96	13,12	-0,16 (0,8860)	13,05	13,03	-0,03 (0,9790)	14,15	11,93	2,22 (0,0475)	1,08
EFCEM (g/Mcal) ²	41,72	42,64	-0,92 (0,7942)	42,63	41,73	0,90 (0,7988)	46,97	37,38	9,59 (0,0100)	3,50

¹ GPD * 100 / CMS (kg/dia)

² GPD * 1000 / CEM (Mcal/dia)

³ Os valores entre parênteses representam o nível de significância pelo teste t de Student.

⁴ Erro das estimativas das diferenças entre as fontes de variação.

Animais com elevado CMS apresentam redução na eficiência de conversão da matéria seca em ganho de peso (Tyrrell & Moe, 1975). Isso ocorre porque o coeficiente de digestibilidade dos alimentos depende de uma complexa relação entre as taxas de passagem e de digestão e os efeitos associativos entre elas (Van Soest, 1994). Desse modo, a eficiência digestiva de determinado alimento decresce quando o consumo aumenta (Moe, 1965; Van Soest, 1994). Os cálculos de NDT dos alimentos neste trabalho foram realizados segundo Moe (1965), considerando-se um declínio de 4% na digestibilidade para cada múltiplo de consumo acima do nível de manutenção. Entretanto, Van Soest et al. (1992) sugeriram que o declínio não é linear e que seu valor é inversamente proporcional ao consumo ao quadrado. Segundo Vandehaar (1998), alimentos com alto coeficiente de digestibilidade apresentam redução ainda maior na digestibilidade com o aumento do consumo, podendo ocorrer declínio de 8% para cada múltiplo acima da manutenção. Outros fatores que afetam a eficiência biológica incluem tamanho corporal, mudanças na massa corporal e tipo de dieta.

O efeito do crescimento compensatório sobre o metabolismo de nitrogênio (N) tem sido observado em trabalhos com vacas leiteiras (Choi et al., 1997; Ford & Park 2001). Neste experimento, não houve diferença para variáveis relacionadas ao balanço de N entre os animais do sistema convencional e os submetidos ao manejo para crescimento compensatório com (Tabela 6) ou sem a suplementação de ionóforo à dieta (Tabela 7).

Tabela 6 – Médias e diferenças entre os sistemas convencional e crescimento compensatório, em cada período, para as variáveis nitrogênio na urina (NU), nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido

Item	Sistema				Diferença Co – CC		Nível de signif. ¹	
	Conv. (Co)		C. Comp. (CC)					
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
NU (g/dia)	117,54	169,49	131,19	172,94	-13,64 ±12,66	-3,45 ±25,84	0,2972	0,8955
NFEZ (g/dia)	48,32	59,30	38,64	70,59	9,68 ±4,63	-11,29 ±6,17	0,0531	0,0858
NRET (g/dia) ¹	85,91	95,60	68,54	105,98	17,37 ±8,99	-10,38 ±14,78	0,0711	0,4924
EFIC (%) ²	47,14	41,11	41,01	40,27	6,13 +4,88	0,84 +5,95	0,2270	0,8891

¹ N consumido – (N fezes+(N urina–N urinário endógeno)); ² N retido*100 / N consumido; ³ Nível de significância pelo teste t de Student.

Tabela 7 – Médias e diferenças entre a suplementação ou não com ionóforo à dieta, em cada período, para as variáveis nitrogênio na urina (NU), nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido

Item	Ionóforo				Diferença SI–CI		Nível de signif. ¹	
	Sem ionóforo (SI)		Com ionóforo (CI)					
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
NU (g/dia)	13,02	15,54	10,77	18,70	2,25 ± 1,67	-3,15 ± 2,58	0,1965	0,2394
NFEZ (g/dia)	42,82	69,39	44,14	60,50	-1,31 ± 4,63	8,88 ± 6,17	0,7806	0,1689
NRET (g/dia) ¹	79,60	91,10	78,53	97,83	1,08 ± 5,51	-6,74 ± 6,19	0,8477	0,2927
EFIC (%) ²	58,83	52,71	59,30	55,28	-0,47 + 2,05	-2,57 + 2,14	0,8227	0,2475

¹ N fezes+(N urina–N urinário endógeno) ; ² N retido*100 / N consumido; ³ Nível de significância pelo teste t de Student.

As medidas morfo-estruturais de altura, largura e comprimento de garupa, altura de cernelha, comprimento corporal e perímetro torácico e os valores para PC e GPD são apresentados nas Figuras 1 e 2.

Neste trabalho, não houve efeito dos sistemas de alimentação, da utilização de ionóforo ou do período sobre os parâmetros morfo-estruturais estudados e sobre o peso ao final do período experimental. Contudo, sabe-se que a taxa de crescimento, na fase pré-púbere, é influenciada pela nutrição, pelo *status* hormonal e pelo ambiente ao qual o animal é submetido (Gluckman, 1986). Esses fatores podem inibir a divisão celular e o desenvolvimento do esqueleto ósseo, prejudicando o desenvolvimento tecidual e podendo reduzir o peso à maturidade, que é determinado geneticamente.

Widdowson & Lister (1991) verificaram que severa restrição alimentar, principalmente protéica, diminuiu o peso à maturidade de bovinos, como consequência de reduções permanentes no número e na atividade de células do trato intestinal e da fibra muscular.

Oberbauer et al. (1989) demonstraram que o consumo de nutrientes pode alterar a idade de fechamento das epífises ósseas, alterando o tamanho corporal dos animais. Diversos trabalhos (Bortone et al., 1994; Pirlo et al., 1997; Van Amburgh et al., 1998) verificaram maiores alturas de cernelha e de garupa e maior comprimento corporal quando foi permitido livre acesso ao concentrado. Neste experimento, a restrição energética moderada a que os animais foram submetidos não prejudicou o crescimento corporal.

Novilhas em crescimento compensatório (período de realimentação) apresentaram maior ganho de peso diário ao 135^o e 150^o dias do período experimental que os animais do sistema convencional (Figura 2). Ford & Park (2001) observaram que novilhas submetidas ao regime de nutrição compensatória apresentaram peso corporal menor durante a fase de restrição de energia que as alimentadas tradicionalmente. No período de restrição, ocorre redirecionamento do fluxo de energia para conservação das atividades essenciais, principalmente as de manutenção, e funções de reparação (Walford & Crew, 1989). Na fase de realimentação (crescimento compensatório), maior proporção de energia é utilizada para crescimento, ocorrendo aumento no ganho de peso diário e retorno ao peso normal.

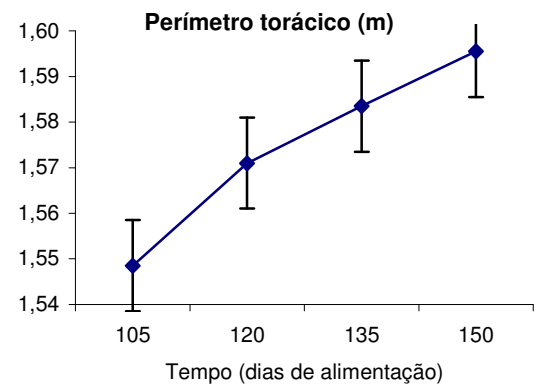
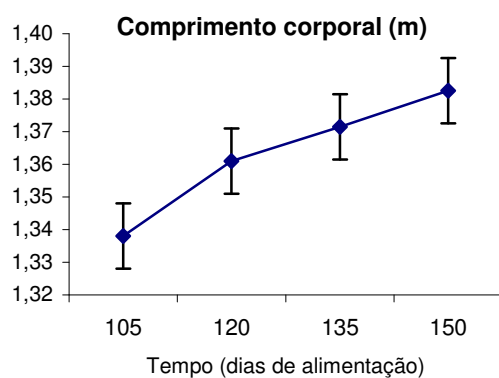
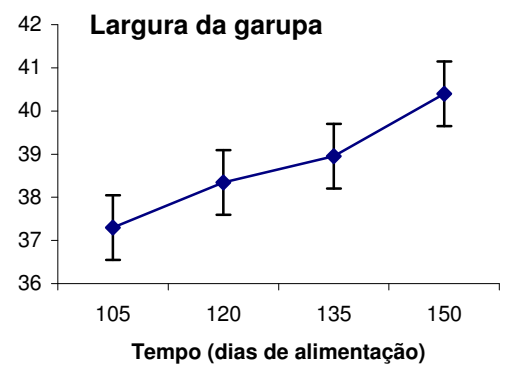
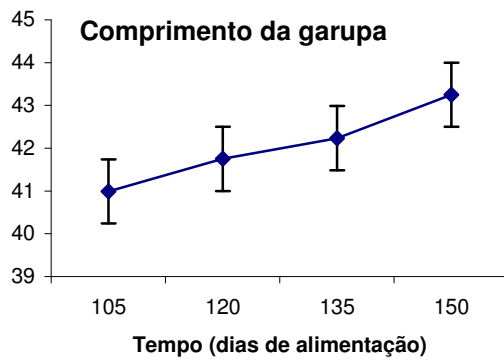
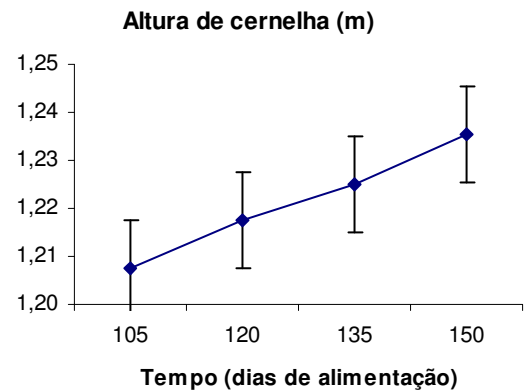
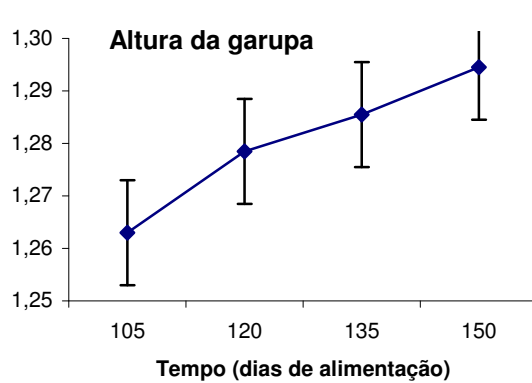


Figura 1 – Valores médios das características de conformação mensuradas no período de realimentação.

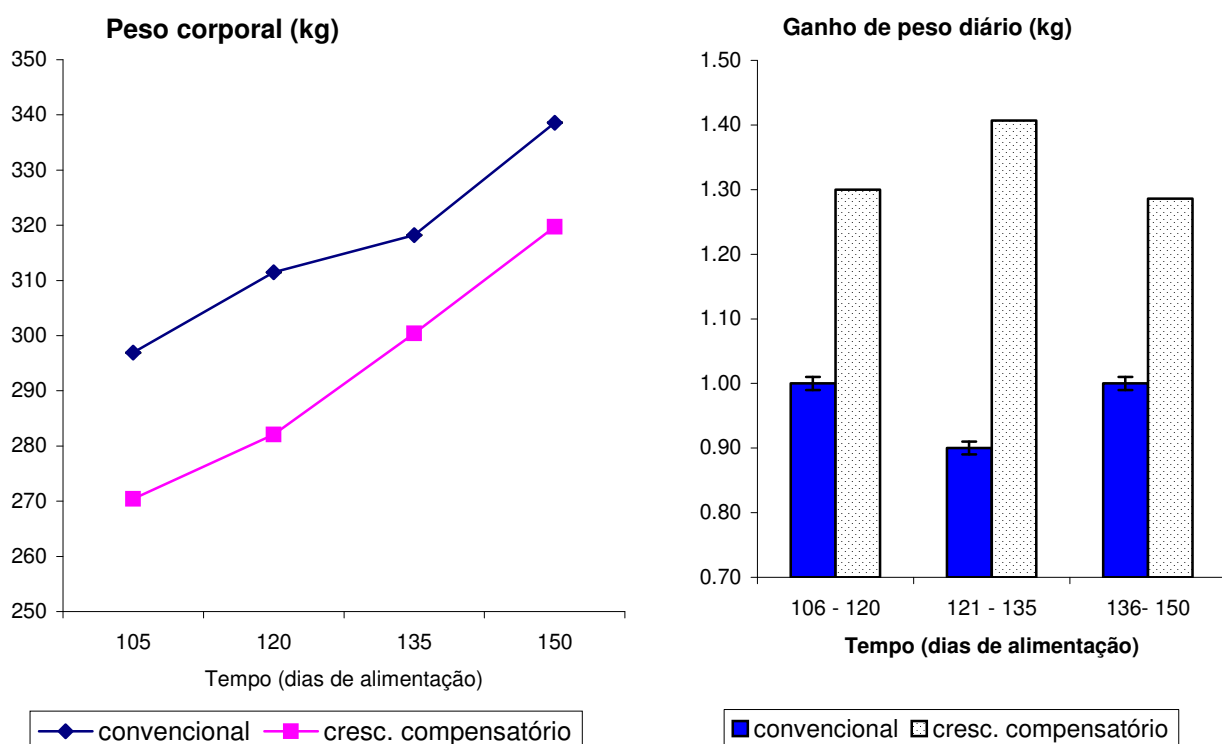


Figura 2 – Valores médios do peso corporal e ganho de peso diário durante o período de realimentação.

Goodrich et al. (1984), em uma revisão, sumarizaram dados de 24 experimentos de animais em pastejo e encontraram aumento, em média, de 13,5% (82g PC/dia) na taxa de crescimento de novilhas leiteiras que foram submetidas a dietas suplementadas com monensina sódica. Twigge & Van Gils (1984) observaram que, quando se usa ionóforos, mais energia é disponibilizada para crescimento e menos energia é necessária para o metabolismo do excesso de amônia ruminal. Lean et al. (1996) sugeriram que o efeito negativo da baixa disponibilidade de carboidratos em dietas com baixo nível de energia poderia limitar o efeito dos ionóforos sobre os parâmetros de crescimento animal.

Conclusões

O manejo para crescimento compensatório nem sempre promove aumento na eficiência de conversão da matéria seca e da energia metabolizável consumida em ganho de peso diário e, conseqüentemente, incremento no balanço de nitrogênio dos animais. Por outro lado, a inclusão de ionóforo na dieta de novilhas reduz a excreção de N urinário, proporcionando maior retenção de N.

O período de restrição energética ao qual as novilhas do sistema crescimento compensatório são submetidas não prejudica o desenvolvimento dos animais.

O período de restrição energética, seguido de período de realimentação, promove maior ganho de peso diário, proporcionando aos animais peso com a mesma idade cronológica.

Literatura citada

- BAUMAN, D.E.; MCCUTCHEON, S.N.; STEINHOOR, W.D. et al. Sources of variation and prospects for improvement of productive efficiency in the dairy cow. **Journal of Animal Science**, v.60, p.583-592, 1985.
- BORTONE, E.J.; MORRIL, J.L.; STEVENSON, J.S. et al. Growth of heifers fed 100 or 115% of National Research Council requirements to 1 year of age and then changed to another treatment. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.270-277, 1994.
- BOZDOGAN, H. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): the general theory and its analytical extensions. **Psychometrika**, v.52, n.3, p.345-370, 1987.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details (Occasional publication). INTERNATIONAL FEED AND RESOURCES UNIT. Bucksburnd, Aberdeen: Rowett research institute, 1992. p.21.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CHOI, Y.J.; HAN, K.I.; WOO, H.J. et al. Compensatory growth in dairy heifers: The effect of a compensatory growth pattern on growth rate in lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.519-524, 1997.
- FORD, A.J.; PARK, C.S. Nutritionally directed compensatory growth enhances heifer development and lactation potential. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1669-1678, 2001.
- FREITAS, A.R.; TORAL, F.L.B. Alternativas de análises em dados de medidas repetidas de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** (em tramitação), 2003.
- GLUCKMAN, P.D. The regulation of fetal growth. In: CONTROL AND MANIPULATION OF ANIMAL GROWTH, 1986, Butterworths. **Proceedings...** Butterworths, London, 1986. p.85-104.
- GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GAST, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1484-1498, 1984.
- GRÖHN, Y.T.; MCDERMOTT, J.J.; SCHUKKEN, Y.H. HERTL, J.A.; EICKER, S.W. Analysis of correlated continuous repeated observations: modeling the effect of ketosis on milk yield in dairy cows. **Preventive Veterinary Medicine**, v.39, n.2, p.137-153, 1999.

- HAÏMOUND, D.A.; VERNAY, M.; BAYOURTHE, C. et al. Avoparcin and monensin effects on the digestion of nutrients in dairy cows fed a mixed diet. **Canadian Journal Animal Science**, v.75, p.379-385, 1995.
- LEAN, I.J.; PARK, W.J.; KELLAWAY, R.C. Improving the efficiency of pasture based dairy production. **New Zealand Society Animal Production**, v.56, p.270-275, 1996.
- LICITRA, G.; HERNÁNDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LITTELL, R.C.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v.76, n.4, p.1216-1231, 1998.
- LORENZO-BERMEJO, J.; ROEHE, R.; RAVE, G. et al. Comparison of linear and nonlinear functions and covariance structures to estimate feed intake pattern in growing pigs. **Livestock Production Science**, v.82, n.1, p.15-26, 2003.
- MCGUFFEY, R.K. Potential for improving productive efficiency of lactating dairy cows through use of ionophores. In: MARYLAND NUTRITION CONFERENCE FEED MANUFACTURES, 1995, Maryland, Baltimore. **Proceedings...** Maryland: Department Poultry Science and Animal Science, College Agriculture, 1995. p.90–99.
- MILLER, T.L.; WOLIN, M.J. Inhibition of growth of methane-producing bacteria of the ruminant forestomach by hydroxymethylglutaryl-ScoA reductase inhibitors. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1445-1448, 2001.
- MOE, P.W. **Effects of level of intake on the utilization of diets by dairy cows**. Ph.D. Diss., Cornell Univ., Ithaca, NY. 1965.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ver.ed.Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- OBERBAUER, A.M.; CURRIE, W.B.; KROOK, L. et al. Endocrine and histologic correlates of dynamics of the metacarpal growth plate in growing rams. **Journal of Animal Science**, v.67, p.3124-3135, 1989.
- ORELLANA, B.P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORUE, S.M. et al. Excretion of purine derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, p.243-250, 2001.
- PARK, S.C.; BAIK, M.G.; KELLER, W.L. et al. Role of compensatory growth in lactation: a stair-step nutrient regimen modulates differentiation and lactation of bovine mammary gland. **Growth Development Aging**, v.53, p.159-166, 1998.
- PARK, S.C.; CHOI, Y.J.; KELLER, W.L. et al. Effects of compensatory growth on milk protein gene expression and mammary differentiation. **FASEB Journal**, v.2, p.2619-2624, 1988.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR., P. **Manual prático de avaliação de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.

- PERI, I.; GERTLER, A.; BRUCKENTAL, I. et al. The effect of manipulation in energy allowance during the rearing period of heifers on hormone concentrations and milk production in first lactation cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.742-751, 1993.
- PIRLO, G.; CAPELLETI, M.; MARCHETTO, G. Effects of energy and protein allowances in the diets of prepubertal heifers on growth and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.730-739, 1997.
- SCHELLING, G. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1518-1527, 1984.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos – Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. Version 8.12 SAS, INC. Cary, NC, USA, 2000.
- TWIGGE, J.R.; VAN GILS, L.G. Practical aspects of feeding protein to dairy cows. In: RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION, 1., 1984, London. **Proceedings...** London: Haresign Butterworths, 1984. p.201-220.
- TYRRELL, H.F.; MOE, P.W. Effect of intake on digestive efficiency. **Journal of Dairy Science**, v.58, p.1151-1163, 1975.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2686-2696, 1999.
- VAN AMBURGH, M.E.; GALTON, D.M.; BAUMAN, D.E. et al. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.527-538, 1998.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J.; RYMPH, M.B.; FOX, D.G. Discounts for net energy and protein-fifth revision. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1., 1992, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca, NY, 1992. p.40-68.
- VANDEHAAR, M.J. Efficiency of Nutrient Use and Relationship to Profitability on Dairy Farms, **Journal of Dairy Science**, v.81, p.272-282, 1998.
- VONESH, E.F.; CHINCHILLI, V.M.; PU, K. Goodness of fit in generalized nonlinear mixed effects model. **Biometrics**, v.52, n.2, p.572-587, 1996.
- WALFORD, R.L.; CREW, M. How dietary restriction retards aging: An integrative hypothesis. **Growth Development Aging**, v.53, p.139-140, 1989.
- WIDDOWSON, E.M.; LISTER, D. Nutritional control of growth. In: Growth regulation in farm animals. **Advances in Meat Research**, v.7, p.67-101, 1991.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models.
Community of Statistics - Simulation, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

Parâmetros Digestivos e Comportamento Ingestivo de Novilhas Leiteiras sob Manejo para Crescimento Compensatório Recebendo Suplementação com Ionóforo à Dieta

RESUMO – Objetivou-se avaliar o manejo para crescimento compensatório e a suplementação com ionóforo à dieta sobre os parâmetros digestivos de novilhas leiteiras. Foram utilizadas 20 novilhas puras da raça Pardo-Suíça, com média de peso inicial de 200 kg e cinco meses de idade. Os tratamentos foram arrançados em um esquema fatorial (2x2x2) e os animais foram alocados aleatoriamente em cada uma das combinações. O fator 1 consistiu dos sistemas de alimentação (convencional e crescimento compensatório), o fator 2, da utilização ou não de ionóforo (200 mg de monensina/animal/dia), e o fator 3, dos períodos de alimentação (P1 e P2). Os animais do sistema convencional receberam alimentação *ad libitum*, enquanto aqueles em crescimento compensatório foram submetidos a um manejo nutricional com dois períodos distintos: período de restrição energética (90 dias) e período de realimentação (60 dias). A inclusão de ionóforo na dieta aumentou os coeficientes de digestibilidade total da matéria seca, da matéria orgânica, dos carboidratos totais e da fibra em detergente neutro. Não houve efeito do sistema, da adição de ionóforo à dieta e do período sobre a produção microbiana. A eficiência microbiana (g PB microbiana/kg de NDT consumido) no período de restrição foi maior que no período de realimentação. Os animais do sistema crescimento compensatório apresentaram menor tempo diário em alimentação e mastigação total, mas não diferiram dos animais do sistema convencional quanto ao tempo despendido com ruminação.

Palavras-chave: comportamento animal, eficiência, monensina, produção microbiana, realimentação, restrição

Digestive parameters of Dairy Heifers Submitted to Compensatory Growth Regime Receiving ionosphores supplementation in the Diet

ABSTRACT - The objective was to evaluate the compensatory growth regimes and the supplementation with ionosphores to the diet on digestive parameters of dairy heifers. Twenty purebred heifers from the Brown-Swiss breed were used, with average of initial weight of 200 kg and five months old. The treatments were arranged in a factorial arrangement (2x2x2) and the animals were randomly allocated in each one of the combinations. The factor 1 consisted of the feeding regime (conventional and compensatory growth), the factor 2, of the use or not of ionosphores (200 mg of monensin/animal/day) and the factor 3, of the feeding periods (P1 and P2). The animals in the conventional regime received ad libitum feeding, while the one in the compensatory growth regime were submitted to a nutritional management with two different periods: period of energy restriction (90 days) and realimentation period (60 days). The ionosphores inclusion in the diet increased the coefficients of total digestibilities of the dry matter, of the organic matter, of the total carbohydrates and of the neutral detergent fiber. There was no effect of the treatment, of the ionosphores addition to the diet and of the period on the microbial production. The microbial efficiency (g microbial CP /kg of TDN consumed) in the restriction period was larger than in the realimentation period. The animals from the compensatory growth regime showed smaller daily time spent in feeding and total mastication, but they did not differ from the animals from the conventional regime as for the time spent with rumination.

Key Words: animal behavior, efficiency, microbial production, monensin, realimentation, restriction

Introdução

Desde a década de 70, antibióticos carboxílicos, inibidores da síntese de ácidos nucleicos microbianos, têm sido extensivamente utilizados na manipulação da fermentação ruminal com o objetivo de aumentar a digestibilidade da dieta e, conseqüentemente, o ganho de peso de animais em crescimento (Zinn et al., 1994; Russell & Strobel, 1989).

Esses aditivos nutricionais, denominados ionóforos, são produtos da fermentação de diversas sepas de *actinomyces* (Bagg, 1997) e de *streptomyces* (Beckett et al., 1998) e, além de apresentarem toxicidade sobre bactérias gram-positivas, possuem efeito sobre protozoários, fungos e organismos superiores (Russell & Strobel, 1989). Seu modo de ação tem sido discutido em revisões de literatura (Schelling, 1984; Bergen & Bates, 1984; Spears, 1990), mas, de forma simplificada, esses produtos atuam aumentando a produção de ácido propiônico e reduzindo a dos ácidos láctico e butírico, resultando em incremento no suprimento de metabólicos-chave para o crescimento. Esses efeitos combinados podem melhorar a performance reprodutiva de novilhas pelo aumento da fertilidade (Beckett et al., 1998). Além disso, Stephenson et al. (1997) concluíram que antibióticos carboxílicos podem ser efetivos na prevenção de laminite e cetose bovina.

Nos últimos anos, ionóforos, como a monensina sódica, tem sido utilizados na formulação de dietas para manejo que alterna períodos de restrição energética e períodos de realimentação, com o objetivo de auxiliar a promover o crescimento compensatório nos animais, diminuindo os custos relativos à criação de novilhas para reposição do rebanho.

Entretanto, o desenvolvimento de eficientes estratégias para maximizar o retorno econômico da atividade leiteira depende do melhor entendimento dos efeitos do manejo para crescimento compensatório e da utilização de ionóforos no metabolismo animal.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito do manejo para crescimento compensatório e da inclusão de monensina na dieta sobre os parâmetros digestivos de novilhas leiteiras.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Gado de Corte do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, durante o período de abril a setembro de 2004.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata Mineira, nas coordenadas geográficas 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e 657 m de altitude.

Foram utilizadas 20 novilhas puras da raça Pardo-Suíça, com média de cinco meses de idade e peso inicial de ± 200 kg. Os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial (2x2x2) e os animais foram alocados aleatoriamente em cada uma das combinações. O fator 1 consistiu dos sistemas de alimentação (convencional e crescimento compensatório), o fator 2, da utilização ou não de ionóforo (200 mg de monensina/animal/dia) e o fator 3, dos períodos de alimentação (P1 e P2). Os animais do sistema convencional receberam alimentação *ad libitum*, com dieta formulada para atender às recomendações nutricionais propostas pelo NRC (2001), enquanto aqueles em crescimento compensatório foram submetidos a um manejo nutricional, com dois períodos distintos: no primeiro período (per. restrição, 90 dias), o consumo de matéria seca (CMS) foi limitado a 2,5% do peso corporal (PC) e a dieta continha 25% menos energia metabolizável (EM) que a dieta do sistema convencional, enquanto, no segundo período (per. realimentação, 60 dias), a oferta de MS e a EM da dieta não diferiram do grupo em sistema convencional.

A duração do período experimental foi de 180 dias, sendo os 30 primeiros destinados à adaptação dos animais. Os animais foram alojados em baias individuais, com piso de cimento, cobertas parcialmente com telhas do tipo amianto, onde tiveram acesso permanente ao alimento e à água. A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia, às 7 e 17 h, permitindo-se sobras de, no máximo, 10% para os sistemas convencional e de crescimento compensatório no período de realimentação. A dieta foi calculada para que todos os animais, independentemente do tratamento, recebessem a mesma quantidade de PB em todos os períodos.

A proporção dos ingredientes nas dietas encontram-se na Tabela 1, a composição bromatológica dos alimentos, na Tabela 2, e a composição das dietas experimentais, na Tabela 3.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa com base na matéria seca

Alimento	Sistema de alimentação			
	Convencional		Cresc. Comp.	
	sem ionóforo	com ionóforo	sem ionóforo	com ionóforo
	Período de restrição			
Feno de tifton 85	60,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de milho	15,31	15,31	2,10	2,10
Farelo de algodão	23,29	23,29	36,20	36,20
Calcário calcítico	0,60	0,60	1,00	1,00
Mistura mineral	0,80	0,80	0,70	0,70
	Período de realimentação			
Feno de tifton 85	60,00	60,00	50,00	50,00
Farelo de milho	15,10	15,10	20,10	20,10
Farelo de algodão	23,50	23,50	28,50	28,50
Calcário calcítico	0,60	0,60	0,60	0,60
Mistura mineral	0,80	0,80	0,80	0,80

Tabela 2 – Composição bromatológica dos alimentos, expressa com base na matéria seca

Item	Alimento		
	Feno de tifton 85	Farelo de milho	Farelo de algodão
Matéria seca, MS (g.kg^{-1})	826,00	879,80	901,00
Matéria orgânica, MO (g.kg^{-1})	946,90	987,20	935,50
Proteína bruta, PB (g.kg^{-1})	123,20	84,00	379,00
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g^{-1} NT)	10,00	9,96	9,19
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido, NIDA (g.100 g^{-1} NT)	6,00	4,23	4,51
Extrato etéreo, EE (g.kg^{-1})	10,40	34,00	15,00
Carboidratos totais, CT (g.kg^{-1})	813,30	869,20	541,50
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg^{-1})	90,00	694,60	291,50
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg^{-1})	794,30	174,60	250,00
Fibra em detergente ácido, FDA (g.kg^{-1})	421,60	58,90	150,00
Lignina em detergente neutro, LDA (g.kg^{-1})	57,90	2,30	46,40
Cálcio, Ca (g.kg^{-1})	3,20	0,80	2,40
Fósforo, P (g.kg^{-1})	2,30	7,10	7,70
Energia metabolizável, EM_{3x} (Mcal. kg^{-1})	1,92	3,35	2,75

Tabela 3 – Composição bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca

Item	Sistema			
	Convencional		Cresc. Comp.	
	sem ionóforo	com ionóforo	sem ionóforo	com ionóforo
Período de restrição				
Matéria seca, MS (g.kg ⁻¹)	853,70	853,70	856,70	856,70
Matéria orgânica, MO (g.kg ⁻¹)	937,20	937,20	927,50	927,50
Proteína bruta, PB (g.kg ⁻¹)	175,00	175,00	212,90	212,90
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g ⁻¹ NT)	41,79	41,79	41,66	41,66
Extrato etéreo, EE (g.kg ⁻¹)	14,90	14,90	12,40	12,40
Carboidratos totais, CT (g.kg ⁻¹)	747,20	747,20	702,30	702,30
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg ⁻¹)	228,20	228,20	174,10	174,10
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg ⁻¹)	572,00	572,00	581,20	581,20
Cálcio, Ca (g.kg ⁻¹)	5,40	5,40	6,20	6,20
Fósforo, P (g.kg ⁻¹)	3,90	3,90	5,00	5,00
Energia metabolizável, EM _{3x} (Mcal. kg ⁻¹)	2,34	2,34	2,28	2,28
Nutrientes digestíveis totais, NDT _{3x} (g.kg ⁻¹)	602,80	602,80	574,90	574,90
Período de realimentação				
Matéria seca, MS (g.kg ⁻¹)	853,80	853,80	860,20	860,20
Matéria orgânica, MO (g.kg ⁻¹)	937,00	937,00	938,50	938,50
Proteína bruta, PB (g.kg ⁻¹)	175,70	175,70	186,50	186,50
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g ⁻¹ NT)	41,79	41,79	36,39	36,39
Extrato etéreo, EE (g.kg ⁻¹)	14,90	14,90	16,30	16,30
Carboidratos totais, CT (g.kg ⁻¹)	746,50	746,50	735,70	735,70
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg ⁻¹)	227,40	227,40	267,70	267,70
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg ⁻¹)	572,20	572,20	512,20	512,20
Cálcio, Ca (g.kg ⁻¹)	5,40	5,40	5,90	5,90
Fósforo, P (g.kg ⁻¹)	3,90	3,90	3,80	3,80
Energia metabolizável, EM _{3x} (Mcal. kg ⁻¹)	2,31	2,31	2,42	2,42
Nutrientes digestíveis totais, NDT _{3x} (g.kg ⁻¹)	593,00	593,00	615,80	615,80

Diariamente, foram registradas as quantidades dos alimentos fornecidos e das sobras, para estimativa do consumo, sendo elaboradas amostras compostas da dieta e das sobras, por animal e por período, que foram congeladas, para análises posteriores. Nos alimentos, foram determinadas as concentrações de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), cálcio (Ca) e fósforo (P), utilizando-se as técnicas descritas por

Silva & Queiroz (2002); de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), conforme técnicas descritas por Licitra et al. (1996); e de lignina em ácido sulfúrico (LDA), de acordo com técnica descrita por Pereira & Rossi Jr. (1995). As sobras foram analisadas para determinação dos teores de MS, NT, EE, CZ e FDN.

Os teores de carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) foram obtidos a partir da equação: $CSDN = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

A concentração de energia dos alimentos foi estimada segundo Van Soest (1994), utilizando-se a equação: $NDT = DMS - \text{cinzas} + 1,25 \times (EE) + 1,9$, em que DMS é a digestibilidade da matéria seca, obtida como: $DMS = (100 - FDN) \times 0,98 + (FDN \times DFDN / 100) - 12,8$. DFDN é a digestibilidade estimada da FDN, calculada como: $DFDN = 147,3 - 78,9 \log_{10} [(LDA/FDA) \times 100]$, em que LDA representa o conteúdo de lignina do alimento. A conversão dos valores de NDT para energia metabolizável (EM) foi realizada por meio da equação: $EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$, em que ED é o teor de energia digestível, obtido como: $ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 \times NDT \text{ (\%)}$. Ambas as equações foram propostas pelo NRC (2001).

Para se estimar o valor de energia das dietas, foram utilizados os dados de digestibilidade obtidos neste experimento, sendo: $NDT \text{ (\%)} = dCSDN + dPB + (dEE \times 2,25) + dFDN$, em que “d” representa a digestibilidade dos diferentes componentes.

Os três dias que antecederam o término dos períodos de restrição e realimentação foram utilizados para determinação da digestibilidade dos alimentos. No 1^o, 2^o e 3^o dias, respectivamente às 08, 12 e 16 h, foram coletadas amostras de fezes diretamente do reto dos animais. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 60°C por 72 horas e processadas em moinho de faca com peneira de crivos de 1 mm, elaborando-se uma amostra composta por animal, com base no peso seco de cada subamostra.

Para determinação da produção de matéria seca fecal, foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno, conforme técnica descrita por Cochran et al. (1986). Entretanto, efetuou-se a incubação ruminal em sacos de ankon (*filter bags* F57), por 144 horas, em vez da digestibilidade *in vitro*, sugerida no protocolo original. Foram incubadas amostras das sobras, das fezes e dos ingredientes utilizados nas dietas. O material remanescente da incubação foi submetido à fervura em detergente ácido por 1 hora e o resíduo foi considerado FDAi.

A observação do comportamento animal foi realizada no 79^o, 80^o (período de restrição), 139^o e 140^o (período de realimentação) dias do período experimental. No primeiro dia, as novilhas foram observadas durante 24 horas ininterruptas, com registros das atividades de ingestão, ruminação e ócio a cada 10 minutos. No segundo dia, foi realizada a contagem, com auxílio de cronômetro digital, do número de mastigações merícicas e do tempo despendido na ruminação de cada bolo. Foram contados três bolos ruminais em dois períodos distintos do dia (de 11 às 13 h e de 19 às 21 h), utilizando-se para a análise a média do número de mastigações merícicas e o tempo despendido por bolo ruminal. Os 10 dias que antecederam o início da avaliação do comportamento foram destinados à adaptação dos animais à iluminação noturna. O cálculo das eficiências de alimentação (EAL) e ruminação (ERU), do número de bolos ruminais (NBR), do tempo de mastigação total (TMT) e do número de mastigações merícicas (NMM) foi realizado segundo Bürguer et al. (2000).

As variáveis relacionadas ao consumo e à digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, à produção de proteína microbiana e ao comportamento animal foram submetidas à análise de variância, por meio de modelos contendo os efeitos de sistema (SIS), ionóforo (ION) e período (PER), além das interações entre essas fontes de variação (efeitos fixos) e do resíduo (efeito aleatório), utilizando-se o PROC GLM do Statistical Analysis System (SAS, 2000).

Quando necessário e na presença de efeitos significativos das interações, os efeitos de sistema e ionóforo foram analisados dentro de cada período. As diferenças entre as fontes de variação foram estimadas por meio de contrastes,

aplicando-se o teste t de Student para verificar se as diferenças eram significativas.

Resultados e Discussão

Os consumos médios diários de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN) e energia metabolizável (CEM), estudadas dentro de cada período, são apresentados na Tabela 4 (SIS x PER).

Tabela 4 – Médias e diferenças entre os sistemas convencional e crescimento compensatório, em cada período, para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN) e energia metabolizável (CEM)

Item	Sistema				Diferença Co – CC		N. S. ¹	
	Conv. (Co)		C. Comp. (CC)		P1	P2	P1	P2
	P1	P2	P1	P2				
CMS (kg/dia)	6,49	8,75	4,92	9,09	1,57 ± 0,38	-0,34 ± 0,57	0,0008	0,5600
CMO (kg/dia)	6,08	8,21	4,56	8,52	1,52 ± 0,35	-0,31 ± 0,53	0,0005	0,5733
CFDN (kg/dia)	4,35	5,61	3,32	5,83	1,03 ± 0,26	-0,22 ± 0,48	0,0010	0,6537
CCT (kg/dia)	4,80	6,53	3,39	6,72	1,41 ± 0,38	-0,19 ± 0,57	0,0002	0,6902
CCSDN (kg/dia)	1,47	2,16	0,85	2,16	0,63 ± 0,35	<0,01 ± 0,53	<0,0001	0,9660
CEM (Mcal/dia)	19,79	27,83	14,46	29,30	5,33 ± 0,96	-1,47 ± 1,86	<0,0001	0,4413

¹ Nível de significância pelo teste t de Student.

Os animais submetidos ao sistema crescimento compensatório apresentaram menores CMS, CMO, CFDN, CCT, CCSDN (expressos em kg/dia) e CEM (expresso em Mcal/dia) durante o período de restrição (do 1^o ao 90^o dia do período experimental). No entanto, durante o período de realimentação (do 91^o ao 150^o dia), o consumo não diferiu.

Os coeficientes de digestibilidade total da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO) e dos carboidratos totais (DCT) foram superiores no tratamento convencional e no tratamento com a inclusão de ionóforo na dieta (Tabela 5).

No rúmen, os ionóforos inibem bactérias gram-positivas, alterando a fermentação ruminal, o que resulta em aumento da digestibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, da disponibilidade de energia e nitrogênio dos alimentos para o organismo animal. Quando utilizados em doses efetivas, esses aditivos não alteram o consumo de matéria seca e de nutrientes em novilhas e vacas leiteiras (Osborne et al., 2004; Ignácio et al., 2003). Entretanto, Van Soest (1994) sugeriu que os ionóforos são mais efetivos na redução da digestibilidade da proteína bruta e da matéria orgânica em dietas que contêm fontes de concentrado rapidamente degradável que em dietas à base de silagem e feno, uma vez que a proteína solúvel do feno e da silagem possui alta concentração de nitrogênio não-protéico em comparação ao concentrado.

A monensina também teve efeito positivo sobre a digestibilidade da FDN (Tabela 5). A suplementação com ionóforo à dieta contendo alta proporção de grãos, quando utilizada na alimentação de bovinos de corte (Cooper & Klopfenstein, 1996) e de vacas leiteiras no período de transição (Green et al., 1999), foi um meio efetivo de reduzir ou impedir a queda no pH ruminal proporcionada pela dieta. O aumento no pH pode promover um ambiente ruminal favorável ao crescimento de bactérias celulolíticas, ocasionando aumento na digestibilidade da fibra.

Dennis et al. (1981) conduziram um experimento em que avaliaram o efeito da suplementação com monensina sobre o crescimento de microrganismos ruminais. Os autores verificaram que houve inibição do crescimento de quatro de sete sepas de bactérias produtoras de ácido láctico, mas não encontraram alteração no número de microrganismos que utilizam

esse substrato, sugerindo que a monensina pode causar diminuição na produção de lactato a partir de hexoses e manter a capacidade de metabolização do lactato para propionato.

Além de atuar sobre o pH ruminal, o ionóforo pode alterar o local de digestibilidade da fibra. Osborne et al. (2004) observaram que a monensina não alterou a digestibilidade dos nutrientes da dieta no ambiente ruminal, mas aumentou no trato digestivo total, evidenciando um incremento de digestibilidade no intestino delgado. Da mesma forma, Haïmound et al. (1995) constataram aumento da digestibilidade no trato digestivo pós-ruminal (intestino delgado), mas não verificaram modificação na digestibilidade no trato digestivo total.

Os dados encontrados na literatura indicam que os efeitos da monensina sobre a digestão dos nutrientes não são conclusivos. As razões para essas discrepâncias parecem ser a quantidade de ionóforo adicionada à dieta, a composição da dieta e o consumo de matéria seca (Mutsvangwa et al., 2002).

No período de realimentação, houve aumento na digestibilidade da matéria orgânica (DMO), da fibra em detergente neutro (DFDN), dos carboidratos totais (DCT) e dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN) (Tabela 5).

Sabe-se que a redução do pH para níveis inferiores a 6,2 (Grant & Mertens, 1992) tem sido apontada como o principal fator químico responsável pela redução na digestibilidade da fibra (Casamiglia et al., 2002; Krajcarski-Hunt et al., 2002). Neste trabalho, o pH ruminal não foi estimado, mas, aparentemente, a dieta com relação volumoso:concentrado 50:50 do sistema de crescimento compensatório (período de realimentação) não reduziu o pH do líquido ruminal para níveis inferiores a esse limite, o que pode ter aumentado a digestibilidade da FDN.

Tabela 5 – Médias e diferenças entre as fontes de variação para as digestibilidades da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da fibra em detergente neutro (DFDN), dos carboidratos totais (DCT) e dos carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN)

Item	Sistema de manejo			Ionóforo			Período			Erro ²
	Convencional (C)	Cresc. Comp. (CC)	C – CC ¹	Sem ionóforo (SI)	Com ionóforo (CI)	SI – CI ¹	Per. 1 (P1)	Per. 2 (P2)	P1 – P2 ¹	
DMS (%)	70,89	68,17	2,72 (0,0006)	68,60	70,47	-1,86 (0,0133)	68,86	70,21	-1,35 (0,0659)	0,71
DMO (%)	71,94	69,42	2,52 (0,0007)	69,82	71,54	-1,71 (0,0160)	69,77	71,59	-1,82 (0,0112)	0,67
DFDN (%)	64,34	64,12	0,21 (0,7485)	63,46	65,00	-1,53 (0,0257)	63,05	65,41	-2,35 (0,0011)	0,66
DCT (%)	70,84	67,02	3,81 (<0,0001)	68,02	69,84	-1,82 (0,0092)	67,25	70,61	-3,37 (<0,0001)	0,66
DCSDN (%)	93,37	93,39	-0,02 (0,9899)	92,94	93,81	-0,87 (0,6464)	90,22	96,54	-6,32 (0,0020)	1,88

¹ Os valores entre parênteses representam o nível de significância pelo teste t de Student.

² Erro das estimativas das diferenças entre as fontes de variação.

Não houve efeito do sistema, da adição de ionóforo à dieta e do período sobre a produção microbiana (purinas microbianas absorvidas e N microbiano). A eficiência microbiana, expressa em g PB microbiana produzida por kg de NDT consumido, foi superior no período de restrição, quando comparado ao período de realimentação (Tabela 6). Por outro lado, Zinn et al. (1994) verificaram diminuição da produção de proteína bacteriana no rúmen. A ação da monensina sódica sobre a produção microbiana tem variado de nula a negativa (Faulkener et al., 1985; Haïmound, 1995). Esses resultados podem ser atribuídos à concentração de cátion na dieta concentrada (Rumpler et al., 1986), à adaptação microbiana (Morris et al., 1990; Branine et al., 1988) e à concentração energética da dieta (Zinn, 1986). Goodrich et al. (1984) observaram que o ótimo valor de energia para que ocorra efetiva ação da monensina sódica é 2,9 Mcal EM/kg de MS. Neste experimento, o valor de EM foi de 2,28 a 2,42 Mcal/kg de MS e pode ter sido responsável pela falta de efeito do ionóforo sobre a produção de proteína microbiana.

Quanto aos dados de comportamento, animais em realimentação ruminaram maiores quantidades de MS e de FDN por hora (Tabela 7). No período de restrição, houve efeito do período sobre as eficiências de alimentação da MS (EALMS) e da FDN (EALFDN), sobre o tempo de mastigação total (TMT), o número de mastigações meréricas (NMM) e os tempos de alimentação (ALIM), de ruminação (RUM) e de ócio (OC), em h/dia e porcentagem/dia. Os animais do sistema crescimento compensatório apresentaram maiores EALMS, EALFDN e OC e menores TMT, NMM, ALIM, RUM (Tabela 8).

O menor CMS ao qual os animais foram submetidos no período de restrição de alimentos foi responsável pelos resultados encontrados para TMT, NMM, ALIM, RUM e OC (em h/dia e %/dia). Esses animais compensaram o menor tempo gasto em alimentação apresentando maior consumo, em g de nutriente/hora, aumentando a EALMS e EALFDN.

Não houve efeito da adição de ionóforo à dieta sobre os parâmetros de comportamento animal estudados (Tabelas 9).

Tabela 6 – Médias e diferenças entre as fontes de variação para as purinas microbianas absorvidas (PABS), o nitrogênio microbiano (NMIC) e a eficiência microbiana (EFIC)

Item	Sistema de manejo			Ionóforo			Período			Erro ²
	Convencional (C)	Cresc. Comp. (CC)	C – CC ¹	Sem ionóforo (SI)	Com ionóforo (CI)	SI – CI ¹	Per. 1 (P1)	Per. 2 (P2)	P1 – P2 ¹	
PABS (g/dia)	496,98	410,82	86,15 (0,0886)	495,94	411,86	84,08 (0,0962)	457,99	449,81	8,17 (0,8687)	49,05
NMIC (g/dia)	361,33	298,69	62,64 (0,0886)	360,57	299,44	61,10 (0,0962)	332,98	327,04	5,944 (0,8687)	35,67
EFIC (g PBmic/kg NDT consumido)	82,67	80,08	2,59 (0,8078)	89,03	73,72	15,31 (0,1582)	100,43	62,32	38,11 (0,0011)	66,18

¹ Os valores entre parênteses representam o nível de significância pelo teste t de Student.

² Erro das estimativas das diferenças entre as fontes de variação.

Tabela 7 – Médias e diferenças entre as fontes de variação para as variáveis eficiência de ruminação da MS (ERUMS), eficiência de ruminação da FDN (ERUFDN), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMMB) e tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB)

Item	Sistema			Ionóforo			Período			Erro ²
	Convenc. (C)	C. Comp. (CC)	C – CC ¹	Sem ionóforo (SI)	Com ionóforo (CI)	SI – CI ¹	Per. 1 (P1)	Per. 2 (P2)	P1 – P2 ¹	
ERUMS (gMS/h)	977,67	964,38	13,30 (0,8196)	939,40	1002,65	-63,25 (0,2822)	825,38	1116,66	-291,28 (<0,0001)	57,83
ERUFDN (gFDN/h)	639,57	625,60	13,97 (0,7473)	612,08	653,09	-41,01 (0,3473)	548,37	716,80	-168,43 (0,0004)	43,00
NBR (n°/dia)	657,82	549,96	107,86 (0,1037)	605,71	602,08	3,63 (0,9554)	567,00	640,79	-73,79 (0,2603)	64,39
NMMB (n°/bolo)	57,48	56,66	0,82 (0,8215)	58,07	56,07	2,01 (0,5838)	58,53	55,61	2,93 (0,4257)	3,63
TRB (seg/bolo)	45,10	47,97	-2,87 (0,3369)	46,74	46,33	0,41 (0,8906)	45,51	47,56	-2,05 (0,4910)	2,93

¹ Os valores entre parênteses representam o nível de significância pelo teste t de Student.

² Erro das estimativas das diferenças entre as fontes de variação.

Tabela 8 – Médias e diferenças entre os sistemas de alimentação convencional e crescimento compensatório, em cada período, para as variáveis eficiência de alimentação da MS (EALMS), eficiência de alimentação da FDN (EALFDN), tempo de mastigação total (TMT), alimentação (ALIM), número de mastigações meréricas (NMM), ruminação (RUM) e ócio (OC)

Item	Sistema				Diferença Co – CC		N. S. ¹	
	Conv. (Co)		C. Comp. (CC)					
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
EALMS (gMS/h)	1163,28	1523,40	1799,94	1503,04	-636,66 ±111,83	20,36 ±157,04	<0,0001	0,8985
EALFDN (gFDN/h)	779,77	980,19	1185,21	965,32	-405,44 ± 74,02	14,87 ±119,07	<0,0001	0,9022
TMT (h/dia)	13,23	13,53	9,23	13,98	4,00 ± 0,46	-0,45 ± 0,44	<0,0001	0,3210
ALIM (h/dia)	5,63	5,70	2,78	6,05	2,85 ± 0,23	-0,35 ± 0,32	<0,0001	0,2847
ALIM (%)	23,47	23,75	11,60	25,21	11,88 ± 0,95	-1,45 ± 1,32	<0,0001	0,2851
NMM (n°dia)	37522,7	33638,3	28427,9	32974,6	9094,85 ±2847,8	663,73 ±2196,7	0,0057	0,7664
RUM (h/dia)	7,60	7,83	6,45	7,93	1,15 ± 0,40	-0,10 ± 0,34	0,0119	0,7710
RUM (%)	31,67	32,64	26,88	33,06	4,79 ± 1,68	-0,42 ± 1,42	0,0117	0,7737
OC (h/dia)	10,77	10,47	14,77	10,02	-4,00 ± 0,46	0,45 ± 0,44	<0,0001	0,3210
OC (%)	44,86	43,61	61,53	41,74	-16,67 ± 1,91	1,87 ± 1,84	<0,0001	0,3225

¹ Nível de significância pelo teste t de Student.

Tabela 9 – Médias e diferenças entre a suplementação ou não com ionóforo à dieta, em cada período, para as variáveis eficiência de alimentação da MS (EALMS), eficiência de alimentação da FDN (EALFDN), tempo de mastigação total (TMT), alimentação (ALIM), número de mastigações meréricas (NMM), ruminação (RUM) e ócio (OC)

Item	Ionóforo				Diferença		N. S. ¹	
	Sem ionóforo (SI)		Com ionóforo (CI)		SI – CI			
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
EALMS (gMS/h)	1437,04	1481,35	1526,17	1545,09	-89,13 ±111,83	-63,74 ±157,05	0,4371	0,6902
EALFDN (gFDN/h)	953,,44	951,79	1011,55	993,72	-58,11 ± 74,02	-41,93 ±119,07	0,4439	0,7293
TMT (h/dia)	11,63	14,13	10,83	13,38	0,80 ± 0,46	0,75 ± 0,44	0,1002	0,1083
ALIM (h/dia)	4,28	6,00	4,13	5,75	0,15 ± 0,23	0,25 ± 0,32	0,5171	0,4407
ALIM (%)	17,85	25,00	17,22	23,96	0,63 ± 0,95	1,04 ± 1,32	0,5186	0,4410
NMM (n°/dia)	34343,6	35289,7	31607,0	31323,1	2736,67 ±2847,8	3966,59 ±2196,7	0,3509	0,0898
RUM (h/dia)	7,35	8,13	6,70	7,63	0,65 ± 0,40	0,50 ± 0,34	0,1269	0,1629
RUM (%)	30,63	33,89	27,92	31,81	2,71 ± 1,68	2,08 ± 1,42	0,1274	0,1627
OC (h/dia)	12,37	9,87	13,17	10,62	-0,80 ± 0,46	-0,75 ± 0,44	0,1002	0,1083
OC (%)	51,53	41,11	54,86	44,23	-3,33 ± 1,91	-3,12 ± 1,84	0,1006	0,1081

¹ Nível de significância pelo teste t de Student.

Conclusões

O manejo nutricional para crescimento compensatório em novilhas leiteiras e a suplementação com monensina sódica à dieta têm efeito positivo sobre a digestibilidade dos nutrientes.

A utilização de monensina em dietas com 2,28 a 2,42 Mcal EM/kg de MS não causa alteração na produção de proteína microbiana.

A relação EM:PB da dieta interfere na eficiência de produção microbiana de acordo com o NDT consumido.

O comportamento ingestivo de novilhas leiteiras é dependente do manejo ao qual os animais são submetidos.

Literatura citada

- BAGG, R. Mode of action of ionophores in lactating dairy cattle. In: SYMPOSIUM ON USEFULNESS OF IONOPHORES IN LACTATING DAIRY CATTLE, 1997, Guelph, Canada. **Proceedings...** Guelph: Ontario Veterinary College, 1997. p.13-21.
- BECKETT, S.; LEAN, I.; DYSON, R. et al. Effects of monensin on the reproduction, health, and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1563-1573, 1998.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production, efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1465-1483, 1984.
- BRANINE, M.E.; HUBBERT, M.E.; LOFGREEN, G.P. et al. Effects of alternating monensin and lasalocid at weekly intervals on performance of feedlot cattle. **Journal of Dairy Science**, v.66, p.177-200, 1988.
- BÜRQUER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CASAMIGLIA, S.; FERRET, A.; DEVANT, M. Effects of pH and pH fluctuations on microbial fermentation and nutrient flow from a dual-flow continuous culture system. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.574-579, 2002.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.
- COOPER, R.; KLOPFENSTEIN, T.J. Effect of Rumensin and feed intake variation on ruminal pH. In: SCIENTIFIC UPDATE ON RUMENSIN/TYLAN/MICOTIL FOR THE PROFESSIONAL FEEDLOT CONSULTANT, 1996, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: Elanco Animal Health, 1996. p.A1–A14.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJARA, T.G.; BARTLEY, E.E. et al. Effects of lasalocid and monensin on lactato-producing or using rumen bacteria. **Journal of Animal Science**, v.52, p.418-426, 1981.
- DESWYSEN, A.G.; ELLIS, W.C. Fragmentation and Ruminal Escape of Particles as related to Variations in Voluntary Intake, Chewing Behavior and Extent of Digestion of Potentially Digestible NDF in Heifers. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3871-3879, 1990.
- FAULKENER, D.B.; KLOPFENSTEIN, T.J.; TROTTER, T.N. et al. Monensin effects on digestibility, ruminal protein escape, and microbial protein synthesis on high fiber diets. **Journal of Animal Science**, v.61, p.654-660, 1985.

- GOODRICH, R.D.; GARRET, J.E.; GAST, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1484-1498, 1984.
- GRANT, R.J.; MERTENS, D.R. Influence of buffer pH and raw corn starch addition on *in vitro* fiber digestion kinetics. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2762-2768, 1992.
- GREEN, B.L.; MCBRIDE, B.W.; SANDALS, W.D. et al. The impact of the monensin controlled release capsule upon subclinical acidosis in the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.333-342, 1999.
- HAÏMOUND, D.A.; VERNAY, M.; BAYOURTHE, C. et al. Avoparcin and monensin effects on the digestion of nutrients in dairy cows fed a mixed diet. **Canadian Journal Animal Science**, v.75, p.379-385, 1995.
- IGNACIO, R.I.; CLARK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.39-57, 2003.
- KENNEDY, P.M. Effect of rumination on reduction of particle size of rumen digesta by cattle. **Australian Journal Agriculture Research**, v.36, p.819-830, 1985.
- KRAJCARSKI-HUNT, H.; PLAIZIER J.C.; WALTON J.P. et al. Effect of subacute ruminal acidosis on *in situ* fiber digestion in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.570-573, 2002.
- LICITRA, G.; HERNÁNDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MORRIS, F.E.; BRANINE, M.E.; GAYLEAN, M.L. et al. Effect 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, p.3069-3078, 1990.
- MUTSVANGWA, T.; WALTON, J.P.; PLAIZIER, J.C. et al. Effects of a monensin controlled-release capsule or premix on attenuation of subacute ruminal acidosis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3454-3502, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ver.ed.Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NOCEK, J.E.; KOHN, R.A. *In situ* particle size reduction of alfalfa and timothy hay as influenced by form and particle size. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.932-950, 1988.
- OSBORNE, J.K.; MUTSVANQWA, T.; ALZAHAL, O. et al. Effects of monensin on ruminal forage degradability and total tract diet digestibility in lactating dairy cows during grain-induced sub acute ruminal acidosis. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1840-1847, 2004.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR., P. **Manual prático de avaliação de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.

- RUMPLER, W.V.; JOHNSON, D.E.; BATES, D.B. The effect of high dietary cation concentration on methanogenesis by steers fed diets with and without ionophores. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1737-1741, 1986.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environment Microbiology**, v.55, p.1-6, 1989.
- SCHELLING, G. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1518-1527, 1984.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos – Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SPEARS, J.W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **Journal of Nutrition**, v.120, p.632-638, 1990.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. Version 8.12 SAS, INC. Cary, NC, USA, 2000.
- STEPHENSON, K.A.; LEAN, I.J.; HYDE, M.L. Effects of monensin on the metabolism of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.830-837, 1997.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- ZINN, R.A. Influence of forage level on response of feedlot steers to salinomycin supplementation. **Journal of Animal Science**, v.63, p.2005-2020, 1986.
- ZINN, R.A.; PLASCENCIA, A.; BARAJAS, R. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2209-2215, 1994.

Perfil Metabólico e desenvolvimento da glândula mamária de Novilhas Leiteiras sob Manejo para Crescimento Compensatório Recebendo Suplementação com Ionóforo à Dieta

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito do manejo para crescimento compensatório e da suplementação com ionóforo à dieta sobre o perfil metabólico e o crescimento da glândula mamária de novilhas leiteiras. Foram utilizadas 20 novilhas puras da raça Pardo-Suíça, com média de peso inicial de 200 kg e cinco meses de idade. Os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial (2x2x2) e os animais foram alocados aleatoriamente em cada uma das combinações. O fator 1 consistiu dos sistemas de alimentação (convencional e crescimento compensatório), o fator 2, da utilização ou não de ionóforo (200 mg de monensina/animal/dia) e o fator 3, dos períodos de alimentação (P1 e P2). Os animais do sistema convencional receberam alimentação *ad libitum*, enquanto os do sistema de crescimento compensatório foram submetidos a um manejo nutricional com dois períodos distintos: período de restrição energética (90 dias) e período de realimentação (60 dias). Novilhas submetidas ao sistema crescimento compensatório apresentaram maior concentração de nitrogênio uréico (N-uréico) plasmático e menor razão DNA:RNA no tecido mamário. Quando analisados dentro de período, os níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL) aumentaram no período de realimentação, enquanto os de N-uréico diminuíram. Além da alteração nos níveis de N-uréico, o balanço energético ao qual as novilhas em crescimento compensatório foram submetidas ocasionou aumento no teor dos ácidos graxos não-esterificados (AGNE). Houve redução nos níveis de glicose sanguínea dos animais em crescimento compensatório no período de realimentação. Entre as variáveis de perfil metabólico estudadas, a suplementação com ionóforo à dieta apresentou efeito apenas sobre os AGNE, que tiveram sua concentração reduzida durante o período de realimentação.

Palavras-chave: balanço energético, glândula mamária, nitrogênio uréico, restrição, realimentação, RNA

**Metabolic profile and mammary gland development of Dairy heifers
submitted to compensatory growth regime receiving ionosphores
supplementation in the diet**

ABSTRACT - The objective was to evaluate the compensatory growth regimes and the supplementation with ionosphores to the diet on the metabolic profile and mammary gland development of dairy heifers. Twenty purebred heifers from the Brown-Swiss breed were used, with average of initial weight of 200 kg and five months old. The treatments were arranged in a factorial arrangement (2x2x2) and the animals were randomly allocated in each one of the combinations. The factor 1 consisted of the feeding regime (conventional and compensatory growth), the factor 2, of the use or not of ionosphores (200 mg of monensin/animal/day) and the factor 3, of the feeding periods (P1 and P2). The animals in the conventional regime received ad libitum feeding, while the one in the compensatory growth regime were submitted to a nutritional management with two different periods: period of energy restriction (90 days) and realimentation period (60 days). Heifers submitted to the compensatory growth regime showed larger concentration of plasma ureic nitrogen (ureic N) and smaller DNA: RNA ratio in the mammary gland. When analyzed inside of period, the levels of high density lipoprotein (HDL) increased in the realimentation period, while the ureic N decreased. Besides the alteration in the levels of ureic N, the energy balance to which the heifers in compensatory growth was submitted caused increase in the content of the noesterified fatty acids (NEFA). There was reduction in the blood glucose levels of the animals in compensatory growth in the realimentation period. Among the variables of metabolic profile studied, the supplementation with ionosphores to the diet showed effect only on NEFA, that had it concentration reduced during the realimentation period.

Key Words: energy balance, mammary gland, monensin, realimentation, restriction, ureic nitrogen

Introdução

A adequada nutrição na fase pré-púbere é fundamental para que novilhas leiteiras possam expressar todo o seu potencial genético para a produção de leite. Isto ocorre porque há um período crítico no desenvolvimento mamário, chamado crescimento alométrico, em que o crescimento do tecido e o perfil metabólico são sensíveis ao manejo nutricional. Sinha & Tucker (1969) observaram que o crescimento alométrico é mais acentuado em animais de 3 a 9 meses de idade (fase pré-púbere), pois, nesse período, podem apresentar taxa de desenvolvimento do tecido mamário 3,5 vezes mais rápida que a do tecido muscular.

Dietas com alta concentração energética reduzem o tecido secretório e aumentam o tecido adiposo na glândula mamária (Sejrsen et al., 1983; Shamay & Gertler, 1986). Uma vez que o número de células disponíveis para a síntese de leite é o principal determinante da produção de leite (Tucker, 1981), a diminuição do tecido secretor resulta em mais baixa produção e menor persistência da lactação (Knight et al., 1984). Park et al. (1988) e Choi et al. (1997) demonstraram que este efeito negativo poderia ser minimizado com a utilização do regime para ganho compensatório.

Pesquisas têm sido realizadas na tentativa de se desenvolver programas de alimentação e criação com ênfase no efeito da administração de dietas com alta concentração energética e do uso de produtos que elevam a taxa de gliconeogênese no fígado. No regime de nutrição compensatória, adota-se um esquema de manejo com a combinação de fases que alterna períodos de restrição energética e de realimentação. Com esse manejo, o desenvolvimento da glândula mamária é mínimo durante a fase de restrição energética, enquanto, no crescimento compensatório, induzido pela realimentação, ocorre desenvolvimento mais completo do tecido mamário (Ford & Park, 2001).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito do manejo para crescimento compensatório e da inclusão de monensina na dieta sobre o perfil metabólico e o crescimento da glândula mamária de novilhas leiteiras.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Gado de Corte do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, durante o período de abril a setembro de 2004.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata Mineira, nas coordenadas geográficas 20°45'20" de latitude sul e 45°52'40" de longitude oeste de Greenwich e 657 m de altitude.

Foram utilizadas 20 novilhas puras da raça Pardo-Suíça, com média de cinco meses de idade e peso inicial de ± 200 kg. Os tratamentos foram arranjos em um esquema fatorial (2x2x2) e os animais foram alocados aleatoriamente em cada uma das combinações. O fator 1 consistiu dos sistemas de alimentação (convencional e crescimento compensatório), o fator 2, da utilização ou não de ionóforo (200 mg de monensina/animal/dia) e o fator 3, dos períodos de alimentação (P1 e P2). Os animais do sistema convencional receberam alimentação *ad libitum*, com dieta formulada para atender às recomendações nutricionais propostas pelo NRC (2001), enquanto aqueles em crescimento compensatório foram submetidos a um manejo nutricional, com dois períodos distintos: no primeiro período (per. restrição, 90 dias), o consumo de matéria seca (CMS) foi limitado a 2,5% do peso corporal (PC) e a dieta continha 25% menos energia metabolizável (EM) que a dieta do sistema convencional, enquanto, no segundo período (per. realimentação, 60 dias), a oferta de MS e a EM da dieta não diferiram do grupo em sistema convencional.

A duração do período experimental foi de 180 dias, sendo os 30 primeiros destinados à adaptação dos animais. Os animais foram alojados em baias individuais, com piso de cimento, cobertas parcialmente com telhas do tipo amianto, onde tiveram acesso permanente ao alimento e à água. A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia, às 7 e 17 h, permitindo-se sobras de, no máximo, 10% para os sistemas convencional e de crescimento compensatório no período de realimentação. A dieta foi calculada para que todos os animais, independentemente do tratamento, recebessem a mesma quantidade de PB em todos os períodos.

A proporção dos ingredientes nas dietas encontram-se na Tabela 1, a composição bromatológica dos alimentos, na Tabela 2, e a composição das dietas experimentais, na Tabela 3.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas, expressa com base na matéria seca

Alimento	Sistema de alimentação			
	Convencional		Cresc. Comp.	
	sem ionóforo	com ionóforo	sem ionóforo	com ionóforo
	Período de restrição			
Feno de tifton 85	60,00	60,00	60,00	60,00
Farelo de milho	15,31	15,31	2,10	2,10
Farelo de algodão	23,29	23,29	36,20	36,20
Calcário calcítico	0,60	0,60	1,00	1,00
Mistura mineral	0,80	0,80	0,70	0,70
	Período de realimentação			
Feno de tifton 85	60,00	60,00	50,00	50,00
Farelo de milho	15,10	15,10	20,10	20,10
Farelo de algodão	23,50	23,50	28,50	28,50
Calcário calcítico	0,60	0,60	0,60	0,60
Mistura mineral	0,80	0,80	0,80	0,80

Tabela 2 – Composição bromatológica dos alimentos, expressa com base na matéria seca

Item	Alimento		
	Feno de tifton 85	Farelo de milho	Farelo de algodão
Matéria seca, MS (g.kg^{-1})	826,00	879,80	901,00
Matéria orgânica, MO (g.kg^{-1})	946,90	987,20	935,50
Proteína bruta, PB (g.kg^{-1})	123,20	84,00	379,00
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g^{-1} NT)	10,00	9,96	9,19
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido, NIDA (g.100 g^{-1} NT)	6,00	4,23	4,51
Extrato etéreo, EE (g.kg^{-1})	10,40	34,00	15,00
Carboidratos totais, CT (g.kg^{-1})	813,30	869,20	541,50
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg^{-1})	90,00	694,60	291,50
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg^{-1})	794,30	174,60	250,00
Fibra em detergente ácido, FDA (g.kg^{-1})	421,60	58,90	150,00
Lignina em detergente neutro, LDA (g.kg^{-1})	57,90	2,30	46,40
Cálcio, Ca (g.kg^{-1})	3,20	0,80	2,40
Fósforo, P (g.kg^{-1})	2,30	7,10	7,70
Energia metabolizável, EM_{3x} (Mcal. kg^{-1})	1,92	3,35	2,75

Tabela 3 – Composição bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca

Item	Sistema			
	Convencional		Cresc. Comp.	
	sem ionóforo	com ionóforo	sem ionóforo	com ionóforo
Período de restrição				
Matéria seca, MS (g.kg ⁻¹)	853,70	853,70	856,70	856,70
Matéria orgânica, MO (g.kg ⁻¹)	937,20	937,20	927,50	927,50
Proteína bruta, PB (g.kg ⁻¹)	175,00	175,00	212,90	212,90
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g ⁻¹ NT)	41,79	41,79	41,66	41,66
Extrato etéreo, EE (g.kg ⁻¹)	14,90	14,90	12,40	12,40
Carboidratos totais, CT (g.kg ⁻¹)	747,20	747,20	702,30	702,30
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg ⁻¹)	228,20	228,20	174,10	174,10
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg ⁻¹)	572,00	572,00	581,20	581,20
Cálcio, Ca (g.kg ⁻¹)	5,40	5,40	6,20	6,20
Fósforo, P (g.kg ⁻¹)	3,90	3,90	5,00	5,00
Energia metabolizável, EM _{3x} (Mcal. kg ⁻¹)	2,34	2,34	2,28	2,28
Nutrientes digestíveis totais, NDT _{3x} (g.kg ⁻¹)	602,80	602,80	574,90	574,90
Período de realimentação				
Matéria seca, MS (g.kg ⁻¹)	853,80	853,80	860,20	860,20
Matéria orgânica, MO (g.kg ⁻¹)	937,00	937,00	938,50	938,50
Proteína bruta, PB (g.kg ⁻¹)	175,70	175,70	186,50	186,50
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDN (g.100 g ⁻¹ NT)	41,79	41,79	36,39	36,39
Extrato etéreo, EE (g.kg ⁻¹)	14,90	14,90	16,30	16,30
Carboidratos totais, CT (g.kg ⁻¹)	746,50	746,50	735,70	735,70
Carboidratos solúveis em detergente neutro, CSDN (g.kg ⁻¹)	227,40	227,40	267,70	267,70
Fibra em detergente neutro, FDN (g.kg ⁻¹)	572,20	572,20	512,20	512,20
Cálcio, Ca (g.kg ⁻¹)	5,40	5,40	5,90	5,90
Fósforo, P (g.kg ⁻¹)	3,90	3,90	3,80	3,80
Energia metabolizável, EM _{3x} (Mcal. kg ⁻¹)	2,31	2,31	2,42	2,42
Nutrientes digestíveis totais, NDT _{3x} (g.kg ⁻¹)	593,00	593,00	615,80	615,80

Diariamente, foram registradas as quantidades dos alimentos fornecidos e das sobras, para estimativa do consumo, sendo elaboradas amostras

compostas da dieta e das sobras, por animal e por período, que foram congeladas, para análises posteriores. Nos alimentos, foram determinadas as concentrações de matéria seca (MS), nitrogênio total (NT), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), cálcio (Ca) e fósforo (P), utilizando-se as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002); de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991); de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), conforme técnicas descritas por Licitra et al. (1996); e de lignina em ácido sulfúrico (LDA), de acordo com técnica descrita por Pereira & Rossi Jr. (1995). As sobras foram analisadas para determinação dos teores de MS, NT, EE, CZ e FDN.

Os teores de carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN) foram obtidos a partir da equação: $CSDN = 100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

A concentração de energia dos alimentos foi estimada segundo Van Soest (1994), utilizando-se a equação: $NDT = DMS - \text{cinzas} + 1,25 \times (EE) + 1,9$, em que DMS é a digestibilidade da matéria seca, obtida como: $DMS = (100 - FDN) \times 0,98 + (FDN \times DFDN / 100) - 12,8$. DFDN é a digestibilidade estimada da FDN, calculada como: $DFDN = 147,3 - 78,9 \log_{10} [(LDA/FDA) \times 100]$, em que LDA representa o conteúdo de lignina do alimento. A conversão dos valores de NDT para energia metabolizável (EM) foi realizada por meio da equação: $EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 \times ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$, em que ED é o teor de energia digestível, obtido como: $ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 \times NDT \text{ (\%)}$. Ambas as equações foram propostas pelo NRC (2001).

Para se estimar o valor de energia das dietas, foram utilizados os dados de digestibilidade obtidos neste experimento, sendo: $NDT \text{ (\%)} = dCSDN + dPB + (dEE \times 2,25) + dFDN$, em que “d” representa a digestibilidade dos diferentes componentes.

No 87º, 88º (per. 1), 147º e 148º (per. 2) dias do período experimental, foram realizadas as coletas de sangue. No dia anterior às coletas, um cateter endovenoso central, flexível, com 17 mm x 20,3 cm, foi inserido na veia jugular dos animais. No primeiro dia, amostras de 10 mL de sangue foram coletadas em intervalos de 30 minutos, durante 5 horas, sendo a primeira coleta realizada

1 hora após a alimentação. As amostras permaneceram em temperatura ambiente durante 1 hora para permitir a formação do coágulo e, em seguida, efetuou-se a centrifugação do material, para obtenção do soro, que foi armazenado a -20 °C, para análises dos níveis de triiodotironina circulante total (T3). A concentração de T3 foi quantificada por meio de automação, utilizando-se imunoensaio competitivo de fase sólida, de enzimas químico-luminosas. A coleta realizada 4 horas após a alimentação foi utilizada para quantificação da concentração de N-uréico, por meio de análise colorimétrica (kit comercial). No segundo dia, a coleta foi realizada após 14 horas de jejum e as amostras obtidas foram armazenadas para análises colorimétricas, para determinação dos teores de ácidos graxos não-esterificados (AGNE), glicose, colesterol total e lipoproteínas de alta densidade (HDL).

No último dia do período experimental (150° dia), foi realizada biópsia do tecido mamário das novilhas que estavam na fase luteal do ciclo estral, como descrito por Choi et al. (1988). O tecido foi armazenado em RNA *later* e congelado a -20 °C, para quantificação de RNA e DNA total. A extração de RNA e DNA foi realizada por meio do método do reagente trizol, proposto por Chomczynski & Sacchi (1987).

As variáveis AGNE, glicose, colesterol total, HDL e N-uréico foram submetidas à análise de variância, por meio de modelos contendo os efeitos de sistema (SIS), ionóforo (ION) e período (PER), além das interações entre essas fontes de variação (efeitos fixos) e do resíduo (efeito aleatório), utilizando-se o PROC GLM do Statistical Analysis System (SAS, 2000). Para as variáveis RNA, DNA e DNA:RNA, os modelos continham apenas os efeitos de SIS e ION, as interações e o resíduo. Quando necessário e na presença de efeitos significativos das interações, os efeitos de sistema e ionóforo foram analisados dentro de cada período. As diferenças entre as fontes de variação foram estimadas por meio de contrastes, aplicando-se o teste t de Student para verificar se as diferenças eram significativas.

Para a variável T3, foi realizada análise de regressão, considerando-se todos os dados em conjunto, bem como para cada sistema de alimentação, utilizando-se modelos quadráticos.

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 encontram-se as estimativas das médias para as variáveis lipoproteínas de alta densidade (HDL), colesterol total e nitrogênio uréico (N-uréico), na Tabela 5 (SIS x PER) e 6 (ION x PER) encontram-se as estimativas das médias, estudadas dentro de cada período, para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e glicose.

Quando comparadas aos animais do sistema convencional, as novilhas submetidas ao sistema crescimento compensatório apresentaram maior concentração de N-uréico no plasma. O teor de N-uréico plasmático está estreitamente relacionado ao metabolismo de nitrogênio (N). Quando a taxa de degradação protéica ruminal excede a taxa de síntese microbiana, o excesso de amônia produzido é absorvido pela parede do rúmen e segue pela corrente sangüínea até o fígado, onde ocorre a conversão de amônia em uréia, que, posteriormente, é excretada na urina, no leite e no fluido uterino (Roseler et al., 1993). Desse modo, a alta concentração de N-uréico no plasma foi indicativo de excesso de amônia no rúmen e pode ter resultado do consumo de proteínas dietéticas de rápida degradação ruminal e de rações com baixa relação energia:proteína (Park, 1985), como a dieta oferecida no período de restrição para as novilhas em crescimento compensatório.

Quando analisado dentro de período, as HDL (mg/dL) aumentaram no período de realimentação, enquanto o N-uréico diminuiu.

Durante os primeiros 90 dias do período experimental, os animais em crescimento compensatório foram submetidos à restrição energética (dieta com 30% menos energia que a do sistema de alimentação convencional) e, por isso, não tiveram disponibilidade de carboidratos na dieta em quantidade suficiente para a síntese de proteína microbiana e para sua conversão em energia, o que resultou em elevação do teor de N-uréico plasmático e redução da concentração de HDL (Tabela 4). Da mesma forma, Park et al. (1987) verificaram aumento na concentração de HDL em novilhas em ganho compensatório, o que é benéfico para a saúde animal, uma vez que o maior nível de HDL circulante impede o acúmulo de triglicérides no fígado.

Quanto se analisa o teor de HDL, é importante considerar a idade dos animais utilizados no experimento. Park et al. (1987) concluíram que o padrão de concentração das HDL nos animais em crescimento compensatório parece ser mais dependente da idade dos animais que da dieta utilizada.

Quanto à ausência de efeito dos ionóforos sobre a concentração de N-uréico (Tabela 4), Dugmore (1992) sugeriu que a monensina pode reduzir a excessiva quebra de proteína no rúmen e, conseqüentemente, a excreção de N-uréico sanguíneo. Uma vez que o efeito desse antibiótico sobre o teor de N-uréico depende da degradabilidade protéica dos alimentos utilizados na dieta, animais em pastejo podem apresentar diminuição na excreção de nitrogênio plasmático, que pode não ser evidente em animais alimentados com dieta à base de feno, como neste experimento. Van der Merwe (2001) observou que animais em pastejo consumindo dieta suplementada com monensina apresentaram teor de N-uréico em média 9,77% inferior ao do grupo controle. A ausência de efeito da monensina sobre o teor plasmático de uréia neste estudo corrobora os resultados obtidos por Sthephenson et al. (1997) e Duffield et al. (2001), sugerindo que os efeitos da monensina sobre o metabolismo protéico foram inferiores ao efeito sobre a disponibilidade de glicose. Segundo Sthephenson et al. (1997), o aumento na disponibilidade protéica proporcionado pela suplementação com ionóforo pode ser pequeno ou a estimativa do teor plasmático de uréia pode não ser suficientemente sensível para detectar diferenças no metabolismo protéico.

Tabela 4 – Médias e diferenças entre as fontes de variação para as variáveis lipoproteínas de alta densidade (HDL), colesterol total e nitrogênio uréico (N-uréico)

Item	Sistema			Ionóforo			Período			Erro ²
	Convencional (C)	Cresc. Comp. (CC)	C – CC ¹	Sem ionóforo (SI)	Com ionóforo (CI)	SI - CI ¹	Per. 1 (P1)	Per. 2 (P2)	P1 – P2 ¹	
HDL (mg/dL)	49,13	52,22	-3,09 (0,5287)	48,06	53,30	-5,23 (0,2900)	43,33	58,02	-14,69 (0,0049)	4,86
Colesterol total (mg/dL)	81,28	82,74	-1,46 (0,8148)	79,28	84,74	-5,46 (0,3847)	79,02	85,00	-5,98 (0,3415)	6,19
N-uréico (mg/dL)	23,61	27,27	-3,66 (0,0006)	26,17	24,71	1,46 (0,1393)	28,06	22,82	5,24 (<0,0001)	0,96

¹ Os valores entre parênteses representam o nível de significância pelo teste t de Student.

² Erro das estimativas das diferenças entre as fontes de variação.

Além da alteração nos níveis de N-uréico, o balanço energético (no período de restrição) ao qual as novilhas no sistema de crescimento compensatório foram submetidas provocou aumento na concentração plasmática de AGNE. O teor plasmático de glicose foi mais baixo nos animais em crescimento compensatório no período de realimentação que naqueles do sistema convencional (Tabela 5).

O aumento no fluxo de precursores glicogênicos, proporcionado pela dieta utilizada no período de realimentação com relação volumoso:concentrado 50:50, pode ter estimulado a liberação de insulina e resultado em menor concentração plasmática de glicose (Stephenson et al., 1997), ocasionando aumento no fluxo desse metabólito para atender à demanda de nutrientes para o crescimento corporal (Arieli et al., 2001).

Tabela 5 – Médias e diferenças entre os sistemas de alimentação convencional e crescimento compensatório, em cada período, para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e glicose

Item	Sistema				Diferença		N. S. ¹	
	Conv. (Co)		C. Comp. (CC)		Co – CC			
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
AGNE (mg/dL)	202,52	237,11	333,61	198,03	-131,09 ± 26,54	39,08 ± 33,62	0,0001	0,2621
Glicose (mg/dL)	67,16	64,33	60,42	35,69	6,73 ± 3,60	28,64 ± 6,95	0,0799	0,0008

¹ Nível de significância pelo teste t de Student.

Entre as variáveis de perfil metabólico estudadas, a suplementação com ionóforo à dieta influenciou apenas os teores de AGNE, que tiveram sua concentração reduzida durante o período de realimentação (Tabela 6). Os ionóforos atuam alterando a fermentação ruminal, aumentando a formação de propionato e a oxidação hepática de glicose no ciclo do ácido tricarboxílico e reduzindo a relação acetato:propionato (Richardson et al., 1976) e a produção

ruminal de butirato (Shell, et al., 1983). Esses fatores, em conjunto, proporcionam aumento na disponibilidade de energia para o crescimento animal e, conseqüentemente, reduzem a utilização das reservas corporais (Ariele et al., 2001; Ignácio et al., 2003). Os resultados encontrados neste experimento confirmam as mudanças nos metabólicos sanguíneos observadas em outros estudos (Arieli et al., 2001; Stephenson et al., 1997; Abe et al., 1994). Como neste trabalho, Stephenson et al. (1997) não verificaram diferença no teor sanguíneo de glicose entre os animais tratados e os não-tratados com monensina. Ariele et al. (2001) sugeriram que os antibióticos carboxílicos podem aumentar a gliconeogênese, sem alterar o teor de glicose sanguínea, por estímulo na liberação de insulina, fazendo com que a glicose seja utilizada para manutenção e crescimento corporal. Além disso, a alta demanda de glicose para o crescimento corporal pode tornar a concentração deste metabólito constante.

Tabela 6 – Médias e diferenças entre a suplementação ou não com ionóforo à dieta, em cada período, para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e glicose

Item	Ionóforo				Diferença SI – CI		N. S. ¹	
	Sem ionóforo (SI)		Sem ionóforo (SI)		P1	P2	P1	P2
	P1	P2	P1	P2				
AGNE (mg/dL)	245,70	257,67	290,43	177,47	-44,73 ± 26,54	80,20 ± 33,62	0,1114	0,0298
Glicose (mg/dL)	62,71	51,22	64,87	48,80	-2,16 ± 3,60	2,42 ± 6,95	0,5573	0,7320

¹ Nível de significância pelo teste t de Student.

A quantificação do DNA e RNA pode ser utilizada como indicativo do número de células e da atividade de síntese protéica. Embora a determinação do DNA não permita a quantificação de classes individuais de células e, conseqüentemente, do número de células secretoras, a concentração de DNA e de RNA e a razão RNA:DNA podem ser utilizadas como parâmetro do desenvolvimento da glândula mamária (Tucker, 1981; Park et al., 1989).

A concentração de RNA no tecido mamário (mg por g de tecido) foi maior nos animais que receberam ionóforo na alimentação e a razão DNA:RNA foi inferior nas novilhas em crescimento compensatório (Tabela 7). Similarmente, Ford & Park (2001) verificaram que vacas leiteiras submetidas ao manejo para crescimento compensatório apresentaram menor proporção DNA:RNA no tecido mamário que as do sistema convencional. O aumento na concentração de RNA tecidual verificado por esses autores refletiu em incremento na produção de leite durante dois ciclos de lactação. As fêmeas criadas no regime alimentar alternado produziram 21% mais leite na primeira lactação que as alimentadas convencionalmente. Park et al. (1989), em estudo envolvendo quatro ciclos de lactação, comprovaram que animais em regime de ganho compensatório produzem 10% mais leite que aqueles criados em sistema convencional, o que representa aproximadamente 900 kg de leite em 250 dias. Esses autores concluíram que o ganho compensatório induzido durante a realimentação pode alterar o nível e a atividade dos fatores que regulam a proliferação celular como resultado das mudanças no status hormonal do animal.

Não foi verificado efeito significativo para o nível plasmático de T3, uma vez que a variação dentro de cada hora foi maior que a variação entre horas. Portanto, sugere-se que, como alternativa para a avaliação desta variável, seja utilizado maior número de repetições para cada tempo com vistas à redução da variabilidade dos dados.

Tabela 7 – Médias e diferenças entre as fontes de variação para os ácidos ribonucléico (RNA) e desoxirribonucléico (DNA) e razão DNA:RNA

Item	Sistema		C – CC ¹	Ionóforo		SI - CI ¹	Erro ²
	Convencional (C)	Cresc. Comp. (CC)		Sem ionóforo (SI)	Com ionóforo (CI)		
RNA (ug/mL)	63,59	71,04	-7,45 (0,1785)	64,41	70,22	-5,81 (0,2861)	5,18
DNA (ug/mL)	80,43	73,48	6,95 (0,1074)	80,18	73,73	6,45 (0,1321)	3,96
RNA (mg/g de tecido mamário)	0,74	0,80	-0,05 (0,5618)	0,64	0,89	-0,25 (0,0167)	0,09
DNA (mg/g de tecido mamário)	0,91	0,83	0,09 (0,3750)	0,81	0,93	-0,12 (0,2440)	0,09
DNA:RNA	1,33	1,03	0,30 (0,0580)	1,31	1,06	0,25 (0,0983)	0,14

¹ Os valores entre parênteses representam o nível de significância pelo teste t de Student.

² Erro das estimativas das diferenças entre as fontes de variação.

Conclusões

Animais submetidos ao manejo nutricional para crescimento compensatório, no período de maior aporte de alimentos, apresentam modificações na produção de metabólitos.

O manejo para crescimento compensatório e a utilização de produtos que elevam a taxa de gliconeogênese no fígado, como os ionóforos, podem ser adotados com o objetivo de aumentar a atividade de síntese protéica no tecido mamário.

Literatura citada

- ABE, N.; LEAN, J.J.; RABIEE, A. et al. Effects of sodium monensin on reproductive performance of dairy cattle. II. Effects on metabolites in plasma, resumption of ovarian cyclicity and oestrus in lactating cows. **Australian Veterinary**, v.71, p.277-282, 1994.
- ARIELE, A.; VALLIMONT, J.E.; AHARONI, Y. et al. Monensin and growth effects on glucose metabolism in the prepartum cow. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2770-2776, 2001.
- CHOI, Y.J.; KELLER, W.L.; BERG, I.E. et al. Casein gene expression in bovine mammary gland. **Journal Dairy Science**, v.71, p.2898-2903, 1988.
- CHOI, Y.J.; HAN, K.I.; WOO, H.J. et al. Compensatory growth in dairy heifers: The effect of a compensatory growth pattern on growth rate in lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.519-524, 1997.
- CHOMOCZYNSKI, P.; SACCHI, N. Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. **Analytical Biochemistry**, v.162, p.01-50, 1987.
- DUFFIELD, T.F.; SANDALS, D.; LESLIE, K.E. et al. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on postpartum energy indicators in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2354-2361, 2001.
- DUGMORE, T.J. Study tour report: dairying in Australia and New Zealand. **Report Cedara Agricultural Development Institute**, v.1, p.01-15, 1992.
- FORD, A.J.; PARK, C.S. Nutritionally directed compensatory growth enhances heifer development and lactation potential. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1669-1678, 2001.
- IGNÁCIO, R.I.; CLARK, J.H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.39-57, 2003.
- KNIGHT, C.H.; DOCHERTY, A.H.; PEAKER, M. Milk yield in rats in relation to activity and size of mammary secretory cell population. **Journal of Dairy Research**, v.51, p.29-35, 1984.
- LICITRA, G.; HERNÁNDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ver.ed.Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- PARK, C.S. Influence of dietary protein on blood cholesterol and related metabolites of growing calves. **Journal Animal Science**, v.61, p.924-930, 1985.
- PARK, C.S.; ERICKSON, G.M.; CHOI, Y.J. et al. Effect of compensatory growth on regulation of growth and lactation: response of dairy heifers to a stair-step growth pattern. **Journal Animal Science**, v.64, p.1751-1758, 1987.

- PARK, S.C.; BAIK, M.G.; KELLER, W.L. et al. Role of compensatory growth in lactation: a stair-step nutrient regimen modulates differentiation and lactation of bovine mammary gland. **Growth Development Aging**, v.53, p.159-166, 1989.
- PARK, S.C.; CHOI, Y.J.; KELLER, W.L. et al. Effects of compensatory growth on milk protein gene expression and mammary differentiation. **Journal FASEB**, v.2, p.2619-2624, 1988.
- PEREIRA, J.R.A.; ROSSI JR.P. **Manual prático de avaliação de alimentos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. 25p.
- RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L. et al. Effect of monensin on rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. **Journal of Animal Science**, v.43, p.657-670, 1976.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.
- SEJRSEN, K.; HUBER, J.T.; TUCKER, H.A. Influence of amount fed on hormone concentrations and their relationship to mammary growth in heifers. **Journal Dairy Science**, v.69, p.845-855, 1983.
- SHAMAY, A.; GERTLER, A. A model for *in vitro* proliferation of undifferentiated bovine mammary epithelial cells. **Cell Biology International Report**, v.10, p.923-929, 1986.
- SHELL, L.A.; HALE, W.H.; THEURER, B. et al. Effects of monensin on total volatile fatty acid production by steers fed a high grain diet. **Journal of Animal Science**, v.57, p.178-185, 1983.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos – Métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SINHA, Y.N.; TUCKER, H.A. Mammary development and pituitary prolactin level of heifers from birth through puberty and during the estrous cycle. **Journal of Dairy Science**, v.52, p.507-512, 1969.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. Version 8.12 SAS, INC. Cary, NC, USA, 2000.
- STEPHENSON, K.A.; LEAN, I.J.; HYDE, M.L. et al. Effects of sodium monensin on the metabolism of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.830-837, 1997.
- TUCKER, H.A. Physiological control of mammary growth, lactogenesis, and lactation. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.1403-1421, 1981.
- VAN DER MERWE, B.J.; DUGMORE, T.J.; WALSH, K.P. The effect of monensin on milk production, milk urea nitrogen and body condition score of grazing dairy cows. **South African Journal of Animal Science**, v.31, p.49-55, 2001.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

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

APÊNDICES

Apêndice A

Tabela 1A – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes aos consumos de matéria seca, em kg/dia (CMS) e em % PV (CMSPV), fibra em detergente neutro, em kg/dia (CFDN) e em % PV (CFDNPV), e energia metabolizável (CEM), em Mcal/dia, e à eficiência de utilização da matéria seca (EFCMS), em %

SIS	ION	PER	REP	CMS	CMSPV	CFDN	CFDNPV	CEM	EFCMS
1	1	1	1	7,77	2,49	5,21	1,67	23,13	15,47
1	1	1	2	7,52	2,78	5,04	1,86	22,55	11,66
1	1	1	3	6,13	2,51	4,11	1,69	18,44	15,32
1	1	1	4	5,65	2,34	3,78	1,57	17,63	19,20
1	1	1	5	5,65	3,32	3,78	2,22	17,50	10,40
1	2	1	1	7,39	2,39	4,96	1,61	21,83	16,18
1	2	1	2	7,53	2,62	5,05	1,75	22,56	14,26
1	2	1	3	6,11	2,36	4,10	1,58	18,84	14,92
1	2	1	4	5,58	2,58	3,73	1,73	17,74	15,21
1	2	1	5	5,58	3,00	3,73	2,00	17,72	17,20
2	1	1	1	5,78	2,11	3,90	1,42	16,25	11,95
2	1	1	2	5,72	2,10	3,86	1,42	16,33	13,14
2	1	1	3	4,44	2,31	3,00	1,56	12,99	13,84
2	1	1	4	4,44	1,92	3,00	1,30	13,50	26,13
2	1	1	5	4,44	2,52	3,00	1,70	13,05	6,33
2	2	1	1	5,38	2,06	3,62	1,39	15,76	9,54
2	2	1	2	5,74	2,22	3,87	1,50	16,76	11,67
2	2	1	3	4,44	1,90	2,99	1,28	13,03	10,14
2	2	1	4	4,42	2,17	2,99	1,47	13,39	13,12
2	2	1	5	4,42	2,30	2,99	1,55	13,57	17,28
1	1	2	1	10,02	2,59	6,66	1,72	31,73	9,84
1	1	2	2	9,99	3,03	6,64	2,01	31,92	5,69
1	1	2	3	8,14	2,54	5,41	1,69	25,42	12,68
1	1	2	4	7,83	2,64	4,69	1,58	24,89	10,61
1	1	2	5	7,83	3,57	4,69	2,14	24,78	11,30
1	2	2	1	10,00	2,59	6,65	1,72	32,69	9,96
1	2	2	2	9,99	2,66	6,64	1,76	29,20	13,70
1	2	2	3	8,15	2,53	5,41	1,68	26,97	11,48
1	2	2	4	7,79	2,84	4,66	1,70	25,68	12,50
1	2	2	5	7,79	3,12	4,66	1,87	25,03	11,65
2	1	2	1	10,43	3,09	6,95	2,06	34,72	10,01
2	1	2	2	10,75	3,06	7,16	2,04	34,11	13,93
2	1	2	3	8,16	3,15	5,44	2,10	24,34	15,71
2	1	2	4	7,99	2,60	4,76	1,55	25,26	14,68
2	1	2	5	7,99	3,51	4,76	2,09	25,67	13,18
2	2	2	1	10,55	3,32	7,03	2,21	33,84	11,56
2	2	2	2	10,74	3,34	7,16	2,23	35,18	10,23
2	2	2	3	8,06	2,76	5,36	1,84	26,42	14,19
2	2	2	4	8,13	3,15	4,85	1,88	27,30	11,31
2	2	2	5	8,13	3,10	4,85	1,85	26,14	14,40

Tabela 2A – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes à eficiência de utilização da energia metabolizável consumida (EFCM), em g/Mcal, e ao nitrogênio nas fezes (NFEZ) e na urina (NU), ao nitrogênio retido (NRET), em g/dia, e à eficiência de retenção do nitrogênio consumido (EFIC), em %

SIS	ION	PER	REP	EFCM	NFEZ	NU	NRET	EFIC
1	1	1	1	51,98	52,01	138,75	114,89	50,30
1	1	1	2	38,87	51,47	156,58	84,58	38,27
1	1	1	3	50,94	44,36	121,40	76,91	44,19
1	1	1	4	61,52	40,03	129,56	48,15	31,67
1	1	1	5	33,56	43,42	90,43	74,67	49,12
1	2	1	1	54,73	72,49	114,41	93,45	45,86
1	2	1	2	47,61	61,09	122,85	110,22	50,20
1	2	1	3	48,39	36,00	144,12	62,66	36,30
1	2	1	4	47,85	37,21	97,30	83,46	54,08
1	2	1	5	54,20	45,10	60,02	110,15	71,38
2	1	1	1	42,51	52,77	183,35	36,64	18,20
2	1	1	2	45,99	48,24	155,84	68,20	33,88
2	1	1	3	47,28	31,02	170,87	48,35	31,24
2	1	1	4	85,86	32,79	154,70	26,52	18,11
2	1	1	5	21,50	32,12	108,73	62,06	42,39
2	2	1	1	32,55	44,65	108,43	113,58	57,49
2	2	1	2	39,97	45,20	155,41	69,51	34,54
2	2	1	3	34,53	34,70	83,79	101,24	65,41
2	2	1	4	43,31	33,87	88,16	85,59	58,47
2	2	1	5	56,28	31,05	102,58	73,72	50,36
1	1	2	1	31,05	81,85	250,93	114,31	49,54
1	1	2	2	17,80	66,66	158,38	116,38	43,96
1	1	2	3	40,60	55,78	157,77	85,08	38,31
1	1	2	4	33,39	55,97	120,70	118,86	53,86
1	1	2	5	35,71	48,88	98,83	136,91	62,03
1	2	2	1	30,47	73,16	215,96	61,70	23,09
1	2	2	2	46,83	65,28	202,73	77,57	29,53
1	2	2	3	34,68	48,82	172,55	77,79	34,97
1	2	2	4	37,89	44,33	174,54	72,92	33,02
1	2	2	5	36,26	52,29	142,49	94,48	42,78
2	1	2	1	30,06	75,24	266,78	124,16	50,66
2	1	2	2	43,89	101,08	201,18	84,39	27,66
2	1	2	3	52,65	85,93	93,35	126,94	53,99
2	1	2	4	46,39	70,50	85,42	156,26	66,25
2	1	2	5	41,00	51,99	120,92	129,06	54,72
2	2	2	1	36,04	71,91	116,21	183,85	62,53
2	2	2	2	31,22	74,86	257,64	87,80	16,27
2	2	2	3	43,28	66,97	165,26	67,92	29,98
2	2	2	4	33,67	47,88	229,43	36,42	14,87
2	2	2	5	44,78	59,54	193,16	63,02	25,73

Tabela 3A – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), dia (DIA), repetição (REP) e valores referentes às alturas de garupa (AG) e de cernelha (AC), em m, ao comprimento de garupa (CG) e à largura de garupa (LG), em cm

SIS	ION	PER	DIA	REP	AG	AC	CG	LG
1	1	1	15	1	1,29	1,23	45,00	37,00
1	1	1	15	2	1,22	1,19	42,00	35,40
1	1	1	15	3	1,17	1,10	38,70	34,50
1	1	1	15	4	1,11	1,05	36,00	33,00
1	1	1	15	5	1,06	0,98	33,90	29,00
1	2	1	15	1	1,30	1,19	39,50	36,50
1	2	1	15	2	1,28	1,19	38,00	39,50
1	2	1	15	3	1,20	1,15	36,00	36,50
1	2	1	15	4	1,13	1,08	38,00	30,00
1	2	1	15	5	1,12	1,05	35,00	29,00
2	1	1	15	1	1,24	1,15	38,50	35,00
2	1	1	15	2	1,28	1,22	40,50	32,50
2	1	1	15	3	1,13	1,07	36,00	32,00
2	1	1	15	4	1,19	1,10	39,00	34,00
2	1	1	15	5	1,09	0,99	33,50	32,00
2	2	1	15	1	1,24	1,21	40,30	37,00
2	2	1	15	2	1,28	1,19	41,00	34,00
2	2	1	15	3	1,20	1,17	38,50	33,00
2	2	1	15	4	1,14	1,06	34,00	33,20
2	2	1	15	5	1,12	1,00	35,00	32,50
1	1	1	30	1	1,31	1,24	45,50	37,00
1	1	1	30	2	1,25	1,19	39,00	36,30
1	1	1	30	3	1,17	1,10	38,70	34,50
1	1	1	30	4	1,15	1,05	36,00	33,00
1	1	1	30	5	1,06	1,00	33,90	29,00
1	2	1	30	1	1,30	1,19	39,50	36,50
1	2	1	30	2	1,28	1,19	38,00	39,50
1	2	1	30	3	1,20	1,15	37,00	36,50
1	2	1	30	4	1,13	1,08	38,00	30,00
1	2	1	30	5	1,12	1,05	35,00	29,00
2	1	1	30	1	1,24	1,17	38,50	35,00
2	1	1	30	2	1,28	1,22	40,50	32,50
2	1	1	30	3	1,13	1,08	36,00	32,00
2	1	1	30	4	1,19	1,10	39,00	34,00
2	1	1	30	5	1,09	0,99	33,50	32,00
2	2	1	30	1	1,24	1,21	40,30	37,00
2	2	1	30	2	1,28	1,19	41,00	34,00
2	2	1	30	3	1,20	1,17	38,50	33,00
2	2	1	30	4	1,14	1,06	34,00	33,20
2	2	1	30	5	1,12	1,00	35,00	32,50
1	1	1	45	1	1,33	1,25	45,00	37,50
1	1	1	45	2	1,27	1,22	43,00	36,50
1	1	1	45	3	1,18	1,20	39,00	35,00

1	1	1	45	4	1,17	1,07	37,00	34,00
1	1	1	45	5	1,10	1,10	34,20	30,00
1	2	1	45	1	1,32	1,20	40,00	38,50
1	2	1	45	2	1,28	1,21	39,00	40,00
1	2	1	45	3	1,20	1,17	38,00	36,50
1	2	1	45	4	1,13	1,09	38,50	30,50
1	2	1	45	5	1,14	1,08	37,00	31,00
2	1	1	45	1	1,25	1,18	39,00	35,50
2	1	1	45	2	1,31	1,25	42,00	33,00
2	1	1	45	3	1,17	1,11	36,00	32,00
2	1	1	45	4	1,22	1,14	39,50	35,00
2	1	1	45	5	1,13	1,05	34,00	32,50
2	2	1	45	1	1,28	1,22	41,00	37,00
2	2	1	45	2	1,29	1,19	42,00	34,00
2	2	1	45	3	1,25	1,17	39,00	33,50
2	2	1	45	4	1,16	1,10	35,00	33,00
2	2	1	45	5	1,13	1,04	35,00	33,00
1	1	1	60	1	1,34	1,27	46,00	37,50
1	1	1	60	2	1,28	1,22	39,00	36,70
1	1	1	60	3	1,18	1,15	39,50	35,40
1	1	1	60	4	1,18	1,10	38,00	35,00
1	1	1	60	5	1,11	1,20	34,50	30,00
1	2	1	60	1	1,33	1,22	40,50	38,50
1	2	1	60	2	1,29	1,23	39,00	40,00
1	2	1	60	3	1,24	1,18	39,00	37,00
1	2	1	60	4	1,15	1,12	39,00	32,00
1	2	1	60	5	1,16	1,08	37,50	32,00
2	1	1	60	1	1,26	1,18	39,20	35,70
2	1	1	60	2	1,32	1,25	42,50	35,00
2	1	1	60	3	1,18	1,11	36,00	33,00
2	1	1	60	4	1,23	1,15	39,50	36,00
2	1	1	60	5	1,15	1,06	34,50	32,50
2	2	1	60	1	1,28	1,22	42,00	38,00
2	2	1	60	2	1,25	1,19	42,00	34,00
2	2	1	60	3	1,26	1,18	39,00	33,50
2	2	1	60	4	1,16	1,10	36,00	33,00
2	2	1	60	5	1,14	1,05	35,00	33,00
1	1	1	75	1	1,35	1,28	47,00	38,50
1	1	1	75	2	1,29	1,23	45,50	38,00
1	1	1	75	3	1,20	1,19	40,00	37,00
1	1	1	75	4	1,19	1,13	38,50	35,00
1	1	1	75	5	1,14	1,20	35,00	30,50
1	2	1	75	1	1,34	1,24	41,00	40,00
1	2	1	75	2	1,30	1,23	39,50	41,00
1	2	1	75	3	1,24	1,20	40,00	37,50
1	2	1	75	4	1,20	1,13	39,00	33,00
1	2	1	75	5	1,18	1,14	38,50	33,00
2	1	1	75	1	1,28	1,22	40,00	38,50
2	1	1	75	2	1,34	1,25	43,00	36,00
2	1	1	75	3	1,21	1,12	37,00	35,50

2	1	1	75	4	1,25	1,18	39,50	36,00
2	1	1	75	5	1,16	1,07	34,50	34,50
2	2	1	75	1	1,28	1,23	43,00	38,00
2	2	1	75	2	1,31	1,26	42,00	34,50
2	2	1	75	3	1,27	1,19	39,00	35,00
2	2	1	75	4	1,17	1,11	37,00	33,00
2	2	1	75	5	1,15	1,10	37,00	33,50
1	1	1	90	1	1,36	1,29	48,00	39,00
1	1	1	90	2	1,29	1,25	40,50	39,00
1	1	1	90	3	1,25	1,22	40,50	37,90
1	1	1	90	4	1,20	1,15	39,00	36,40
1	1	1	90	5	1,15	1,20	36,00	31,00
1	2	1	90	1	1,34	1,26	41,00	41,30
1	2	1	90	2	1,32	1,25	40,00	41,60
1	2	1	90	3	1,26	1,22	41,00	38,00
1	2	1	90	4	1,20	1,13	39,00	34,40
1	2	1	90	5	1,19	1,15	39,00	33,70
2	1	1	90	1	1,30	1,22	41,00	39,30
2	1	1	90	2	1,34	1,26	43,00	36,90
2	1	1	90	3	1,21	1,16	37,00	35,80
2	1	1	90	4	1,26	1,20	40,00	36,50
2	1	1	90	5	1,17	1,11	35,00	35,00
2	2	1	90	1	1,28	1,24	43,00	38,50
2	2	1	90	2	1,31	1,27	42,50	38,00
2	2	1	90	3	1,27	1,18	40,00	35,20
2	2	1	90	4	1,18	1,12	38,00	34,20
2	2	1	90	5	1,15	1,10	37,00	33,50
1	1	2	105	1	1,37	1,30	48,50	40,00
1	1	2	105	2	1,30	1,25	44,30	41,00
1	1	2	105	3	1,27	1,22	41,00	39,00
1	1	2	105	4	1,20	1,17	40,50	36,00
1	1	2	105	5	1,17	1,20	37,50	31,50
1	2	2	105	1	1,36	1,26	43,00	41,50
1	2	2	105	2	1,32	1,25	42,00	41,70
1	2	2	105	3	1,27	1,22	42,00	39,00
1	2	2	105	4	1,21	1,15	39,50	34,50
1	2	2	105	5	1,20	1,15	39,00	33,80
2	1	2	105	1	1,32	1,24	42,50	40,00
2	1	2	105	2	1,34	1,26	43,00	37,00
2	1	2	105	3	1,23	1,15	38,00	36,00
2	1	2	105	4	1,27	1,20	40,00	36,60
2	1	2	105	5	1,18	1,10	36,00	35,00
2	2	2	105	1	1,30	1,24	43,00	39,50
2	2	2	105	2	1,32	1,28	43,00	39,50
2	2	2	105	3	1,28	1,19	40,50	35,50
2	2	2	105	4	1,19	1,12	38,50	35,00
2	2	2	105	5	1,16	1,20	38,00	34,00
1	1	2	120	1	1,39	1,32	49,00	40,50
1	1	2	120	2	1,31	1,26	47,00	42,00
1	1	2	120	3	1,28	1,23	42,00	40,00

1	1	2	120	4	1,22	1,18	41,00	41,00
1	1	2	120	5	1,19	1,30	37,50	32,00
1	2	2	120	1	1,37	1,27	44,00	42,50
1	2	2	120	2	1,33	1,25	42,50	42,00
1	2	2	120	3	1,32	1,23	43,00	41,00
1	2	2	120	4	1,22	1,17	40,00	35,00
1	2	2	120	5	1,23	1,16	39,50	33,90
2	1	2	120	1	1,34	1,24	42,50	41,00
2	1	2	120	2	1,34	1,26	43,50	39,50
2	1	2	120	3	1,25	1,17	39,00	36,00
2	1	2	120	4	1,30	1,21	42,00	37,00
2	1	2	120	5	1,19	1,12	36,00	35,00
2	2	2	120	1	1,31	1,25	43,50	40,00
2	2	2	120	2	1,33	1,28	43,00	39,50
2	2	2	120	3	1,28	1,20	42,00	36,00
2	2	2	120	4	1,20	1,13	39,00	37,00
2	2	2	120	5	1,17	1,12	39,00	36,00
1	1	2	135	1	1,40	1,32	50,00	41,00
1	1	2	135	2	1,32	1,26	45,00	42,00
1	1	2	135	3	1,29	1,25	43,50	41,00
1	1	2	135	4	1,23	1,20	41,50	42,00
1	1	2	135	5	1,20	1,30	37,50	32,00
1	2	2	135	1	1,39	1,28	45,00	43,00
1	2	2	135	2	1,33	1,25	43,00	42,00
1	2	2	135	3	1,33	1,24	44,00	42,00
1	2	2	135	4	1,23	1,17	41,00	36,00
1	2	2	135	5	1,23	1,17	40,00	34,00
2	1	2	135	1	1,34	1,25	43,00	42,00
2	1	2	135	2	1,35	1,27	43,50	40,00
2	1	2	135	3	1,25	1,18	40,00	37,00
2	1	2	135	4	1,30	1,21	42,50	39,00
2	1	2	135	5	1,20	1,13	36,50	35,00
2	2	2	135	1	1,31	1,25	43,70	40,50
2	2	2	135	2	1,33	1,28	43,00	40,00
2	2	2	135	3	1,28	1,21	43,00	37,00
2	2	2	135	4	1,22	1,15	39,50	37,00
2	2	2	135	5	1,18	1,13	39,50	36,50
1	1	2	150	1	1,40	1,33	51,00	42,00
1	1	2	150	2	1,33	1,28	45,50	43,00
1	1	2	150	3	1,29	1,26	44,00	41,50
1	1	2	150	4	1,25	1,20	42,00	42,00
1	1	2	150	5	1,20	1,30	38,00	33,00
1	2	2	150	1	1,40	1,28	46,00	45,00
1	2	2	150	2	1,34	1,26	43,50	45,00
1	2	2	150	3	1,35	1,25	45,00	43,00
1	2	2	150	4	1,23	1,17	41,50	37,00
1	2	2	150	5	1,23	1,19	43,00	36,00
2	1	2	150	1	1,34	1,26	43,00	43,00
2	1	2	150	2	1,36	1,30	44,00	42,50
2	1	2	150	3	1,26	1,19	42,00	38,50

2	1	2	150	4	1,31	1,21	44,50	41,50
2	1	2	150	5	1,20	1,14	38,00	36,00
2	2	2	150	1	1,32	1,25	44,00	42,00
2	2	2	150	2	1,34	1,29	43,00	40,00
2	2	2	150	3	1,30	1,24	44,00	39,00
2	2	2	150	4	1,23	1,16	41,00	39,00
2	2	2	150	5	1,21	1,15	42,00	39,00

Tabela 4A – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), dia (DIA), repetição (REP) e valores referentes ao comprimento corporal (CC), ao perímetro torácico (PT), em m, ao peso vivo (PV) e ao ganho de peso diário (GPD), em kg

SIS	ION	PER	DIA	REP	CC	PT	PV	GPD
1	1	1	15	1	1,37	1,56	268,00	1,14
1	1	1	15	2	1,21	1,54	235,00	0,29
1	1	1	15	3	1,20	1,39	217,00	1,21
1	1	1	15	4	1,17	1,35	204,00	1,14
1	1	1	15	5	1,06	1,25	150,00	0,71
1	2	1	15	1	1,24	1,50	275,00	1,93
1	2	1	15	2	1,30	1,48	240,00	-0,07
1	2	1	15	3	1,31	1,41	225,00	0,71
1	2	1	15	4	1,20	1,34	186,00	1,14
1	2	1	15	5	1,13	1,32	155,00	1,07
2	1	1	15	1	1,31	1,50	250,00	0,43
2	1	1	15	2	1,34	1,47	242,00	0,43
2	1	1	15	3	1,22	1,33	170,00	0,57
2	1	1	15	4	1,21	1,37	180,00	0,43
2	1	1	15	5	1,20	1,26	170,00	0,29
2	2	1	15	1	1,31	1,50	235,00	-0,36
2	2	1	15	2	1,30	1,50	237,00	0,86
2	2	1	15	3	1,21	1,45	225,00	0,93
2	2	1	15	4	1,17	1,30	180,00	0,43
2	2	1	15	5	1,16	1,18	173,00	1,07
1	1	1	30	1	1,40	1,56	290,00	1,57
1	1	1	30	2	1,21	1,55	257,00	1,57
1	1	1	30	3	1,24	1,39	220,00	0,21
1	1	1	30	4	1,17	1,35	227,00	1,64
1	1	1	30	5	1,06	1,25	163,00	0,93
1	2	1	30	1	1,30	1,55	285,00	0,71
1	2	1	30	2	1,30	1,48	272,00	2,29
1	2	1	30	3	1,31	1,41	240,00	1,07
1	2	1	30	4	1,20	1,34	204,00	1,29
1	2	1	30	5	1,13	1,32	171,00	1,14
2	1	1	30	1	1,31	1,50	257,00	0,50
2	1	1	30	2	1,35	1,47	254,00	0,86
2	1	1	30	3	1,22	1,33	185,00	1,07
2	1	1	30	4	1,21	1,37	220,00	2,86
2	1	1	30	5	1,20	1,26	167,00	-0,21
2	2	1	30	1	1,32	1,50	257,00	1,57
2	2	1	30	2	1,30	1,50	242,00	0,36
2	2	1	30	3	1,21	1,45	224,00	-0,07
2	2	1	30	4	1,17	1,35	194,00	1,00
2	2	1	30	5	1,17	1,20	182,00	0,64
1	1	1	45	1	1,41	1,57	308,00	1,29
1	1	1	45	2	1,24	1,55	264,00	0,50
1	1	1	45	3	1,26	1,40	240,00	1,43
1	1	1	45	4	1,19	1,40	245,00	1,29
1	1	1	45	5	1,13	1,26	163,00	0,00
1	2	1	45	1	1,35	1,58	299,00	1,00
1	2	1	45	2	1,30	1,50	288,00	1,14
1	2	1	45	3	1,31	1,43	256,00	1,14

1	2	1	45	4	1,20	1,35	215,00	0,79
1	2	1	45	5	1,22	1,35	184,00	0,93
2	1	1	45	1	1,35	1,54	277,00	1,43
2	1	1	45	2	1,36	1,49	274,00	1,43
2	1	1	45	3	1,23	1,33	195,00	0,71
2	1	1	45	4	1,22	1,38	234,00	1,00
2	1	1	45	5	1,20	1,28	177,00	0,71
2	2	1	45	1	1,33	1,50	260,00	0,21
2	2	1	45	2	1,31	1,50	260,00	1,29
2	2	1	45	3	1,28	1,46	233,00	0,64
2	2	1	45	4	1,18	1,35	203,00	0,64
2	2	1	45	5	1,18	1,30	195,00	0,93
1	1	1	60	1	1,42	1,58	327,00	1,36
1	1	1	60	2	1,24	1,56	276,00	0,86
1	1	1	60	3	1,28	1,40	255,00	1,07
1	1	1	60	4	1,20	1,40	257,00	0,86
1	1	1	60	5	1,15	1,27	180,00	1,21
1	2	1	60	1	1,39	1,60	320,00	1,50
1	2	1	60	2	1,30	1,52	289,00	0,07
1	2	1	60	3	1,34	1,45	276,00	1,43
1	2	1	60	4	1,21	1,37	222,00	0,50
1	2	1	60	5	1,23	1,37	192,00	0,57
2	1	1	60	1	1,36	1,55	285,00	0,57
2	1	1	60	2	1,36	1,52	282,00	0,57
2	1	1	60	3	1,24	1,35	195,00	0,00
2	1	1	60	4	1,23	1,39	247,00	0,93
2	1	1	60	5	1,24	1,29	177,00	0,00
2	2	1	60	1	1,34	1,53	264,00	0,29
2	2	1	60	2	1,31	1,51	267,00	0,50
2	2	1	60	3	1,29	1,47	237,00	0,29
2	2	1	60	4	1,18	1,40	212,00	0,64
2	2	1	60	5	1,19	1,34	182,00	-0,93
1	1	1	75	1	1,43	1,60	326,00	-0,08
1	1	1	75	2	1,30	1,60	287,00	0,85
1	1	1	75	3	1,35	1,50	259,00	0,31
1	1	1	75	4	1,25	1,56	268,00	0,85
1	1	1	75	5	1,16	1,32	180,00	0,00
1	2	1	75	1	1,44	1,63	329,00	0,69
1	2	1	75	2	1,33	1,61	310,00	1,62
1	2	1	75	3	1,35	1,53	274,00	-0,15
1	2	1	75	4	1,24	1,46	233,00	0,85
1	2	1	75	5	1,25	1,39	203,00	0,85
2	1	1	75	1	1,36	1,56	280,00	-0,38
2	1	1	75	2	1,38	1,56	284,00	0,15
2	1	1	75	3	1,25	1,37	201,00	0,46
2	1	1	75	4	1,30	1,47	254,00	0,54
2	1	1	75	5	1,25	1,34	180,00	0,23
2	2	1	75	1	1,34	1,56	267,00	0,23
2	2	1	75	2	1,32	1,60	269,00	0,15
2	2	1	75	3	1,29	1,48	235,00	-0,15
2	2	1	75	4	1,19	1,43	215,00	0,23
2	2	1	75	5	1,22	1,40	208,00	2,00
1	1	1	90	1	1,43	1,63	355,00	1,93
1	1	1	90	2	1,36	1,61	305,00	1,20
1	1	1	90	3	1,37	1,57	280,00	1,40

1	1	1	90	4	1,27	1,59	257,00	0,73
1	1	1	90	5	1,20	1,42	190,00	0,67
1	2	1	90	1	1,46	1,64	349,00	1,33
1	2	1	90	2	1,35	1,62	331,00	1,40
1	2	1	90	3	1,36	1,57	293,00	1,27
1	2	1	90	4	1,25	1,49	241,00	0,53
1	2	1	90	5	1,30	1,43	221,00	1,20
2	1	1	90	1	1,37	1,61	304,00	1,60
2	1	1	90	2	1,39	1,59	300,00	1,07
2	1	1	90	3	1,25	1,43	214,00	0,87
2	1	1	90	4	1,30	1,50	272,00	1,20
2	1	1	90	5	1,26	1,37	190,00	0,67
2	2	1	90	1	1,35	1,57	284,00	1,13
2	2	1	90	2	1,40	1,62	282,00	0,87
2	2	1	90	3	1,30	1,52	251,00	1,07
2	2	1	90	4	1,21	1,43	223,00	0,53
2	2	1	90	5	1,25	1,45	221,00	0,87
1	1	2	105	1	1,43	1,63	364,00	0,64
1	1	2	105	2	1,36	1,65	317,00	0,86
1	1	2	105	3	1,38	1,57	294,00	1,00
1	1	2	105	4	1,30	1,60	291,00	0,86
1	1	2	105	5	1,30	1,44	203,00	0,93
1	2	2	105	1	1,47	1,64	366,00	1,21
1	2	2	105	2	1,36	1,65	350,00	1,36
1	2	2	105	3	1,37	1,58	302,00	0,64
1	2	2	105	4	1,27	1,50	257,00	1,14
1	2	2	105	5	1,30	1,45	225,00	0,29
2	1	2	105	1	1,38	1,62	316,00	0,86
2	1	2	105	2	1,40	1,60	322,00	1,57
2	1	2	105	3	1,27	1,45	234,00	1,43
2	1	2	105	4	1,31	1,55	285,00	0,93
2	1	2	105	5	1,28	1,38	206,00	1,14
2	2	2	105	1	1,37	1,58	295,00	0,79
2	2	2	105	2	1,40	1,64	302,00	1,43
2	2	2	105	3	1,30	1,54	269,00	1,29
2	2	2	105	4	1,22	1,44	237,00	1,00
2	2	2	105	5	1,29	1,46	238,00	1,21
1	1	2	120	1	1,50	1,65	384,00	1,33
1	1	2	120	2	1,38	1,67	325,00	0,53
1	1	2	120	3	1,39	1,59	319,00	1,67
1	1	2	120	4	1,33	1,62	304,00	0,87
1	1	2	120	5	1,30	1,45	212,00	0,60
1	2	2	120	1	1,50	1,73	380,00	0,93
1	2	2	120	2	1,42	1,68	366,00	1,07
1	2	2	120	3	1,38	1,59	313,00	0,73
1	2	2	120	4	1,30	1,50	268,00	0,73
1	2	2	120	5	1,30	1,47	244,00	1,27
2	1	2	120	1	1,40	1,63	326,00	0,67
2	1	2	120	2	1,41	1,65	339,00	1,13
2	1	2	120	3	1,30	1,47	247,00	0,87
2	1	2	120	4	1,32	1,61	293,00	0,53
2	1	2	120	5	1,30	1,40	220,00	0,93
2	2	2	120	1	1,37	1,59	302,00	0,47
2	2	2	120	2	1,40	1,65	310,00	0,53
2	2	2	120	3	1,33	1,56	278,00	0,60

2	2	2	120	4	1,26	1,44	252,00	1,00
2	2	2	120	5	1,33	1,47	254,00	1,07
1	1	2	135	1	1,54	1,67	387,00	0,23
1	1	2	135	2	1,38	1,68	333,00	0,62
1	1	2	135	3	1,40	1,59	325,00	0,46
1	1	2	135	4	1,35	1,70	268,00	1,00
1	1	2	135	5	1,31	1,46	226,00	1,08
1	2	2	135	1	1,50	1,73	390,00	0,77
1	2	2	135	2	1,43	1,70	390,00	1,85
1	2	2	135	3	1,39	1,60	329,00	1,23
1	2	2	135	4	1,30	1,50	276,00	0,62
1	2	2	135	5	1,31	1,50	258,00	1,08
2	1	2	135	1	1,41	1,65	344,00	1,38
2	1	2	135	2	1,42	1,65	360,00	1,62
2	1	2	135	3	1,32	1,48	263,00	1,23
2	1	2	135	4	1,33	1,61	315,00	1,69
2	1	2	135	5	1,30	1,40	233,00	1,00
2	2	2	135	1	1,37	1,61	324,00	1,69
2	2	2	135	2	1,40	1,65	326,00	1,23
2	2	2	135	3	1,35	1,56	306,00	2,15
2	2	2	135	4	1,28	1,45	266,00	1,08
2	2	2	135	5	1,34	1,48	267,00	1,00
1	1	2	150	1	1,55	1,68	413,00	1,73
1	1	2	150	2	1,39	1,69	337,00	0,27
1	1	2	150	3	1,40	1,60	340,00	1,00
1	1	2	150	4	1,35	1,80	326,00	0,60
1	1	2	150	5	1,32	1,46	240,00	0,93
1	2	2	150	1	1,51	1,74	406,00	1,07
1	2	2	150	2	1,43	1,70	408,00	1,20
1	2	2	150	3	1,40	1,60	346,00	1,13
1	2	2	150	4	1,31	1,52	297,00	1,40
1	2	2	150	5	1,32	1,50	273,00	1,00
2	1	2	150	1	1,43	1,66	363,00	1,27
2	1	2	150	2	1,43	1,65	385,00	1,67
2	1	2	150	3	1,32	1,48	287,00	1,60
2	1	2	150	4	1,35	1,62	338,00	1,53
2	1	2	150	5	1,30	1,44	250,00	1,13
2	2	2	150	1	1,38	1,61	353,00	1,93
2	2	2	150	2	1,42	1,66	344,00	1,20
2	2	2	150	3	1,35	1,57	314,00	0,53
2	2	2	150	4	1,29	1,45	275,00	0,60
2	2	2	150	5	1,40	1,48	288,00	1,40

Apêndice B

Tabela 1B – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes aos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN), em kg/dia, e energia metabolizável (CEM), em Mcal/dia

SIS	ION	PER	REP	CMS	CMO	CFDN	CCT	CCSDN	CEM
1	1	1	1	7,77	7,28	5,21	5,78	1,74	23,13
1	1	1	2	7,52	7,04	5,04	5,59	1,69	22,55
1	1	1	3	6,13	5,74	4,11	4,56	1,38	18,44
1	1	1	4	5,65	5,30	3,78	4,12	1,31	17,63
1	1	1	5	5,65	5,30	3,78	4,12	1,31	17,50
1	2	1	1	7,39	6,92	4,96	5,49	1,65	21,83
1	2	1	2	7,53	7,06	5,05	5,60	1,69	22,56
1	2	1	3	6,11	5,72	4,10	4,55	1,37	18,84
1	2	1	4	5,58	5,23	3,73	4,07	1,30	17,74
1	2	1	5	5,58	5,23	3,73	4,07	1,30	17,72
2	1	1	1	5,78	5,35	3,90	4,02	0,96	16,25
2	1	1	2	5,72	5,29	3,86	3,98	0,95	16,33
2	1	1	3	4,44	4,11	3,00	3,08	0,73	12,99
2	1	1	4	4,44	4,12	3,00	3,00	0,81	13,50
2	1	1	5	4,44	4,12	3,00	3,00	0,81	13,05
2	2	1	1	5,38	4,98	3,62	3,73	0,89	15,76
2	2	1	2	5,74	5,31	3,87	3,99	0,95	16,76
2	2	1	3	4,44	4,11	2,99	3,08	0,73	13,03
2	2	1	4	4,42	4,11	2,99	2,99	0,81	13,39
2	2	1	5	4,42	4,11	2,99	2,99	0,81	13,57
1	1	2	1	10,02	9,39	6,66	7,51	2,32	31,73
1	1	2	2	9,99	9,37	6,64	7,49	2,32	31,92
1	1	2	3	8,14	7,63	5,41	6,11	1,89	25,42
1	1	2	4	7,83	7,36	4,69	5,79	2,13	24,89
1	1	2	5	7,83	7,36	4,69	5,79	2,13	24,78
1	2	2	1	10,00	9,38	6,65	7,50	2,32	32,69
1	2	2	2	9,99	9,36	6,64	7,49	2,32	29,20
1	2	2	3	8,15	7,64	5,41	6,12	1,89	26,97
1	2	2	4	7,79	7,31	4,66	5,76	2,12	25,68
1	2	2	5	7,79	7,31	4,66	5,76	2,12	25,03
2	1	2	1	10,43	9,77	6,95	7,75	2,33	34,72
2	1	2	2	10,75	10,07	7,16	7,99	2,40	34,11
2	1	2	3	8,16	7,64	5,44	6,06	1,82	24,34
2	1	2	4	7,99	7,49	4,76	5,85	2,11	25,26
2	1	2	5	7,99	7,49	4,76	5,85	2,11	25,67
2	2	2	1	10,55	9,88	7,03	7,84	2,35	33,84
2	2	2	2	10,74	10,06	7,16	7,98	2,40	35,18
2	2	2	3	8,06	7,54	5,36	5,98	1,80	26,42
2	2	2	4	8,13	7,62	4,85	5,95	2,14	27,30
2	2	2	5	8,13	7,62	4,85	5,95	2,14	26,14

Tabela 2B – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes às digestibilidades de matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCT) e carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN), em %, e à purinas microbianas absorvidas (PABS), em g/dia

SIS	ION	PER	REP	DMS	DMO	DFDN	DCT	DCSDN	PABS
1	1	1	1	68,80	69,92	71,36	67,95	87,36	502,60
1	1	1	2	68,74	69,64	71,30	67,68	89,84	424,08
1	1	1	3	69,58	70,58	72,08	69,45	90,89	546,82
1	1	1	4	72,33	73,42	76,88	72,22	88,81	713,96
1	1	1	5	70,89	71,68	75,69	70,48	91,01	319,36
1	2	1	1	68,46	69,63	71,05	70,49	95,12	485,27
1	2	1	2	69,90	70,66	72,36	69,95	89,69	663,32
1	2	1	3	70,94	71,94	73,32	69,93	90,74	459,71
1	2	1	4	72,31	72,87	76,87	70,82	91,96	482,47
1	2	1	5	68,15	68,66	73,40	66,58	103,82	381,61
2	1	1	1	65,44	66,80	70,38	64,23	84,52	630,96
2	1	1	2	65,17	66,25	70,15	62,78	88,55	599,98
2	1	1	3	67,43	68,15	72,09	64,10	86,26	442,78
2	1	1	4	69,09	69,95	74,39	65,54	91,40	552,68
2	1	1	5	67,55	68,48	73,12	63,33	82,10	256,22
2	2	1	1	66,98	68,28	71,70	65,21	93,10	112,21
2	2	1	2	67,43	68,08	72,08	64,89	89,44	305,40
2	2	1	3	68,09	68,97	72,64	66,03	89,43	706,57
2	2	1	4	69,50	70,58	74,73	66,74	90,16	205,46
2	2	1	5	70,37	70,89	75,45	66,52	90,20	368,28
1	1	2	1	69,69	71,22	74,49	71,50	100,70	689,72
1	1	2	2	69,98	71,16	74,74	70,06	98,15	472,42
1	1	2	3	69,30	70,61	74,16	69,44	93,19	436,08
1	1	2	4	71,69	72,71	73,55	71,96	98,32	750,98
1	1	2	5	71,73	72,91	73,58	71,38	94,74	338,48
1	2	2	1	73,03	74,35	77,31	74,42	99,77	326,62
1	2	2	2	70,73	71,74	75,37	70,62	69,62	440,88
1	2	2	3	73,83	74,92	77,98	73,94	98,42	468,95
1	2	2	4	74,20	75,55	75,89	74,07	99,34	475,82
1	2	2	5	73,59	74,65	75,32	73,80	95,84	560,36
2	1	2	1	72,03	73,68	79,16	73,24	99,10	422,57
2	1	2	2	64,56	67,30	73,59	66,94	103,66	314,97
2	1	2	3	60,47	62,08	70,54	61,25	95,46	580,40
2	1	2	4	66,66	67,91	72,22	66,87	101,73	546,51
2	1	2	5	70,92	71,99	75,77	70,00	93,07	377,24
2	2	2	1	70,76	71,72	78,21	70,52	88,93	225,37
2	2	2	2	70,88	72,56	78,30	71,60	95,64	659,35
2	2	2	3	68,16	70,05	76,28	69,66	105,41	425,72
2	2	2	4	73,54	74,56	77,95	72,75	100,04	255,86
2	2	2	5	68,45	70,07	73,71	68,25	99,61	227,95

Tabela 3B – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes ao nitrogênio microbiano (NMIC), em g/dia, à eficiência microbiana (EFIC), em g PBmic/kg NDT consumido, às eficiências de ruminação da MS (ERUMS), em g MS/h, e da FDN (ERUFDN), em g FDN/h, ao número de bolos ruminais (NBR), em n%/dia, e ao número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMMB), em n%/bolo

SIS	ION	PER	REP	NMIC	EFIC	ERUMS	ERUFDN	NBR	NMMB
1	1	1	1	365,41	75,75	1092,99	733,18	504,46	56,33
1	1	1	2	308,33	66,06	990,16	664,20	600,00	71,00
1	1	1	3	397,57	108,15	814,43	546,32	570,42	60,83
1	1	1	4	519,08	155,10	625,31	418,56	770,13	65,00
1	1	1	5	232,19	69,38	720,47	482,25	762,26	48,00
1	2	1	1	352,82	82,00	1100,00	737,88	594,92	58,67
1	2	1	2	482,27	104,01	983,62	659,82	468,70	72,83
1	2	1	3	334,23	91,69	825,95	554,05	657,26	54,83
1	2	1	4	350,78	103,24	764,66	511,83	536,49	62,50
1	2	1	5	277,45	81,66	715,85	479,16	684,33	64,67
2	1	1	1	458,74	137,41	862,77	557,40	578,31	51,67
2	1	1	2	436,21	130,67	986,02	637,03	477,27	49,00
2	1	1	3	321,92	125,40	491,46	317,51	533,33	76,50
2	1	1	4	401,83	154,52	779,65	528,05	565,36	44,00
2	1	1	5	186,28	71,64	616,46	417,53	523,86	61,33
2	2	1	1	81,58	24,90	787,83	508,98	620,44	55,67
2	2	1	2	222,04	66,51	1015,03	655,76	379,53	66,17
2	2	1	3	513,71	200,10	758,25	489,88	422,46	57,17
2	2	1	4	149,38	57,44	662,70	448,84	705,88	40,67
2	2	1	5	267,76	102,97	914,07	619,09	384,53	53,83
1	1	2	1	501,46	86,31	1403,42	932,41	565,52	48,17
1	1	2	2	343,47	59,11	1338,29	889,13	562,91	64,83
1	1	2	3	317,05	65,04	946,67	628,95	798,26	47,83
1	1	2	4	546,00	120,20	851,93	510,16	507,45	78,33
1	1	2	5	246,09	54,18	1050,06	628,81	624,19	46,33
1	2	2	1	237,47	40,49	1037,29	689,16	1680,00	23,50
1	2	2	2	320,54	55,60	1214,91	807,16	581,44	53,67
1	2	2	3	340,95	69,83	1151,41	764,98	643,40	39,67
1	2	2	4	345,94	76,11	1003,98	601,21	480,71	62,50
1	2	2	5	407,41	89,64	922,02	552,13	563,58	70,17
2	1	2	1	307,22	48,28	1123,15	748,33	623,08	65,67
2	1	2	2	229,00	34,13	1279,13	852,26	796,46	43,33
2	1	2	3	421,98	81,62	1005,67	670,06	595,95	57,83
2	1	2	4	397,34	81,44	992,00	591,58	509,64	63,17
2	1	2	5	274,27	56,21	817,96	487,79	645,28	62,33
2	2	2	1	163,86	25,34	1433,27	954,96	611,86	50,17
2	2	2	2	479,38	71,48	1486,63	990,51	590,84	50,83
2	2	2	3	309,52	62,12	1187,35	791,11	377,95	68,83
2	2	2	4	186,02	36,72	987,93	589,15	602,05	56,83
2	2	2	5	165,73	32,71	1100,19	656,10	455,17	58,17

Tabela 4B – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes ao tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB), em seg/bolo, às eficiências de alimentação da MS (EALMS), em g MS/h, e da FDN (EALFDN), em g FDN/h, ao tempo de mastigação total (TMT), em h/dia, e à alimentação, em h/dia (ALIMH) e % (ALIMD)

SIS	ION	PER	REP	TRB	EALMS	EALFDN	TMT	ALIMH	ALIMD
1	1	1	1	52,33	1551,34	1040,65	12,50	5,17	21,53
1	1	1	2	47,00	1329,64	891,93	13,67	5,83	24,31
1	1	1	3	47,33	1263,77	847,74	12,33	4,83	20,14
1	1	1	4	41,29	974,75	652,46	14,50	5,67	23,61
1	1	1	5	36,21	849,78	568,81	14,17	6,50	27,08
1	2	1	1	39,33	1225,71	822,21	12,33	5,83	24,31
1	2	1	2	60,17	1185,39	795,16	14,33	6,50	27,08
1	2	1	3	40,17	1211,40	812,61	12,33	5,00	20,83
1	2	1	4	49,21	989,56	662,37	13,00	5,67	23,61
1	2	1	5	41,21	1051,41	703,77	13,17	5,33	22,22
2	1	1	1	41,50	1643,37	1061,71	10,17	3,50	14,58
2	1	1	2	44,00	1917,27	1238,67	8,83	3,00	12,50
2	1	1	3	60,75	1474,38	952,54	12,00	3,00	12,50
2	1	1	4	36,08	1472,66	997,43	8,67	3,00	12,50
2	1	1	5	49,25	1893,43	1282,41	9,50	2,33	9,72
2	2	1	1	41,58	2419,75	1563,30	9,50	2,33	9,72
2	2	1	2	53,75	1917,27	1238,67	8,67	3,00	12,50
2	2	1	3	49,71	1474,38	952,54	8,83	3,00	12,50
2	2	1	4	34,00	1893,43	1282,41	9,00	2,33	9,72
2	2	1	5	45,25	1893,43	1282,41	7,17	2,33	9,72
1	1	2	1	43,50	2213,09	1470,33	11,17	4,33	18,06
1	1	2	2	45,83	1514,38	1006,13	13,50	6,33	26,39
1	1	2	3	38,33	1420,00	943,42	14,17	5,67	23,61
1	1	2	4	62,67	1368,26	819,35	14,33	5,50	22,92
1	1	2	5	41,33	1220,34	730,77	13,33	6,17	25,69
1	2	2	1	20,00	1873,82	1244,93	14,50	5,17	21,53
1	2	2	2	48,50	1730,32	1149,59	13,33	5,50	22,92
1	2	2	3	39,17	1611,98	1070,97	12,00	5,00	20,83
1	2	2	4	56,17	1026,80	614,88	14,83	7,33	30,56
1	2	2	5	52,17	1254,97	751,51	14,17	6,00	25,00
2	1	2	1	52,00	1596,06	1063,42	15,33	6,33	26,39
2	1	2	2	37,67	1938,07	1291,30	13,83	5,50	22,92
2	1	2	3	49,33	1146,00	763,56	15,33	7,17	29,86
2	1	2	4	55,33	1137,17	678,15	14,67	6,83	28,47
2	1	2	5	53,00	1260,10	751,46	15,67	6,17	25,69
2	2	2	1	42,17	1867,60	1244,34	12,67	5,50	22,92
2	2	2	2	43,67	1997,66	1331,00	12,50	5,33	22,22
2	2	2	3	63,50	1319,28	879,01	12,67	6,00	25,00
2	2	2	4	48,83	1344,68	801,90	14,17	6,00	25,00
2	2	2	5	58,00	1423,78	849,07	13,00	5,67	23,61

Tabela 5B – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e valores referentes ao número de mastigações merísticas (NMM), em n°/dia, à ruminação, em h/dia (RUMH) e % (RUMD), e ao ócio, em h/dia (OCH) e % (OCD)

SIS	ION	PER	REP	NMM	RUMH	RUMD	OCH	OCD
1	1	1	1	28417,83	7,33	30,56	11,50	47,92
1	1	1	2	42600,00	7,83	32,64	10,33	43,06
1	1	1	3	34700,70	7,50	31,25	11,67	48,61
1	1	1	4	50058,53	8,83	36,81	9,50	39,58
1	1	1	5	36588,26	7,67	31,94	9,83	40,97
1	2	1	1	34901,69	6,50	27,08	11,67	48,61
1	2	1	2	34136,84	7,83	32,64	9,67	40,28
1	2	1	3	36039,83	7,33	30,56	11,67	48,61
1	2	1	4	33530,91	7,33	30,56	11,00	45,83
1	2	1	5	44253,19	7,83	32,64	10,83	45,14
2	1	1	1	29879,52	6,67	27,78	13,83	57,64
2	1	1	2	23386,36	5,83	24,31	15,17	63,19
2	1	1	3	40800,00	9,00	37,50	12,00	50,00
2	1	1	4	24875,75	5,67	23,61	15,33	63,89
2	1	1	5	32129,95	7,17	29,86	14,50	60,42
2	2	1	1	34537,88	7,17	29,86	14,50	60,42
2	2	1	2	25112,56	5,67	23,61	15,33	63,89
2	2	1	3	24150,88	5,83	24,31	15,17	63,19
2	2	1	4	28705,88	6,67	27,78	15,00	62,50
2	2	1	5	20700,55	4,83	20,14	16,83	70,14
1	1	2	1	27239,08	6,83	28,47	12,83	53,47
1	1	2	2	36495,27	7,17	29,86	10,50	43,75
1	1	2	3	38183,48	8,50	35,42	9,83	40,97
1	1	2	4	39750,00	8,83	36,81	9,67	40,28
1	1	2	5	28920,97	7,17	29,86	10,67	44,44
1	2	2	1	39480,00	9,33	38,89	9,50	39,58
1	2	2	2	31204,12	7,83	32,64	10,67	44,44
1	2	2	3	25521,70	7,00	29,17	12,00	50,00
1	2	2	4	30044,51	7,50	31,25	9,17	38,19
1	2	2	5	39544,41	8,17	34,03	9,83	40,97
2	1	2	1	40915,38	9,00	37,50	8,67	36,11
2	1	2	2	34513,27	8,33	34,72	10,17	42,36
2	1	2	3	34465,54	8,17	34,03	8,67	36,11
2	1	2	4	32192,17	7,83	32,64	9,33	38,89
2	1	2	5	40222,64	9,50	39,58	8,33	34,72
2	2	2	1	30694,86	7,17	29,86	11,33	47,22
2	2	2	2	30034,35	7,17	29,86	11,50	47,92
2	2	2	3	26015,75	6,67	27,78	11,33	47,22
2	2	2	4	34216,38	8,17	34,03	9,83	40,97
2	2	2	5	26475,86	7,33	30,56	11,00	45,83

Apêndice C

Tabela 1C – Sistema (SIS), ionóforo (ION), período (PER), repetição (REP) e níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL), de colesterol total (CT), de nitrogênio uréico (NUR), de ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e de glicose (GLI), em mg/dL

SIS	ION	PER	REP	HDL	CT	NUR	AGNE	GLI
1	1	1	1	47,80	92,17	22,56	230,43	57,65
1	1	1	2	28,78	46,48	29,44	161,86	72,42
1	1	1	3	28,29	50,13	25,55	221,99	60,68
1	1	1	4	31,95	64,75	25,47	170,90	63,52
1	1	1	5	44,49	66,32	30,14	201,14	69,57
1	2	1	1	34,88	72,58	23,07	217,13	69,22
1	2	1	2	36,10	90,34	24,40	195,67	76,95
1	2	1	3	43,41	111,49	28,48	165,40	54,80
1	2	1	4	47,65	104,18	22,93	218,29	67,44
1	2	1	5	62,68	102,09	27,87	242,40	79,36
2	1	1	1	25,29	74,93	28,52	306,86	55,20
2	1	1	2	56,10	116,19	29,23	365,40	69,22
2	1	1	3	66,34	111,75	32,83	223,29	69,95
2	1	1	4	44,39	78,59	35,33	193,29	58,19
2	1	1	5	26,47	56,14	28,00	381,86	50,72
2	2	1	1	64,15	77,81	29,07	303,29	53,10
2	2	1	2	41,10	84,33	25,71	415,73	52,78
2	2	1	3	30,22	32,11	34,16	464,40	65,34
2	2	1	4	65,12	92,43	33,58	386,40	60,10
2	2	1	5	41,46	55,61	24,93	295,57	69,63
1	1	2	1	46,03	71,02	25,23	217,40	105,39
1	1	2	2	44,63	70,23	23,92	222,50	66,36
1	1	2	3	47,07	80,68	20,34	318,40	61,90
1	1	2	4	62,44	72,58	20,08	389,40	77,70
1	1	2	5	39,27	87,73	20,79	389,40	42,60
1	2	2	1	38,60	70,23	23,24	241,14	68,22
1	2	2	2	65,37	101,04	22,36	241,14	72,30
1	2	2	3	74,15	91,38	17,52	101,05	73,79
1	2	2	4	75,12	86,42	17,67	100,57	34,24
1	2	2	5	83,90	93,73	21,19	150,10	40,78
2	1	2	1	58,78	74,67	26,62	99,14	24,12
2	1	2	2	98,29	117,23	26,50	263,29	36,87
2	1	2	3	80,49	114,62	26,42	213,43	39,53
2	1	2	4	35,12	67,10	23,67	257,57	33,92
2	1	2	5	49,27	72,32	22,77	206,14	23,79
2	2	2	1	61,99	109,14	23,74	191,29	44,41
2	2	2	2	55,74	104,96	27,21	112,00	39,66
2	2	2	3	37,80	59,79	26,60	109,86	43,30
2	2	2	4	59,76	84,86	18,51	244,86	32,15
2	2	2	5	46,59	70,23	22,03	282,71	39,11

Tabela 2C – Sistema (SIS), ionóforo (ION), repetição (REP) e valores referentes à concentração dos ácidos ribonucléico (RNA) e desoxirribonucléico (DNA), em ug/mL, e dos ácidos ribonucléico (RNAT) e desoxirribonucléico (DNAT) no tecido mamário, em mg/g, e razão DNA:RNA

SIS	ION	REP	RNA	DNA	RNAT	DNAT	DNA:RNA
1	1	1	47,75	95,15	0,50	1,00	1,99
1	1	2	58,55	83,40	0,48	0,68	1,42
1	1	3	48,40	81,45	0,52	0,87	1,68
1	1	4	49,45	87,65	0,56	0,99	1,77
1	1	5	82,75	75,90	0,65	0,60	0,92
1	2	1					
1	2	2	74,70	67,20	1,27	1,14	0,90
1	2	3	73,55	82,35	0,95	1,06	1,12
1	2	4					
1	2	5	61,15	78,90	0,61	0,79	1,29
2	1	1	74,70	80,80	0,83	0,89	1,08
2	1	2	72,50	72,15	0,58	0,58	1,00
2	1	3					
2	1	4	72,25	78,55	0,80	0,87	1,09
2	1	5	66,30	71,10	0,78	0,84	1,07
2	2	1					
2	2	2	68,85	65,40	0,86	0,81	0,95
2	2	3					
2	2	4	68,40	65,20	0,71	0,68	0,95
2	2	5	74,65	83,35	0,96	1,08	1,12

Apêndice D

Tabela 1D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CCSDN), energia metabolizável (CEM), matéria seca, em relação ao peso vivo (CMSPV), e fibra em detergente neutro, em relação ao peso vivo (CFDNPV)

Variáveis	Fonte de variação							R ²
	Sist	lon	Per	(Sist x lon)	(Sist x Per)	(lon x Per)	(Sist x lon x Per)	
CMS	0,0828	0,9137	<0,0001	0,9435	0,0090	0,8680	0,9689	0,76
CMO	0,0670	0,9112	<0,0001	0,9382	0,0075	0,8744	0,9703	0,76
CFDN	0,1505	0,9220	<0,0001	0,9566	0,0293	0,8904	0,9711	0,63
CCT	0,0276	0,9178	<0,0001	0,9477	0,0050	0,8763	0,9746	0,77
CCSDN	<0,0001	0,8991	<0,0001	0,9116	<0,0001	0,8443	0,9796	0,92
CEM	0,0742	0,7966	<0,0001	0,8164	0,0027	0,7864	0,8869	0,81
CMSPV	0,3398	0,5355	<0,0001	0,5707	0,0002	0,8194	0,7064	0,63
CFDNPV	0,3587	0,5122	<0,0001	0,5556	0,0002	0,7965	0,7083	0,56

Tabela 2D – Resumo da análise de variância (níveis de significância), em cada período, para as variáveis relacionadas aos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CT), carboidratos solúveis em detergente neutro (CSDN), energia metabolizável (CEM), matéria seca, em relação ao peso vivo (CMSPV), e fibra em detergente neutro, em relação ao peso vivo (CFDNPV)

Variáveis	Período 1				Período 2			
	Fonte de variação			R ²	Fonte de variação			R ²
	Sist	lon	(Sist x lon)		Sist	lon	(Sist x lon)	
CMS	0,0008	0,8059	0,9773	0,52	0,5600	0,9725	0,9478	0,02
CMO	0,0005	0,8087	0,9711	0,54	0,5733	0,9779	0,9456	0,02
CFDN	0,0010	0,8029	0,9847	0,50	0,6537	0,9821	0,9594	0,01
CCT	0,0002	0,8162	0,9758	0,59	0,6756	0,9751	0,9537	0,01
CCSDN	<0,0001	0,7905	0,9442	0,83	0,9660	0,9660	0,9321	<0,01
CEM	<0,0001	0,9862	0,9228	0,66	0,4413	0,7666	0,8343	0,05
CMSPV	0,0011	0,5175	0,8835	0,50	0,0534	0,7983	0,5407	0,23
CFDNPV	0,0014	0,5012	0,8728	0,49	0,0397	0,7895	0,5212	0,26

Tabela 3D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as digestibilidades de matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCT) e carboidratos solúveis em detergente neutro (DCSDN)

Variáveis	Fonte de variação							R ²
	Sist	Ion	Per	(Sist x Ion)	(Sist x Per)	(Ion x Per)	(Sist x Ion x Per)	
DMS	0,0006	0,0133	0,0659	0,3881	0,5636	0,1148	0,7742	0,48
DMO	0,0007	0,0160	0,0112	0,3718	0,6952	0,0989	0,6995	0,50
DFDN	0,7485	0,0257	0,0011	0,5165	0,4110	0,1710	0,7077	0,40
DCT	<0,0001	0,0092	<0,0001	0,3918	0,2296	0,1895	0,5741	0,69
DCSDN	0,9899	0,6464	0,0020	0,6966	0,0774	0,0783	0,5515	0,37

Tabela 4D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis purinas microbianas absorvidas (PABS), nitrogênio microbiano (NMIC) e eficiência microbiana (EFIC)

Variáveis	Fonte de variação							R ²
	Sist	Ion	Per	(Sist x Ion)	(Sist x Per)	(Ion x Per)	(Sist x Ion x Per)	
PABS	0,0886	0,0962	0,8687	0,4309	0,8989	0,9650	0,4697	0,18
NMIC	0,0886	0,0962	0,8687	0,4310	0,8989	0,9650	0,4697	0,18
EFIC	0,8078	0,1582	0,0011	0,4121	0,1394	0,8037	0,5261	0,37

Tabela 5D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis eficiência de alimentação da MS (EALMS), eficiência de alimentação da FDN (EALFDN), eficiência de ruminação da MS (ERUMS), eficiência de ruminação da FDN (ERUFDN), tempo de mastigação total (TMT), número de mastigações meréricas (NMM), número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (NMMB), tempo de ruminação por bolo ruminal (TRB), alimentação (ALIM), ruminação (RUM) e ócio (OC)

Variáveis	Fonte de variação							R ²
	Sist	lon	Per	(Sist x lon)	(Sist x Per)	(lon x Per)	(Sist x lon x Per)	
EALMS	0,0031	0,4336	0,7451	0,1842	0,0018	0,8960	0,8413	0,43
EALFDN	0,0089	0,4807	0,8904	0,2375	0,0052	0,9089	0,8339	0,40
ERUMS	0,8196	0,2822	<0,0001	0,2060	0,2869	0,8851	0,4015	0,49
ERUFDN	0,7473	0,3473	0,0004	0,2660	0,2851	0,9139	0,4623	0,38
TMT	<0,0001	0,0206	<0,0001	0,0163	<0,0001	0,9354	0,2088	0,83
NMM	0,0106	0,0716	0,8551	0,2932	0,0254	0,7346	0,5502	0,36
NBR	0,1037	0,9554	0,2603	0,3120	0,8526	0,5444	0,2455	0,18
NMMB	0,8215	0,5838	0,4257	0,9221	0,1740	0,5230	0,4971	0,11
TRB	0,3369	0,8906	0,4910	0,8495	0,3645	0,9269	0,5267	0,08
ALIM	<0,0001	0,3113	<0,0001	0,0967	<0,0001	0,8011	0,5542	0,85
RUM	0,0567	0,0372	0,0027	0,0826	0,0246	0,7757	0,2794	0,48
ÓC	<0,0001	0,0206	<0,0001	0,0163	<0,0001	0,9354	0,2088	0,83

Tabela 6D – Resumo da análise de variância (níveis de significância), em cada período, para as variáveis eficiência de alimentação da MS (EALMS), eficiência de alimentação da FDN (EALFDN), tempo de mastigação total (TMT), número de mastigações meréricas (NMM), alimentação (ALIM), ruminação (RUM) e ócio (OC)

Variáveis	Período 1				Período 2			
	Fonte de variação			R ²	Fonte de variação			R ²
	Sist	lon	(Sist x lon)		Sist	lon	(Sist x lon)	
EALMS	<0,0001	0,4371	0,1977	0,69	0,8985	0,6902	0,4884	0,04
EALFDN	<0,0001	0,4439	0,1989	0,67	0,9022	0,7293	0,5673	0,03
TMT	<0,0001	0,1002	0,3976	0,83	0,3210	0,1083	0,0140	0,42
NMM	0,0057	0,3509	0,7728	0,41	0,7664	0,0898	0,1898	0,25
ALIM	<0,0001	0,5171	0,3552	0,91	0,2847	0,4407	0,1739	0,20
RUM	0,0119	0,1269	0,6569	0,40	0,7710	0,1629	0,0394	0,31
OC	<0,0001	0,1002	0,3976	0,83	0,3210	0,1083	0,0140	0,42

Tabela 7D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as eficiências de utilização da matéria seca (EFCMS) e da energia metabolizável consumida (EFCM)

Variáveis	Fonte de variação							R ²
	Sist	lon	Per	(Sist x lon)	(Sist x Per)	(lon x Per)	(Sist x lon x Per)	
EFCMS	0,8860	0,9790	0,0475	0,1681	0,0998	0,7377	0,9864	0,22
EFCM	0,7942	0,7988	0,0100	0,1437	0,1707	0,7430	0,9981	0,27

Tabela 8D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio na urina (NU), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido (EFIC)

Variáveis	Fonte de variação							R ²
	Sist	lon	Per	(Sist x lon)	(Sist x Per)	(lon x Per)	(Sist x lon x Per)	
NFEZ	0,8359	0,3337	<0,0001	0,3958	0,0105	0,1955	0,8951	0,57
NU	0,8405	0,7692	0,0018	0,8871	0,9830	0,0884	0,7457	0,32
NRET	0,7421	0,4998	0,0008	0,3118	0,3846	0,3531	0,9426	0,35
EFIC	0,7667	0,3140	0,0017	0,1553	0,0317	0,4845	0,9933	0,40

Tabela 9D – Resumo da análise de variância (níveis de significância), em cada período, para as variáveis nitrogênio nas fezes (NFEZ), nitrogênio na urina (NU), nitrogênio retido (NRET) e eficiência de retenção do nitrogênio consumido (EFIC)

Variáveis	Período 1				Período 2			
	Fonte de variação			R ²	Fonte de variação			R ²
	Sist	lon	(Sist x lon)		Sist	lon	(Sist x lon)	
NFEZ	0,0531	0,7806	0,5532	0,23	0,0858	0,1689	0,5430	0,27
NU	0,8692	0,1965	0,8673	0,10	0,8955	0,2394	0,7829	0,10
NRET	0,3752	0,8477	0,4202	0,09	0,7177	0,2927	0,5316	0,10
EFIC	0,1793	0,8227	0,3066	0,16	0,0966	0,2475	0,3305	0,26

Tabela 10D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis altura de garupa, altura de cernelha, comprimento de garupa, largura de garupa, comprimento corporal e perímetro torácico

Variáveis	Fonte de variação					
	Sist	lon	Dia	(Sist x lon)	(Sist x Dia)	(lon x Dia)
Altura de garupa	0,6545	0,9185	<0,0001	0,6458	0,1851	0,5199
Altura de cernelha	0,2077	0,4683	<0,0001	0,4234	0,2752	0,3707
Comprimento de garupa	0,2855	0,8994	<0,0001	0,5063	0,8863	0,7696
Largura de garupa	0,5053	0,9974	<0,0001	0,9776	0,5048	0,4747
Comprimento corporal	0,2950	0,8670	<0,0001	0,9743	0,5621	0,4473
Perímetro torácico	0,1975	0,7951	<0,0001	0,5544	0,4640	0,5155

Tabela 11D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para peso vivo e ganho de peso diário

Variáveis	Fonte de variação					
	Sist	lon	Dia	(Sist x lon)	(Sist x Dia)	(lon x Dia)
Peso corporal	0,3301	0,9065	<0,0001	0,8814	0,0241	0,4459
Ganho de peso diário	0,0427	0,6006	0,1056	0,0196	0,0157	0,4786

Tabela 12D – Resumo da análise de variância (níveis de significância) para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE), glicose, colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL) e nitrogênio uréico (N-uréico)

Variáveis	Fonte de variação							R ²
	Sist	lon	Per	(Sist x lon)	(Sist x Per)	(lon x Per)	(Sist x lon x Per)	
AGNE	0,0394	0,4137	0,0247	0,0344	0,0004	0,0064	0,5449	0,56
Glicose	<0,0001	0,9735	0,0013	0,3219	0,0086	0,5624	0,1033	0,58
Colesterol Total	0,8148	0,3847	0,3415	0,0111	0,5729	0,8606	0,1588	0,26
HDL	0,5287	0,2900	0,0049	0,0766	0,6291	0,7653	0,1656	0,34
N-uréico	0,0006	0,1393	<0,0001	0,9819	0,6165	0,8607	0,9778	0,59

Tabela 13D – Resumo da análise de variância (níveis de significância), em cada período, para as variáveis ácidos graxos não-esterificados (AGNE) e glicose

	Período 1				Período 2			
	Fonte de variação			R ²	Fonte de variação			R ²
	Sist	lon	(Sist x lon)		Sist	lon	(Sist x lon)	
AGNE	0,0001	0,1114	0,2157	0,64	0,2621	0,0298	0,0912	0,39
Glicose	0,0799	0,5573	0,4767	0,22	0,0008	0,7320	0,1502	0,55

Tabela 14D – Resumo da análise da variância (níveis de significância) para as variáveis ácido ribonucléico (RNA), ácido desoxirribonucléico (DNA) e razão DNA:RNA

Variáveis	Fonte de variação			R ²
	Sist	lon	(Sist x lon)	
RNA	0,1785	0,2861	0,2281	0,36
DNA	0,1074	0,1321	0,6044	0,39
RNA no tecido mamário	0,5618	0,0167	0,1111	0,53
DNA no tecido mamário	0,3750	0,2440	0,5789	0,18
DNA:RNA	0,0580	0,0983	0,1818	0,52