

ANGELA MARIA DE VASCONCELOS CORRÊA

**UTILIZAÇÃO DA SOJA EM DIFERENTES FORMAS NA ALIMENTAÇÃO DE
VACAS LEITEIRAS**

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
2007

ANGELA MARIA DE VASCONCELOS CORRÊA

**UTILIZAÇÃO DA SOJA EM DIFERENTES FORMAS NA ALIMENTAÇÃO DE
VACAS LEITEIRAS**

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: 31 de julho de 2007

Prof^o. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Co-orientador)

Prof^o. Rogério de Paula Lana
(Co-orientador)

Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares

Prof^a. Luciana Navajas Rennó

Prof^a. Maria Ignez Leão
(Orientadora)

*Aos meus pais, Alzira e Xavier, que sempre me fizeram ver a importância dos estudos, pela
compreensão e amor...*

*A meu filho Gustavo, razão da minha existência e que me faz enxergar que a vida é a mais
bela das celebrações...*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos aqui envolvem mais que uns simples obrigados.

Agradeço a essa “Força Superior” que, de alguma forma, me conduz permitindo fazer escolhas e mostrando que cada um tem uma missão na vida...

À Universidade Federal de Viçosa, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e ao Setor de Bovinocultura, por consentir a execução deste projeto.

À Fundação Cearense de Apoio a Pesquisa - FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudos. A professora Maria Ignez Leão, pela orientação, confiança a mim dispensada e apoio necessário para o desenvolvimento das atividades desta pesquisa. Obrigada por tudo...

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, cuja enorme contribuição não se resume a esta etapa, mas certamente se prolongará por toda minha vida profissional. Meu sincero muito obrigada!

Ao professor Rogério de Paula Lana pelas valiosas correções e sugestões. Obrigada!

À professora Luciana Navajas Rennó, pela disponibilidade em participar da avaliação deste trabalho e pelas sugestões.

À professora Rilene Ferreira Diniz Valadares pela atenção e sugestões.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia: Venâncio, Márcia, Rosana, e Cleone, pelo auxílio.

À Celeste. Sempre atenciosa e prestativa. Obrigada!

Aos funcionários do Setor de Bovinocultura: Sr. João, “Gaguinho”, Joelson, Joãozinho.

Aos estagiários, Isabella, Jô, Flavinha pelas disponibilidades e grandes contribuições, principalmente a Rafael e Igor que durante a fase das atividades de campo foram pessoas que fizeram a diferença, em momentos necessários. Obrigada sempre...

Ao casal, Marcia pela inestimável ajuda nas análises estatísticas e Vinício por tudo que vivenciamos ao longo desta jornada, além, é claro, do laço de amizade que ficou ...

Aos funcionários da Fábrica de Ração, Mauro Godoi e Sr. Sebastião (Pica-Pau) pela grande colaboração.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal: Vera, Wellington, Valdir e Mário, pela grande colaboração e, por todos os momentos agradáveis durante a longa temporada de análises. Ah! Foi longa...

Às amizades conquistadas em Viçosa, Marinaldo, Marconi, Darcilene, Douglas, Zé Augusto, Mônica e Shirley.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada a todos por tudo!!!

BIOGRAFIA

ANGELA MARIA DE VASCONCELOS CORRÊA, filha de Trancrêdo Xavier de Vasconcelos e Silva e Alzira Maria de Andrade Vasconcelos, nascida em Timbaúba, Pernambuco, em 16 de agosto de 1959.

Ingressou no curso de Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, formando-se em 1991.

Em agosto de 1994, iniciou o Curso de mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Santa Maria-RS, submetendo-se à defesa da dissertação em julho de 1996.

Em agosto de 2003, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese aos 31 de julho de 2007.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xv
ABSTRACT.....	xviii
1. Introdução Geral	1
1.1 Literatura Citada.....	8
2. Degradabilidade Ruminal <i>In Situ</i> e Digestibilidade <i>In Vitro</i> dos Grãos de Soja Crus e Tostados Usando o Método das Três Etapas.	
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
2. Introdução.....	15
2.2 Material e Métodos.....	16
2.3 Resultados e Discussão.....	20
2.5 Conclusões.....	29
2.6 Literatura Citada.....	30
3. Consumo, Digestibilidade de Nutrientes e Desempenho Lactacional de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas.	
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
3. Introdução.....	34
3.3 Material e Métodos.....	35
3.3 Resultados e Discussão.....	39
3.4 Conclusões.....	47
3.5 Literatura Citada.....	48

4. Utilização da Soja em Diferentes Formas na Alimentação de Vacas Leiteiras: Parâmetros Ruminais, Concentrações de Nitrogênio Uréico e Produção Microbiana.

RESUMO.....	51
ABSTRACT.....	52
4. Introdução.....	53
4.2 Material e Métodos.....	54
4.3 Resultados e Discussão.....	59
4.4 Conclusões.....	66
4.5 Literatura Citada.....	67
5. Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas em Sistema de Confinamento <i>free stall</i>	
RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	72
5. Introdução.....	73
5.2 Material e Métodos.....	74
5.3 Resultados e Discussão.....	81
5.4 Conclusões.....	95
5.5 Literatura Citada.....	96
Apêndices	100
Apêndice A.....	101
Apêndice B.....	111
Apêndice C.....	118
Apêndice D.....	126

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Degradabilidade Ruminal *In Situ* e Digestibilidade *In Vitro* dos Grãos de Soja Crus e Tostados Usando o Método das Três Etapas.

1	Teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos grãos de soja crus e tratados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem.....	17
2	Frações solúveis (a), potencialmente degradável (b), taxa de degradação (kd) e degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos grãos de soja crus e tostados com diferentes tratamentos térmicos e procedimento de tostagem (com e sem <i>steeping</i>).....	21

CAPÍTULO 2

Consumo, Digestibilidade de Nutrientes e Desempenho Lactacional de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas.

1	Proporções dos ingredientes usados na mistura de concentrados das dietas experimentais.....	36
2	Composição química, em percentagem de MS, dos concentrados utilizados nas dietas experimentais e da silagem de milho.....	36
3	Composição química, em percentagem de matéria seca, das dietas experimentais.....	37
4	Consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), NDT (nutrientes digestíveis totais) e variação no peso vivo dos animais em função das dietas experimentais e seus respectivos coeficiente de variação (CV%).....	39
5	Coefficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e seus respectivos coeficientes de variação obtidos para as dietas experimentais.....	41

6	Desempenho lactacional dos animais alimentados com soja em diferentes formas.....	42
7	Demonstrativo da viabilidade econômica das diferentes dietas testadas no experimento.....	46

CAPÍTULO 3

Utilização da Soja em Diferentes Formas na Alimentação de Vacas Leiteiras: Parâmetros Ruminais, Concentrações de Nitrogênio Uréico e Produção Microbiana.

1	Composição química, em percentagem de MS, dos concentrados utilizados nas dietas experimentais e da silagem de milho.....	55
2	Composição química, em percentagem de MS, das dietas experimentais.....	55
3	Médias e erros-padrão das médias para as variáveis pH e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) em função das dietas experimentais e dos tempos após a alimentação.....	59
4	Valores médios para o volume urinário estimado (VU), excreções de uréia na urina (EUU), concentrações de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL), uréia no leite (UL) e a relação de NUL/NUP nas dietas experimentais.....	60
5	Médias para o consumo de nitrogênio, excreção de nitrogênio nas fezes na urina e no leite e balanço de nitrogênio nas dietas experimentais e seus respectivos coeficientes de variação (CV%).....	63
6	Médias diárias para as excreções de alantoína na urina (ALU) e no leite (ALL), ácido úrico na urina (ACU), purina totais (PT), purinas absorvidas (PA), nitrogênio microbiano (Nmic) e eficiência microbiana (Emic), obtidas para as dietas experimentais e seus respectivos coeficiente de variação (CV%).....	64

CAPÍTULO 4

Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas em Sistema de Confinamento *free stall*.

1	Normais climatológicas da cidade de Viçosa, no ano de 2006.....	75
2	Composição química, em percentagem da MS, das dietas experimentais.....	77
3	Médias dos elementos meteorológicos e índices de conforto térmico registrados durante o período experimental.....	81
4	Médias dos elementos meteorológicos e índices de conforto térmico registrados durante os diferentes períodos e horários de coleta.....	82
5	Médias e erros-padrão das frequências respiratória (FR) e cardíaca (FC), taxa de sudorese (TS) e temperatura retal (TR) em função dos diferentes períodos de coleta.....	84
6	Médias estimadas do consumo de matéria seca (CMS), produção total de leite (PTL) e teores de proteína e gordura em função dos períodos de coleta.....	86
7	Médias estimadas e erros-padrão da frequência respiratória, cardíaca, temperatura retal e taxa de sudorese nas diferentes dietas e horários de coleta..	88
8	Coefficientes de correlação de Pearson das variáveis meteorológicas com as características fisiológicas e produtivas de vacas da raça Holandesa	90
9	Coefficiente de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas e produtivas.....	93

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Degradabilidade Ruminal *In Situ* e Digestibilidade *In Vitro* dos Grãos de Soja Crus e Tostados Usando o Método das Três Etapas.

1	Equipamento utilizado para a tostagem dos grãos de soja.....	16
---	--	----

2	Utensílio de alumínio usado no <i>steeping</i>	17
3	Secadora utilizada após o procedimento do <i>steeping</i> para os grãos tostados.....	17
4	Degradabilidade da matéria seca (DMS) nos diferentes tratamentos e tempos de incubação. Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125 ⁰ C durante três minutos sem <i>steeping</i> (T2); a 125 ⁰ C durante três minutos com <i>steeping</i> (T3); a 145 ⁰ C durante um minuto com <i>steeping</i> (T4); a 115 ⁰ C durante quatro minutos com <i>steeping</i> (T5) e a 110 ⁰ C durante cinco minutos sem <i>steeping</i> (T6).....	23
5	Degradabilidade da proteína bruta (DPB) nos diferentes tratamentos e tempos de incubação. Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125 ⁰ C durante três minutos sem <i>steeping</i> (T2); a 125 ⁰ C durante três minutos com <i>steeping</i> (T3); a 145 ⁰ C durante um minuto com <i>steeping</i> (T4); a 115 ⁰ C durante quatro minutos com <i>steeping</i> (T5) e a 110 ⁰ C durante cinco minutos sem <i>steeping</i> (T6).....	23
6	Teores da proteína não degradada no rúmen (PNDR) após incubação <i>in situ</i> de 16 horas. Tratamentos: Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125 ⁰ C durante três minutos sem <i>steeping</i> (T2); a 125 ⁰ C durante três minutos com <i>steeping</i> (T3); a 145 ⁰ C durante um minuto com <i>steeping</i> (T4); a 115 ⁰ C durante quatro minutos com <i>steeping</i> (T5); e a 110 ⁰ C durante cinco minutos sem <i>steeping</i> (T6). Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	24
7	Digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen (DPNDR). Tratamentos: Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125 ⁰ C durante três minutos sem <i>steeping</i> (T2); a 125 ⁰ C durante três minutos com <i>steeping</i> (T3); a 145 ⁰ C durante um minuto com <i>steeping</i> (T4); a 115 ⁰ C durante quatro minutos com <i>steeping</i> (T5) e a 110 ⁰ C durante cinco minutos sem <i>steeping</i> (T6). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	26
8	Proteína não degradada no rúmen digestível, no intestino (PNDR _D). Tratamentos: Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125 ⁰ C durante três minutos sem <i>steeping</i> (T2); a 125 ⁰ C durante três minutos com <i>steeping</i> (T3); a 145 ⁰ C durante um minuto com <i>steeping</i> (T4); a 115 ⁰ C durante quatro minutos com <i>steeping</i> (T5) e a 110 ⁰ C durante cinco minutos sem <i>steeping</i> (T6). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	27

9	Proteína degradada no rúmen (PDR) após 16 horas de incubação e proteína não degradada no rúmen digestível, no intestino (PNDR _D). Tratamentos: Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125 ⁰ C durante três minutos sem <i>steeping</i> (T2); a 125 ⁰ C durante três minutos com <i>steeping</i> (T3); a 145 ⁰ C durante um minuto com <i>steeping</i> (T4); a 115 ⁰ C durante quatro minutos com <i>steeping</i> (T5) e a 110 ⁰ C durante cinco minutos sem <i>steeping</i> (T6). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	28
---	--	----

CAPÍTULO 4

Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas em Sistema de Confinamento *free stall*

1	Vista geral do <i>free stall</i>	75
2	Variáveis termorreguladoras (frequência respiratória-FR; cardíaca-FC; temperatura retal-TR; taxa de sudção-TS) e produtivas (consumo de matéria seca-CMS; produção total de leite-PTL; gordura-G; proteína-P) em função das variáveis meteorológicas (carga térmica radiante-CTR; índice de temperatura do globo e umidade-ITGU; pressão atmosférica-PP; temperatura do ar-Tar; velocidade do vento-VV).....	92
3	Consumo de matéria seca (CMS) e produção total de leite (PTL) em função das variáveis fisiológicas (frequência respiratória-FR; cardíaca-FC; temperatura retal-TR; taxa de sudção-TS).....	94

APÊNDICE A

Degradabilidade Ruminal *In Situ* e Digestibilidade *In Vitro* dos Grãos de Soja Crus e Tostados Usando o Método das Três Etapas.

1A	Tratamento, tempo, repetição, degradabilidade da matéria seca (DMS) e proteína bruta (DPB) dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem.....	101
2A	Tratamento, repetição, proteína bruta não degradada (PNDR) no rúmen após 16 horas de incubação dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem	104

3A	Tratamento, repetição, digestibilidade da proteína bruta não degradada no rúmen (DPNDR) após 16 horas de incubação dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem.....	106
4A	Tratamento, repetição, proteína bruta não degradada no rúmen digestível no intestino (PNDR _D) após 16 horas de incubação dos grãos de soja cru e tostado com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem.....	107
5A	Tratamento, repetição, proteína bruta não degradada no rúmen (PNDR), digestibilidade da proteína não degradada no rúmen (DigPNDR), proteína não degradada no rúmen digestível no intestino (PNDR _D) e percentagem do digerido (% do digerido) após 16 horas de incubação dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem.....	109

APÊNDICE B

Consumo, Digestibilidade de Nutrientes e Desempenho Lactacional de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas.

1B	Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais NDT expresso kg/dia, consumo de matéria seca por peso vivo (CMSPV%), de fibra detergente neutro por peso vivo (CFDNPV%) e peso vivo médio (PVMg/dia) dos animais nas diferentes dietas.....	111
2B	Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), coeficiente de digestibilidade da matéria a seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da fibra em detergente neutra (CDFD) do carboidrato não fibroso (CDCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados através da utilização da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno durante 6 dias de coleta de fezes.....	113
3B	Quadrado Latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), produção total de leite kg/dia (PTL), produção de leite corrigida para 3,5% (PLCG3,5%) e eficiência por litro corrigido de gordura (Efi.LCG), litros por quilogramas de matéria seca (LKMS), de proteína bruta (LKPb), G (gordura), P (proteína), L (lactose) e EST (estrato seco total) das vacas alimentadas com soja de diferentes formas.....	115

4B	Consumo de matéria seca (MS) do volumoso.....	117
5B	Consumo de matéria seca (MS) do concentrado.....	117

APÊNDICE C

Utilização da Soja em Diferentes Formas na Alimentação de Vacas Leiteiras: Parâmetros Ruminais, Concentrações de Nitrogênio Uréico e Produção Microbiana.

1C	Tratamento, animal, tempo (0, 2 e 4 horas de coleta após a alimentação) e valores referentes ao pH ruminal nas diferentes dietas.....	118
2C	Tratamento, Animal (A), tempo (T) repetições (1, 2 e 3), média e valores referentes amônia ruminal (NH ₃) nos diferentes tempos de coleta após alimentação (0, 2, 4 horas).....	119
3C	Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), volume urinário (VU), excreção de uréia na urina (EUU), nitrogênio uréico no plasma (NUP), uréia no plasma(UP) nitrogênio uréico no leite (NUL), uréia no leite (UL) e a relação entre nitrogênio uréico no leite e plasma (NUL:NUP)) nas diferentes dietas	120
4C	Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), nitrogênio ingerido (N ingerido), fecal (N-fecal), urina (N-urina), leite (N-leite), balanço de nitrogênio (BN), retenção do nitrogênio consumindo (RNc), digerido (RNd) nas diferentes dietas.....	122
5C	Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), alantoína na urina (ALU), no leite (ALL), ácido úrico (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA), nitrogênio microbiano (Nmic) e eficiência microbiana (Emic) nas diferentes dietas.....	124

APÊNDICE D

Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas em Sistema de Confinamento *free stall*

1C	Quadrado latino (QL), Animal, tratamento (T), período (P), frequência respiratória pela manhã (FRM) e tarde (FRT), frequência cardíaca pela manhã (FCM) e tarde (FCT), temperatura retal pela manhã (TRM)e tarde (TRT), taxa de sudação pela manhã (TSM) e tarde (TST) em função dos períodos...	126
2C	Quadrado latino, animal, tratamento, período, consumo de matéria seca (CMS), produção total de leite (PTL), proteína (P) e gordura (G) em função dos períodos.....	128

RESUMO

CORRÊA, Angela Maria de Vasconcelos, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007. **Utilização da soja em diferentes formas na alimentação de vacas leiteiras.** Orientadora: Maria Ignez Leão. Co-orientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Rogério de Paula Lana.

A pesquisa foi conduzida para avaliar a degradação ruminal *in situ* e a digestibilidade intestinal dos grãos de soja crus e tostados e o efeito de dietas contendo soja em diferentes formas sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, a produção e a composição do leite, a variação do pH e a concentração do N- NH₃ ruminal, a excreção de uréia na urina, as concentrações de compostos nitrogenados uréicos no leite e no plasma, o balanço de compostos nitrogenados, a produção microbiana e a influência do ambiente térmico sobre as variáveis fisiológicas e produtivas. Para os experimentos II, III e IV foram usadas 12 vacas da raça Holandesa, puras e mestiças, agrupadas de acordo com a produção de leite e dias de lactação e distribuídas em três quadrados latinos simultâneos 4x4, alimentadas com as seguintes dietas isoprotéicas: farelo de soja exclusivo (FS-dieta controle), soja crua (SC), soja tostada (ST) e farelo de soja mais 5% de uréia (FSU) sendo a dieta total constituída de 50% de volumoso. Cada período experimental teve duração de 21 dias sendo que os primeiros 14 dias foram destinados à adaptação dos animais à dieta e os restantes à coleta de dados. No experimento I, a cinética da degradação ruminal *in situ* da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) foi avaliada utilizando sacos de náilon, incubados nos tempos 2, 4, 8, 16, 24 e 48 horas e a digestibilidade intestinal da proteína bruta não degradada no rúmen pelo método das três etapas. Foram usados seis tratamentos (soja crua-T1; soja tostada a 125 °C durante três minutos sem e com *steeping*-T2 e T3; tostada a 145 °C durante um minuto com *steeping*-T4; tostada a 115 °C durante quatro minutos com *steeping*-T5 e a 110 °C durante cinco minutos sem *steeping*-T6). Verificou-se que a soja tostada, independente da temperatura e procedimento de tostagem (com e sem *steeping*), apresentou os menores valores médios de degradabilidade efetiva (DE) da MS e PB que a dieta controle. O tratamento quatro (T4) foi o menos degradado, com 61,33% de degradabilidade efetiva da MS e 52,23% da PB. A digestibilidade intestinal dos grãos crus

foi superior e apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) quando comparados aos grãos tostados, exceto para a soja tostada a $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante quatro minutos com *steeping*. O tratamento (T4) apresentou a menor degradação protéica de 67,72%, o que correspondeu a 52,33% a mais de PNDR quando comparado à dieta controle. Os grãos de soja tostados a 145°C durante 1 minuto potencializado pelo processo de *steeping* contribuiu para menor degradabilidade ruminal da proteína bruta e maior escape da PNDR_D. No experimento II, o efeito da soja em diferentes formas foi avaliado sobre os consumos e as digestibilidades da MS, MO, EE, PB, FDN, CNF, o consumo de NDT, a produção e composição do leite e sua viabilidade econômica. Verificou-se que os consumos de MS, FDN e CNF não diferiram ($P > 0,05$) nas dietas. O consumo de PB foi influenciado ($P < 0,05$) pelas dietas e as maiores médias ($P < 0,05$) de EE foram verificadas nos tratamentos com SC e ST e os consumos de NDT foram menores ($P < 0,05$) para a soja crua e tostada. Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE e FDN não foram afetados pelas dietas ($P > 0,05$). A digestibilidade dos CNF foi menor ($P < 0,05$) para a dieta contendo soja tostada e o valor de NDT diminuiu ($P < 0,05$) nos tratamentos com soja crua e tostada. A produção total de leite (PTL) e corrigida para 3,5% de gordura (LCG), sua eficiência e leite por quilograma de matéria seca (LKGMS) e/ou proteína bruta (LKGPB) não foram influenciados ($P > 0,05$). As dietas testadas podem ser usadas para vacas de alta produção juntamente com 50% de silagem de milho na MS em substituição ao farelo de soja. No experimento III, avaliou-se o efeito da soja em diferentes formas sobre a variação do pH e a amônia ruminal, a excreção de uréia na urina (EUU), a concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), o balanço de compostos nitrogenados (BN) e a síntese e eficiência microbiana. Houve efeito ($P < 0,05$) das dietas sobre o volume urinário (VU) e a excreção de uréia na urina (EUU). O menor VU ($P < 0,05$) foi observado com a dieta FSU. A EUU foi semelhante entre as dietas contendo SC e ST e diferiu ($P < 0,05$) do FS e FSU. As concentrações do NUP não diferiram ($P > 0,05$) entre as dietas, porém a secreção do NUL foi significativa ($P < 0,05$) e no tratamento com grãos de soja crus obteve-se a maior média. O balanço de compostos nitrogenados (BN) não foi afetado ($P > 0,05$) e também não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) na excreção total de derivados de purinas (PT) e, na síntese e eficiência microbiana ruminal, expressa em g de PB/kg de NDT consumido. Concluiu-se que as dietas usadas não afetaram o balanço de nitrogênio nem a produção microbiana,

porém a inclusão de grãos de soja crus aumentou os teores de nitrogênio do leite. No experimento IV, avaliou-se o efeito do ambiente térmico sobre as variáveis fisiológicas: frequência respiratória (FR), cardíaca (FC), temperatura retal (TR), taxa de sudação (TS) e variáveis produtivas: consumo de matéria seca (CMS), produção total de leite (PTL), proteína (P%) e gordura (G%). Foram verificadas diferenças significativas ($P < 0,05$) para todas as variáveis fisiológicas, exceto para a TS. Quando se analisou o consumo de MS, observou-se o menor valor ($P < 0,05$) no período 1 (P1) e a produção total de leite (PTL) e o percentual de gordura (G%) não foram influenciados ($P > 0,05$). O teor de proteína foi menor ($P < 0,05$) para o P1. Não houve efeito entre as dietas e as variáveis fisiológicas, porém a FR e FC diferiram ($P < 0,05$) nos horários de coletas. Concluiu-se que as variáveis fisiológicas não foram alteradas pelas dietas. Contudo, foram afetadas pelo ambiente térmico, resultando em redução do consumo de MS na época mais quente, porém não houve alteração na produção de leite. O teor de proteína foi influenciado pelos períodos experimentais.

ABSTRACT

CORRÊA, Angela Maria de Vasconcelos, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, July, 2007. **Use of different forms of soybeans in dairy cows feeding.** Adviser: Maria Ignez Leão. Co-advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Rogério de Paula Lana.

The research was carried out to evaluate the *in situ* ruminal degradation and the intestinal digestibility of raw and roasted soybeans and the effect of diets containing different forms of soybeans on the consumption, nutrient digestibility, production and milk composition, variation in pH and ruminal N-NH₃ concentration, urea excretion in urine, concentrations of ureic nitrogen compounds in milk and plasma, nitrogen compound balance, microbial production and thermal environment effect on physiological and productive variables. Twelve pure and crossbred Holstein cows were used in the experiments II, III and IV. The cows were grouped according to milk production and lactation days, used in three simultaneous 4x4 Latin squares and fed the following isoproteic diets: only soybean meal (SM- control diet), raw soybean (RS), roasted soybean (RTS) and soybean meal plus 5% urea (SMU), and total diet consisting of 50% of roughage. The experimental periods were 21 days, the first 14 days for adaptation to the diet and the last 7 for data collection. Experiment I, using the *in situ* nylon bag technique, evaluated the ruminal degradation kinetics of dry matter (DM) and crude protein (CP) at 2, 4, 8, 16, 24 and 48 hours and the intestinal digestibility of crude protein that is not degraded in the rumen by the three-step method. The following six treatments were applied: raw soybeans - T1; soybeans heat-treated at 125 °C for 3 min with and without *steeping* -T2 and T3; at 145 °C for 1 min with *steeping* -T4; at 115 °C for 4 min with *steeping* - T5; and at 110 °C for 5 min without *steeping* -T6. The roasted soybeans, independently of the temperature and roasting procedure (with and without *steeping*), showed lower means of DM and CP effective degradability (ED) than the control diet. Treatment four (T4) was the least degraded with 61.33% of DM effective degradability and 52.23% of CP. The intestinal digestibility of raw soybeans was higher and showed significant effect (P <0.05) when compared to roasted soybeans, except for the T5 - 115 °C for 4 min with *steeping*. T4

gave the lowest protein degradation, 67.72%, corresponding to 52.33% more PNDR than the control diet. Soybeans roasted at 145°C for 1 min and potentialized by the *steeping* process contributed to a lower CP ruminal degradability and higher PNDR_D escape. The experiment II evaluated the effect of different forms of soybeans on the consumptions and digestibilities of DM, OM, EE, CP, NDF, NFC, TDN consumption, milk production and composition and its economic viability. DM, NDF and NFC consumptions were not different ($P>0.05$) among the different diets. CP consumption was affected ($P<0.05$) by the diets and the highest EE means ($P<0.05$) were found for the treatments with raw and roasted soybeans, whereas TDN consumptions were lower ($P<0.05$) for the raw and toasted soybeans. The digestibility coefficients of DM, OM, CP, EE and NDF were not affected by the addition of different protein sources ($P>0.05$). NFC digestibility was lower ($P<0.05$) for the diet containing roasted soybeans and TND decreased ($P<0.05$) in the treatments with raw (RS) and roasted (RTS) soybeans. Total milk production (TMP) and production of 3.5% fat-corrected milk (FCM), milk efficiency per kilogram of dry matter (MKGDM) and/or crude protein (MKGCP) were not affected ($P>0.05$). The tested diets added with 50% of corn silage (DM basis) replacing soybean meal can be fed to high production cows without compromising milk production and composition. The experiment III evaluated the effect of different forms of soybeans on variation in pH and ruminal ammonia, urea excretion in urine (UEU), concentration of ureic nitrogen in milk (UNM) and in plasma (UNP), nitrogen compound balance (NB) and microbial synthesis and efficiency. There was effect ($P<0.05$) of the diets on urine volume (UV) and urea excretion in urine (UEU). The smallest UV ($P<0.05$) was found in the diet with SMU. UEU was similar among the diets containing RS and RTS and differed ($P<0.05$) from SM and SMU. The concentrations of UNP were not different ($P>0.05$) among the diets, whereas the secretion of UNM was significant ($P<0.05$) with the diet with raw soybeans showing the highest means. Nitrogen compound balance (NB) was not affected ($P>0.05$) and significant differences were neither found ($P>0.05$) in the excretion of total purine derivatives (PD) nor in the ruminal microbial synthesis and efficiency, which was expressed as g of CP/kg of consumed TDN for the different diets. It was concluded that the tested diets did not affect nitrogen balance nor microbial production, however the addition of raw soybeans increased

nitrogen levels in the milk. The experiment IV evaluated the thermal environment effect on the following physiological variables: respiratory frequency (RF), cardiac frequency (CF), rectal temperature (RT), sweat rate (SR); and the productive variables: dry matter consumption (DM), total milk production (TMP), protein (P%) and fat (F%). Significant differences were found ($P < 0.05$) for all the physiological variables, except for SR. When DM consumption was analyzed, the lowest value was found ($P < 0.05$) in the period 1 (P1) and total milk production (TMP) and fat percentage (F%) were not affected ($P > 0.05$). Protein content was lower ($P < 0.05$) for P1. There was no effect between the diets and the physiological variables, however RF and CF differed ($P < 0.05$) at collection times. It is therefore concluded that the physiological variables were not changed by the diets. They were nevertheless affected by the thermal environment, resulting in reduction of DM consumption in the hottest period, but without change in milk production. The protein content was affected by the experimental periods.

1. Introdução geral

Apesar de ser o quinto maior produtor de leite no ranking mundial, o Brasil ocupa a 106ª posição no que se refere à produção individual por vaca. O volume crescente de leite produzido não atende à demanda da indústria de laticínios, observando indícios de concentração de produção nos maiores e mais eficientes produtores, que utilizam intensivamente alternativas tecnológicas que possibilitam elevar a competitividade (Gomes, 2000).

O melhoramento genético progressivo objetivando aumentar a produção de leite exige uma racionalização no uso da proteína da dieta e o emprego de fontes protéicas de menor degradabilidade ruminal, visando incrementar o aporte de aminoácidos essenciais no intestino delgado. Conforme o NRC (2001) a meta atual na nutrição de ruminantes é adequar quantidades de proteína degradável no rúmen (PDR) para proporcionar maior eficiência ruminal e alcançar a produtividade animal que se deseja com menor quantidade de proteína bruta na dieta. A exigência de alimentos com quantidade mais elevada de PNDR digestível é maior para vacas em alta produção. Geralmente, o fornecimento de forragens de alta qualidade proporciona quantidades adequadas de PDR, sendo necessária suplementação com fontes de PNDR.

Na definição de um plano de alimentação para vacas leiteiras, é importante considerar além dos volumosos, os concentrados. Dentre os alimentos protéicos de origem vegetal, como fonte alternativa de proteína e energia, destaca-se a soja, considerada uma das sementes oleaginosas mais ricas e disponíveis no mundo, podendo ser usada na alimentação dos ruminantes na sua forma original (crua) ou devidamente processada, aumentando seu valor biológico, tornando-se de fácil digestão e com elevados teores de aminoácidos essenciais (Butolo, 2002).

A primeira referência da soja (*Glycine max Merill*) no Brasil data de 1882, relatando seu cultivo na Bahia. Em 1908, imigrantes japoneses introduziram-na em São Paulo; em 1914, foi introduzida no Rio Grande do Sul; e em 1949 foi realizada a primeira exportação de soja brasileira (Sediyama et al., 2005). Entretanto, a partir da década de 60 a cultura

passou a adquirir importância no País, inicialmente na região Sul e posteriormente rumo ao Cerrado, onde apresentou melhor adaptação, devido à semelhança com as regiões tradicionais de cultivo no mundo.

A produção mundial de soja na safra 2005/2006 foi estimada em 218 milhões de toneladas. O Brasil ocupa a segunda posição no “*ranking*” dos maiores produtores, contribuindo com cerca 53,41 milhões de toneladas, em uma área plantada de aproximadamente 22,22 milhões de hectares, com uma produtividade média de 2403 kg/ha (Agrianual, 2007).

O óleo é consumido principalmente no mercado interno e o farelo de soja é exportado na sua quase totalidade para os grandes consumidores mundiais, entre os quais, os países da União Européia, Japão e os da antiga União Soviética. Isto faz do Brasil o maior exportador mundial do farelo de soja. Devido ao seu alto conteúdo protéico e energético, a sua utilização pode se tornar economicamente viável aos produtores, como componentes de rações para animais de produção, sobretudo quando são adotados sistemas de confinamento.

Na tentativa de diminuir os danos causados pela elevada degradabilidade tem surgido vários métodos de processamento da soja integral, entre eles, a tostagem do grão, cuja finalidade é incrementar a densidade energética e a eficiência de utilização da proteína, reduzindo a degradabilidade no rúmen (Shaver, 1990).

Faldet e Satter (1991), estudando a degradabilidade ruminal da proteína de grãos de soja, verificaram valores de 65% a 70% de PDR para grãos de soja crua, 25% a 40% para grãos tostados com *steeping* e 42% a 64% de PDR para os grãos tostados sem *steeping*. O *steeping* tem favorecido a redução da degradabilidade da proteína (Hsu e Satter, 1995).

Dhiman et al. (1997), testando diferentes fontes de PNDR, verificaram que o grão de soja tostado a 146 °C, em tostadores comerciais, e mantidos em *steeping* por 30 minutos, proporcionou quantidades significativamente maiores de leite produzido em comparação com o grão fornecido cru.

Santos et al. (1998), em revisão de literatura sobre a utilização de suplementação protéica para vacas leiteiras, analisaram 108 trabalhos publicados e observaram que em 88 estudos, as substituições do farelo de soja por fontes de PNDR resultaram em maiores

produções de leite em somente 17% das 127 comparações realizadas. Santos (2000), mostraram em vários trabalhos que a utilização de proteína “*by pass*” reduziu a produção de leite em oito casos, aumentou em 18 e não promoveu mudanças em 71 das comparações. Nos estudos em que não foram observadas mudanças, a fonte de PNDR era principalmente farinha de peixe, rica em lisina e metionina, ou fontes de soja tratada quimicamente ou com tratamento térmico. A soja é rica em lisina, e deficiente em metionina. De acordo com os autores citados a substituição parcial ou total do farelo de soja por fontes ricas em PNDR não resulta em maiores produções de leite quando é considerado somente a degradabilidade ruminal, sem ajuste nos teores de lisina e metionina.

Carvalho e Mühlbach (2002) testaram o efeito da tostagem controlada do grão de soja sobre a produção de leite e níveis de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL), fornecendo o grão tostado e quebrado na quantidade de 3 kg/dia, em comparação com o fornecimento de mesma quantidade de grão de soja cru e, também, em comparação com farelo de soja ou um concentrado comercial como principais fontes protéicas na dieta. O grão de soja tostado resultou em menor degradabilidade da proteína no rúmen e diminuiu o teor de NUL. No entanto, o grau muito elevado da temperatura, tempos e procedimento do tratamento térmico podem levar à proteção demasiada da proteína (reação de Maillard), resultando em menor aproveitamento pelo animal. Existem alguns métodos laboratoriais como a degradabilidade ruminal *in vivo* e a liberação de amônia *in vitro* que permitem avaliar o efeito da proteção da proteína do grão de soja proporcionada pelo processo da tostagem. Com a digestão *in vitro*, utilizando-se as enzimas pepsina e pancreatina, torna-se possível estimar a digestibilidade abomasal e intestinal dos grãos de soja submetidos a diferentes tratamentos térmicos, tempo de tostagem e procedimentos (com e sem *steeping*). Há necessidade na literatura nacional de resultados de pesquisa que integrem os testes *in vitro* e *in situ* de digestão dos grãos de soja com as medidas de resposta produtiva do animal.

Baseado no NRC (1985, 1989) e no conceito geral a respeito dos benefícios esperados com a suplementação de fontes ricas em PNDR para vacas de alta produção, a inclusão de uréia na dieta dessas vacas tem sido descartada por muitos nutricionistas e produtores.

De acordo com Church (1993), os ruminantes possuem a capacidade única de subsistir e produzir sem o fornecimento de uma fonte de proteína verdadeira na dieta, devido a capacidade dos microrganismos ruminais em converter compostos nitrogenados não protéicos (NNP) em proteína microbiana de alto valor biológico. Vacas podem crescer, reproduzir e produzir leite, quando a dieta contém somente NNP como fonte de nitrogênio.

Santos et al. (1998), numa revisão que inclui 12 trabalhos e vinte e três comparações com o intuito de avaliar os efeitos da inclusão de uréia na dietas de vacas de alta produção em substituição parcial ou total de diversos suplementos protéicos, verificaram que a inclusão de uréia na dieta foi de 0,4 a 1,8% da matéria seca. O consumo da MS não foi afetado em 17, diminuiu em quatro e aumentou em duas comparações, enquanto a produção de leite permaneceu inalterada em 20 e diminuiu em três comparações devido a inclusão de uréia na dieta. O teor de proteína no leite não foi alterado em 17 comparações e em cinco, foi aumentada. A produção de leite média foi de 32,7 kg/dia para vacas que tiveram a inclusão de uréia nas dietas e de 33,0 kg/dia para vacas recebendo exclusivamente outras fontes suplementares de proteína verdadeira. A partir destes dados fica claro que existe a possibilidade de baixar o custo da dieta pelo uso da uréia, para rebanhos de alta produção. Isto ocorre quando se inclui nas dietas fontes ricas em PNDR havendo necessidade de se fazer ajuste na proporção de lisina e metionina, na proteína metabolizável, para valores aproximados de 6,66 e 2,22%, ao se formular rações pelo o NRC (Sloan, 2002) ou 6,82 e 2,19% ao se utilizar o CNCPS (Sloan et al.; 1999), respectivamente.

Pina (2004), utilizando quatro rações experimentais formuladas para conter, na base da matéria seca, 60% de silagem de milho e 40% de concentrado verificou que a dieta com farelo de soja mais 5% de uréia/sulfato de amônio na MS não afetou os consumos de MS, matéria orgânica (MO), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), porém o NDT foi menor quando comparado a dieta contendo o farelo de soja. A produção de leite corrigida ou não para 3,5% de gordura, o teor e a produção de gordura do leite, a eficiência de utilização da MS e do nitrogênio dietético para a produção de leite, o teor e a produção de proteína do leite não foram influenciados pela adição de uréia a dieta.

Oliveira et al. (2001), utilizando quatro dietas formuladas para conter, na base da matéria seca, 60% de silagem de milho e 40% de concentrado e níveis crescentes de uréia

(0; 0,7; 1,4; e 2,1%) com aproximadamente 14% de PB na MS total, observaram que os níveis crescentes de uréia na dieta resultaram em consumo reduzido de MS, MO, PB, carboidratos totais (CHOT) e NDT, e que a produção de leite corrigida ou não para 3,5% de gordura, as quantidades de gordura e proteína e os teores de proteína do leite diminuíram linearmente, enquanto os teores de gordura e a eficiência alimentar, expressa em kg de leite/kg MS ingerida, não foram influenciadas pelos níveis de uréia na dieta.

Também na nutrição protéica dos ruminantes é importante a estimativa acurada da síntese de proteína microbiana ruminal devido a sua contribuição em aminoácidos digestíveis para o animal. Existem vários métodos para estimar a quantidade de compostos nitrogenados microbianos, entre eles, a utilização de dietas purificadas, os indicadores ácido 2,6 diaminopimélico (DAPA), ácidos ribonucléicos (RNA) e os isótopos N^{15} , S^{35} e P^{32} (Broderick & Merchen, 1992). Como esses métodos são trabalhosos e requerem a utilização de animais fistulados no abomaso ou intestino delgado tem havido interesse crescente no desenvolvimento de técnicas não evasivas para estimar a produção de compostos nitrogenados (N) microbianos.

É possível segundo alguns estudos (Chen et al. 1995); Valadares et al., 1999; Rennó et al., 2000) estimar as excreções diárias de derivados de purina (DP) a partir de amostras *spot* de urina constituindo um método não-evasivo para estimar a produção microbiana ruminal em vacas de leite.

Um outro fator que vem sendo de interesse crescente são as respostas fisiológicas e produtivas dos animais e sua relação com o ambiente térmico. O estresse térmico causado principalmente por temperaturas acima da faixa de conforto térmico (-5 a 21 °C) para animais da raça Holandesa, são indicadores de mudanças na taxa metabólica, na temperatura corporal, frequência respiratória e cardíaca. A magnitude do estresse ambiental pode ser mensurada diretamente, através de alterações hormonais e/ou na circulação sanguínea, na frequência cardíaca e na temperatura corporal, bem como indiretamente, através das respostas dos animais em termos de produtividade (Stott, 1981; Yousef, 1985; Zanella, 1995).

De acordo com Baccari et al. (1990), variação entre 38,0 a 39,3 °C da temperatura retal é considerado normal para bovinos em ambientes quentes. Arrigala et al. (1962) citam

que a frequência respiratória considerada normal para bovinos é de 15 a 30 movimentos respiratórios por minuto. Além do mais, os bovinos, dependendo da raça e do nível de produção possuem uma zona térmica considerada ótima para seu desempenho (zona de conforto térmico). Nesta estreita faixa de temperatura ambiente, o custo fisiológico é mínimo, a retenção de energia da dieta é máxima, a temperatura corporal e o apetite são normais e a produção é máxima. Acima da temperatura crítica, o animal sofre estresse pelo calor. Nestes casos a temperatura corporal e a frequência respiratória aumentam, podendo chegar a hipertermia, associado à inibição do apetite e conseqüentemente, redução no consumo de alimentos, resultando na diminuição do desempenho animal (Baccari Jr., 1980).

McDowell et al. (1972) observaram que a redução no consumo seria, também, pela ação inibidora do calor sobre o centro do apetite, pelo aumento da frequência respiratória e pela redução na atividade do trato gastrointestinal, resultando em diminuição na taxa de passagem do alimento e acelerando a inibição do consumo pelo enchimento do rúmen. Quando o ruminante está em estresse por calor, ocorre redução na ingestão de todos os tipos de alimentos, principalmente os volumosos que sofrem maior restrição.

Já com relação ao comportamento do mercado consumidor dos produtos de origem animal este tem se mostrado cada vez mais exigente no que se refere ao preço e a qualidade dos produtos que adquire. Nesse sentido, as indústrias de laticínios já estão trabalhando com uma filosofia moderna pagando o leite por qualidade. Esta qualidade está relacionada à questão microbiológica ligada a higiene, contagem de células somáticas e à composição do leite em nutrientes. A gordura, a proteína e o extrato seco desengordurado são variáveis de maior importância econômica, servindo de critério para o pagamento do leite em muitos países (Durr et al., 2004). Essa evolução tem exigido do produtor a procura de alimentos alternativos que influenciam na composição do leite com preços compatíveis ao produto final, no intuito de produzir um lácteo com um menor número possível de erros ao longo de toda a cadeia produtiva.

Desse modo, o presente trabalho foi realizado a partir de dois experimentos divididos em quatro capítulos objetivando:

- Determinar a cinética da degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta e avaliar a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen utilizando a técnica das três etapas dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimentos de tostagem.

- Avaliar o efeito das dietas contendo soja em diferentes formas sobre os consumos e digestibilidade de nutrientes, produção e composição do leite, além de sua viabilidade econômica.

- Determinar a influência das dietas contendo soja em diferentes formas sobre os parâmetros ruminais (pH e NH_3), a excreção de uréia na urina, concentração de compostos nitrogenados uréicos no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a produção microbiana.

- Avaliar o efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas em lactação alimentadas com soja em diferentes formas em sistema de confinamento *free stall* nas épocas do outono e inverno.

1.1 Literatura citada

- AGRIANUAL, 2006: Anuário da Agricultura Brasileira São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p.462-485, 2007.
- ARRIGALA, G. G.; HENNING, W. L.; MILLER, R.C. The effect of environmental temperature and relative humidity on the acclimation of cattle to the tropics. **Journal of Animal Science**, v.11, n.1, p.50-60, 1962.
- BACCARI, Jr., F. A temperatura corporal dos bovinos. **Revista do Gado Holandês**, n. 152, p.15-19, 1990.
- BACCARI, Jr., F. Stress climático e produção animal. **Revista do Gado Holandês**, n.91, p.66, 1980.
- BRODERICK, G.A., MERCHEN, N.R. Markers for quantifying microbial protein synthesis in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2618-2632, 1992.
- BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas: Oesp Gráfica S/A, 2002.
- CARVALHO, N. M. de; MÜHLBACH, P.R.F.. Desempenho de vacas em lactação, recebendo grãos de soja crus ou tostados, na composição da dieta. **Anais da 39ª Reunião Anual da SBZ**, CD-Rom, 5p., 2002.
- CHEN, X.B.; A.T. MEJIA, A. J. KYLE et al. Evaluation of the use of purine derivative:creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: Studies in sheep. **Journal of Agricultural Science**, v.125, p.137-143, 1995.
- CHURCH, D.C. **El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1993. 641p.
- DHIMAN, T.R.; KOREVAAR, A.C.; SATTER, L.D. Particle Size of roasted soybeans and effect on milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 8, p. 1722-1727, 1997.
- DURR, J.W. ; CARVALHO, M.P. ; SANTOS, M.V. O Compromisso com a qualidade do leite no Brasil. Passo Fundo, 2004. 331p.
- FALDET, M.A; SATTER, L.D. Feeding heat-treated full soybeans to cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n.9, p.3047-3054, 1991.

- GOMES, S.T. [http://www.parmalat.com.br/comunicação/arq/ECONOMIA\(1\).pdf](http://www.parmalat.com.br/comunicação/arq/ECONOMIA(1).pdf), 2000.
- HSU, J.T.; SATTER, L.D. Procedures for measuring the quality of heat-treated soybeans. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n.6, p. 1353-1361, 1995.
- McDOWELL, R.E. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: freeman, p. 711, 1972.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7a. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 408p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant nitrogen usage**. Washington: National Academy Press, 1985. 138p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. (6th. Ed). National Academy Press. – Washington, D.C. 1989.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas da excreção de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.5, p. 1621-1629, 2001.
- PINA, D.S. **Diferentes fontes protéicas para vacas em lactação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 124p (Dissertação de mestrado).
- SANTOS, F. A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B. et al. Effectus of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12 – Year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.12, p.3182-3213, 1998.
- SANTOS, F.A.P.; JUCHEN, S.O. Nutrição de vacas de alta produção de leite. **Simpósio internacional sobre produção de bovinos leiteiros**. Paraná, 2000.
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R de C.; REIS, M. S. Melhoramento da Soja. In: BORÉM, A. (ed.). **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 553-604.
- SHAVER, R. D. Proteínas de soya para vacas en lactación. **Alimentos balanceados para animales**. Jul/ago, p14-17.1990.
- SLOAN, B.K.; GARTHWAITE, B.D.; SCHWAB, G.S. Fine-tuning sub-model may optimize production. **Feedstuffs**, v.71, p.11-15, Aug. 1999.
- SLOAN, B. Practical formulation of dairy rations,

<https://www.adisseonorthamerica.com/smartamineneguide/Practical%20Formulatin%20of%20Diary%20Rations.asp#14>. 2002. (18.nov.2003).

STOTT, G.H. What is animal stress and how is it measured? **Journal of Animal Science**, v.52, n.1. p.150-153, 1981.

YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**, v.2. – Ungulates. Flórida: Boca Raton, 1985, 171p.

ZANELLA, A. J. Indicadores fisiológicos e comportamentais do bem estar animal. **A Hora Veterinária**, N.83, p.48-50, 1995

Degradabilidade Ruminal *In Situ* e Digestibilidade Intestinal dos Grãos de Soja Crus e Tostados Usando o Método das Três Etapas

RESUMO: Objetivou-se no presente estudo verificar a cinética da degradação ruminal por intermédio da técnica dos sacos de náilon, da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) e a digestibilidade intestinal da proteína bruta não degradada no rúmen (PNDR) pelo método das três etapas dos grãos de soja crus e tostados. Foram usados os seguintes tratamentos: soja crua - dieta controle (T1); soja tostada a 125 °C durante três minutos sem *steeping* (T2); a 125 °C durante três minutos com *steeping* (T3); a 145 °C durante um minuto (T4); a 115 °C durante quatro minutos (T5), ambos com *steeping*; e a 115 °C durante cinco minutos sem *steeping* (T6). Para determinar a degradação ruminal *in situ* foram pesadas aproximadamente cinco gramas de matéria natural em sacos de náilon medindo 10x20cm (60micras) proporcionando uma relação de 12,5mg/cm², incubados nos tempos de 2, 4, 8, 16, 24 e 48 horas no rúmen de três vacas da raça Holandesa alimentadas com 60:40 (volumoso:concentrado). Para obtenção do tempo zero foi efetuado o mesmo procedimento, excetuando a incubação ruminal. Após a retirada do rúmen, os resíduos de cada tratamento formaram uma amostra composta da qual se determinou a percentagem da MS e PB. Para a digestibilidade intestinal foi realizada a incubação *in situ* por 16 horas em sacos de náilon no rúmen de uma vaca da raça Holandesa. Em seguida, um resíduo de 15 mg de nitrogênio de cada tratamento foi incubado, inicialmente em solução de pepsina seguido pela digestão em pancreatina. Os valores para a degradabilidade efetiva (DE) da MS a uma taxa de passagem de 5%/hora foram de 71,94% (T1); 67,32% (T2); 66,76% (T3); 61,33% (T4); 68,78% (T5) e 68,40 % (T6) e da PB de 68,56% (T1); 59,96 % (T2); 60,56% (T3); 52,23% (T4); 64,77% (T5) e 64,12% (T6). Os resultados encontrados para a PNDR após 16 horas de incubação foram de 32,12; 58,38; 60,20; 67,72; 57,77 e 55,68% e da digestibilidade intestinal da PNDR de 86,02; 74,14; 73,21; 77,28; 85,96 e 78,00% para os tratamentos T1; T2; T3; T4; T5 e T6, respectivamente. O tratamento (T4) foi o que apresentou menor degradação numérica da MS e PB. A digestibilidade intestinal *in vitro* dos grãos crus foi superior e apresentou efeito significativo quando comparados aos grãos tostados, exceto para a soja tostada a 115 °C durante quatro minutos com *steeping*. Com o tratamento (T4) obteve-se a menor degradação protéica de 67,72%, de PNDR o que corresponde a 52,33% a

mais, quando comparado à dieta controle.

Palavras-chave: degradabilidade efetiva, digestão enzimática, proteína não degradada no rúmen, pepsina-pancreatina.

***In Situ* Ruminal Degradability and Intestinal Digestibility of Raw and Roasted Soybeans Using the Three-Step Method**

ABSTRACT: The objective of the present study was to evaluate, using the nylon bag technique, the dry matter (DM), crude protein (CP), the ruminal degradation kinetics and the intestinal digestibility of crude protein that is not degraded in the rumen (PNDR) by the three-step method of raw and heat-treated soybeans. The following treatments were used: raw soybeans - T1; soybeans heat-treated at 125 °C for 3 min with and without steeping -T2 and T3; at 145 °C for 1 min with steeping -T4; at 115 °C for 4 min with steeping - T5; and at 110 °C for 5 min without steeping -T6. To determine the *in situ* ruminal degradation approximately 5 g of natural matter were weighed in 10x20cm nylon bags (60micra) providing a 12.5mg/cm² ratio, incubated for 2, 4, 8, 16, 24 and 48 hours in the rumen of three Holstein cows fed 60:40 roughage:concentrate. The same procedure was carried out, excepting the ruminal incubation, to obtain time zero. Following the removal from the rumen, the residues of each treatment formed a composed sample from which the percentages of DM and CP were determined. For intestinal digestibility, the *in situ* incubation was performed for 16 hours in nylon bags within the rumen of a Holstein cow. Afterward, a 15-mg nitrogen residue of each treatment was incubated, first, in pepsin solution and then digested in pancreatin. The results for effective degradability (ED) of DM at passage rate of 5%/hour were 71.94% (T1); 67.32% (T2); 66.76% (T3); 61.33% (T4); 68.78% (T5) and 68.40% (T6), for CP were 68.56% (T1); 59.96% (T2); 60.56% (T3); 52.23% (T4); 64.77% (T5) and 64.12% (T6). The results found for PNDR after 16 hours of incubation were 32.12; 58.38; 60.20; 67.72; 57.77 and 55.68%, and for intestinal digestibility of PNDR 86.02; 74.14; 73.21; 77.28; 85.96 and 78% for treatments T1; T2; T3; T4; T5 and T6 respectively. The treatment 4 gave the smallest numerical DM and CP degradation. The *in vitro* intestinal digestibility of raw grains was higher and significantly different from the roasted grains, except for the soybeans heated at 115 °C for 4 min with steeping. Treatment 4 showed the lowest protein degradation, 67.72% of PNDR, which corresponds to 52.33% more PNDR_D than the control diet.

Keywords: effective degradability, enzymatic digestion, protein that is not degraded in the rumen, pepsin - pancreatin.

2.1 Introdução

As proteínas destacam-se, entre outros nutrientes, pela amplitude de funções que desempenham no organismo animal. Os alimentos utilizados na elaboração de dietas para vacas leiteiras se comportam de maneira diferente no que se refere aos aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado, cujo suprimento vai atender as exigências de manutenção, produção, reprodução e lactação (NRC, 2001).

A intensidade da degradação ruminal da proteína bruta de um alimento, de acordo com Orskov (1988), pode ser considerada um indicador importante na avaliação da qualidade da proteína. A quantidade efetivamente digerida no rúmen influi diretamente sobre a disponibilidade de nitrogênio para o crescimento dos microrganismos do rúmen e na quantidade de proteína que chega aos intestinos para digestão e absorção. Portanto para atingir elevados níveis de produção e satisfazer os altos requerimentos de proteína bruta, deve-se melhorar a síntese microbiana e aumentar as fontes protéicas não degradadas no rúmen.

Entre as diferentes fontes protéicas que compõem a dieta dos ruminantes, destaca-se a soja integral e os seus subprodutos, derivados do beneficiamento, considerados como os principais fornecedores de proteína nas rações dos animais domésticos. O uso dos grãos de soja cru, apesar de conter elevado teor de proteína e energia, não é recomendado devido a sua alta taxa de degradação no rúmen. Contudo, o tratamento térmico pode incrementar a eficiência de utilização da proteína, reduzindo sua degradabilidade (Shaver, 1999).

Para uma maior eficiência da utilização dos alimentos protéicos na formulação de dietas dos ruminantes seria viável o conhecimento prévio da digestibilidade intestinal da fração não degradada no rúmen. A determinação da degradabilidade ruminal da proteína, sem o conhecimento da digestibilidade intestinal da fração que escapa à degradação ruminal, parece não ser adequada (Valadares Filho, 1995).

A proteína da soja crua e tostada possui diferentes taxas de degradação e através da técnica do saco de náilon torna-se possível estimar suas frações protéicas. Estudos sobre a

digestibilidade do grão de soja crus e tostados no Brasil ainda são escassos e o interesse na alimentação de vacas leiteiras vem sendo crescente devido a seu alto teor de proteína e de custo mais baixo em substituição ao farelo de soja. Várias técnicas são propostas para estimar a digestibilidade da proteína no intestino delgado, que se baseia no desaparecimento da proteína do intestino, utilizando animais fistulados no duodeno e íleo terminal, porém é um método caro e laborioso. Uma outra técnica é o procedimento de três etapas desenvolvido por Calsamiglia e Stern (1995) para estimar a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen cujos resultados demonstram alta correlação com as estimativas *in vivo*.

Neste contexto, o objetivo do estudo foi conhecer a cinética do processo de degradação ruminal da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) e avaliar a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimentos (com e sem *steeping*), utilizando a técnica das três etapas.

2. 2 Material e Métodos

Os grãos de soja foram tostados no Setor de Caprinocultura no protótipo desenvolvido pelo Departamento de Zootecnia, com auxílio técnico do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa- UFV, Viçosa – MG.

O equipamento foi constituído de tambor giratório ligado a um motor com suporte para colocação de um termômetro para medir a temperatura do ar no interior do mesmo (Figura 1). A tostagem dos grãos constou da colocação de 20 kg por vez de soja crua no interior do tambor previamente aquecido. Para o procedimento do *steeping* foi usado um depósito de alumínio com dupla camada, cuja finalidade é conferir aos grãos uma distribuição de calor mais uniforme possível. Após, os grãos foram esparramados sobre a superfície de uma secadora para resfriamento (Figuras 2 e 3).



Figura 1-Equipamento utilizado para a tostagem dos grãos de soja



Figura 2 – Utensílio de alumínio usado no *steeping*



Figura 3 – Secadora utilizada após o procedimento do *steeping* para os grãos tostados

Os tratamentos constituíram-se de grãos de soja crus - controle (T1); tostados a 125°C durante três minutos sem *steeping* (T2); tostados 125 °C durante três minutos com *steeping* (T3); tostados a 145°C durante um minuto com *steeping* (T4); tostados 115°C durante quatro minutos com *steeping* (T5) e tostados a 110 °C durante cinco minutos sem *steeping* (T6). Os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos alimentos usados neste estudo foram determinados conforme Silva e Queiroz (2002) e podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) dos grãos de soja crus e tratados com diferentes temperaturas e procedimentos de tostagem

Alimentos	Steeping	MS (%)	PB (%)
Grãos de soja cru	-	90,64	40,90
Tostado (125 ⁰ C /3 minutos)	Não	90,84	39,49
Tostado (125 ⁰ C/ 3 minutos)	Sim	90,67	39,56
Tostado (145 ⁰ C/ 1 minuto)	Sim	90,38	39,73
Tostado (115 ⁰ C/ 4 minutos)	Sim	90,13	39,02
Tostado (110 ⁰ C/ 5 minutos)	Não	90,92	39,34

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal e na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão – Gado de Leite do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa-UFV.

Para incubação dos grãos de soja crus e tostados foram usadas três vacas da raça Holandesa providas de cânula ruminal, pesando aproximadamente 580 kg de peso vivo alimentadas com 60:40 (volumoso:concentrado).

Para avaliar a degradabilidade *in situ* usou-se a técnica do saco de náilon (Orskov e McDonald, 1979). As amostras dos grãos de soja crus e tostados foram processadas em moinho equipado com peneira de 2 mm (Nocek, 1998). Foram pesadas aproximadamente cinco gramas de matéria natural em sacos de náilon medindo 10 cm de largura por 20 cm de comprimento e porosidade média de 60 micrômetros, numa relação de 12,5mg/cm², que foram incubados nos seguintes tempos: 0, 2, 4, 8, 16, 24 e 48 h (NRC, 2001). Cada animal recebeu três saquinhos de náilon por tratamento, totalizando 18 sacos (6 tratamentos x 3 repetições). Foi estabelecida a seguinte rotina: às nove horas, no início da incubação, foram colocados em cada animal 4 sacos maiores de filó, cada um com 9 sacos, sendo incubados 2 tempos por vez (2 e 16; 8 e 48 e 4 e 24 h) e retirados do rúmen no final do período de fermentação. Para obtenção do tempo zero, foi efetuado o mesmo procedimento, excetuando-se a incubação ruminal. Após a fermentação, os sacos foram retirados do rúmen e deixados em repouso em água com gelo por 30 minutos para cessar a atividade microbiana. Em seguida lavados manualmente em água corrente e colocados em estufa a 65°C por 72 horas para análises de matéria seca (MS) e proteína bruta

(PB).

A degradação ruminal da MS e PB, em cada tempo, foi realizada da seguinte maneira: Desaparecimento da MS ou PB = [(g de MS ou PB incubada – g de MS ou PB residual, após a incubação ruminal)/g de MS ou PB incubada]* 100. Para as estimativas dos parâmetros da degradação ruminal da MS e PB foram utilizados os dados de desaparecimento obtidos após incubação nos diferentes tempos. Os dados de degradações parciais foram ajustados ao modelo descrito por Orskov e McDdonald, (1979) onde: $DE = a + b(1 - \exp(-kd \cdot t))$, em que “a” é a fração solúvel em água; “b”, a fração insolúvel potencialmente degradável; “kd”, a taxa fracional de degradação da fração “b”; e “t”, tempo de incubação. A degradabilidade efetiva (DE) de cada alimento foi calculada pela formula; $DE = a + b [kd / (kd + kp)]$, em que “kp” é a taxa de passagem.

Para a determinação da digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen foi usada a técnica descrita por Calsamiglia e Stern (1995) que consta de três etapas como se segue:

a) Degradabilidade *in situ* dos alimentos (incubação ruminal): As amostras de soja crua e tostada foram moídas em peneiras de 2 mm. Aproximadamente cinco gramas da matéria natural foram pesadas em sacos de náilon medindo 10 cm de largura por 20 cm de comprimento e porosidade média de 60 micrômetros (25 mg/cm^2) com dez repetições por tratamento, incubados por 16 horas no rúmen de uma vaca da raça Holandesa provida de cânula ruminal, e alimentada com uma dieta de 60:40 (forragem:concentrado) para determinar a proteína não degradada no rúmen (PNDR). Após incubação, os sacos foram retirados do rúmen e deixados em repouso em água com gelo por 30 minutos para diminuir a atividade microbiana, lavados manualmente em água corrente e secos em estufa a 65°C por 72 horas. Os resíduos de cada tratamento foram pesados formando uma amostra composta e os desaparecimentos da matéria seca e compostos nitrogenados da soja crua e tostada foram calculados como perda de MS e N do conteúdo dos sacos (gramas perdidas/gramas incubadas) da qual se determinou o nitrogênio (N) pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1980).

b) Digestão com pepsina: Após a incubação, uma quantidade de 15 mg de N de cada resíduo foi pesada e colocada em tubos de centrifugação de 100mL, e adicionando-se a cada um deles, 10 mL de solução de HCl a 0,1N e pH 1,9 contendo 1g/L de pepsina (Sigma P-7012).

Posteriormente, foram agitados e incubados a 38 °C por 1 hora, em banho- maria com circulação de água.

c) Digestão com pancreatina: Após a digestão com pepsina, foram adicionados a cada tubo 0,5 mL de solução de NaOH a 1 N e 13,5 mL de solução tampão KH_2PO_4 , a 0,5 M e pH 7,8 contendo 50 ppm de timol e 3 g/L de pancreatina (Sigma P-7545). Os tubos foram agitados e incubados por 24 horas a 38°C em banho-maria com circulação de água sendo agitados a cada 8 horas. Após a incubação, adicionou-se 3mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 100% (p/v) para interromper a atividade enzimática e precipitar as proteínas. Após repouso por 15 minutos, as amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm por 15 minutos e o sobrenadante analisado para N pelo método Kjeldahl. A digestibilidade foi calculada como N solúvel em TCA dividido pela quantidade de N do resíduo (saco de náilon) incubado *in vitro*.

A proteína não degradada no rúmen digestível no intestino (PNDR_D) foi calculada a partir dos percentuais da digestão intestinal da proteína não degradada no rúmen (PNDR).

A degradabilidade da MS e PB foi calculada pelo modelo de crescimento assintótico de primeira ordem, reparametrizado por Orskov e McDonald (1979), descrito pela função:

$$Y = a + b \cdot (1 - e^{-kd \cdot t}) \text{ onde,}$$

Y = desaparecimento de cada nutriente;

a = fração solúvel;

b = fração insolúvel, mas potencialmente degradável;

kd = taxa de degradação de b;

t = tempo

a+b = potencial de degradabilidade.

A degradabilidade efetiva (DE) da PB e MS foi calculada, utilizando um k_p de 5%/h. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. O modelo de crescimento assintótico foi ajustado por intermédio do procedimento iterativo de Gauss-Newton. Para comparação entre as médias de degradabilidade da matéria seca (DMS), proteína não degradada no rúmen (PNDR), digestibilidade da proteína não degradada no rúmen (DPNDR), proteína não degradada no rúmen digestível, no intestino (PNDR_D) e proteína degradada no rúmen (PDR) foram utilizados o teste de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SAS (1999) a 5% de probabilidade.

2.3 Resultados e Discussão

As médias estimadas para a fração solúvel, potencialmente degradável, taxa de degradação e degradabilidade efetiva da matéria seca e da proteína bruta dos alimentos são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 - Frações solúveis (a), potencialmente degradável (b), taxa de degradação (kd), degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), dos grãos de soja crus e tostados com diferentes tratamentos térmicos e procedimentos de tostagem (com e sem *steeping*)

Tratamentos ¹						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	Matéria seca					
a (%)	20,90	25,03	21,13	19,87	26,32	21,89
b (%)	73,67	74,97	72,07	80,13	73,68	78,11
kd (%/h)	11,28	6,47	8,63	5,36	6,80	7,36
R ²	84,83	92,35	90,57	94,30	93,65	93,41
DE	71,94	67,32	66,76	61,33	68,78	68,40
	Proteína bruta					
a (%)	21,28	18,04	17,40	14,16	21,08	17,70
b (%)	78,72	80,66	78,95	81,04	78,92	82,30
kd (%/h)	7,52	5,41	6,03	4,43	6,20	6,47
R ²	93,49	91,34	91,14	93,42	92,24	94,52
DE	68,56	59,96	60,56	52,23	64,77	64,12

¹ Grãos de soja cru (dieta controle-T1); tostado a 125°C durante três minutos sem *steeping* (T2); a 125°C durante três minutos com *steeping* (T3); a 145°C durante um minuto com *steeping* (T4); a 115°C durante quatro minutos com *steeping* (T5) e a 110°C durante cinco minutos sem *steeping* (T6).

Analisando os dados de MS, observa-se que o T4 apresentou o menor valor numérico da fração solúvel “a” de 19,87% e a percentagem maior de fração potencialmente degradável “b” (80,13%). A soja crua diferentemente dos demais tratamentos em qualquer dos tempos estudados, apresentou uma taxa de degradação numericamente maior da MS de 11,28%/h. Os resultados encontrados indicam que ao tostar a soja por 1 minuto a 145°C e utilizar *steeping*, consegue-se reduzir a degradabilidade ruminal da MS. Estes resultados são coerentes com os descritos por Brisola et al. (1999) que trabalharam com grãos de soja e encontraram valores da fração “a” de 23,89%, “b” de 70,15% e taxa de digestão 0,22%/h, para o grão de soja extrusado.

Os grãos de soja, independente da temperatura e procedimento da tostagem,

apresentaram valores numericamente menores de DE da MS, sendo que o tratamento 4 exibiu uma fração degradável menor (61,33%), ou seja, foi menos degradada no rúmen. Os tratamentos (T3, T4 e T5) com *steeping* e valores de 66,76; 61,33; 68,78%, e sem *steeping* (T2 e T6) de 67,32 e 68,40%, respectivamente, apresentaram resultados próximos entre si. Já a soja crua (controle) foi numericamente a mais degradada no rúmen (71,94%).

Comparando os parâmetros da degradação da PB da soja crua com a tratada em diferentes temperaturas e procedimentos de tostagem, verifica-se que os grãos tostados, independente do tratamento, apresentaram numericamente fração solúvel “a” e taxa de degradação menores. Conseqüentemente, a fração potencialmente degradável “b” foi maior para os grãos crus, comprovando a eficiência do tratamento térmico em reduzir a proteína degradada no rúmen (PDR), possibilitando que maior quantidade de aminoácidos possa ser absorvida no intestino delgado (PNDR). Resultados similares foram obtidos por Nakamura (1992), Frosi (2001) e Carvalho (2001) em seus estudos com soja tostada. Os tratamentos T3, T4, T5 e os tratamentos T2 e T6 com e sem *steeping*, respectivamente, apresentaram características de degradação semelhantes cujas frações “b” foram de 78,95; 81,04; e 78,92 % e de 80,66 e 82,30%, respectivamente. O tratamento 4 mostrou comportamento análogo ao da MS. A soja tostada a 145° C durante 1 minuto com *steeping* exibiu a menor percentagem numérica da PDR. Isto sugere que o uso do calor pode inativar os fatores antinutricionais dos grãos de soja, conferindo uma maior resistência da degradação ruminal. A proteína da soja crua foi que apresentou a mais elevada taxa de degradação (7,52%/h), um valor superior da fração “a” (21,28%) e inferior de “b” (78,72%), indicando que a proteína presente no grão de soja cru é altamente degradada no rúmen. Os grãos de soja crus apresentou valor numérico maior de DE da PB, de 68,56% ao serem comparados com os demais tratamentos. Segundo Plegge, et al. (1985) e Hadjipanayiotou (1995), este comportamento dos grãos de soja crus pode ocasionar alguns inconvenientes tais como uma maior presença de gordura insaturada e de fatores antinutricionais, levando a uma maior taxa de degradação da proteína, o que está de acordo com o resultado encontrado neste estudo.

Este comportamento da degradabilidade da MS e PB da soja crua e tostada com diversos procedimentos de tostagem em função dos diferentes tempos de incubação pode ser visto nas Figuras 4 e 5

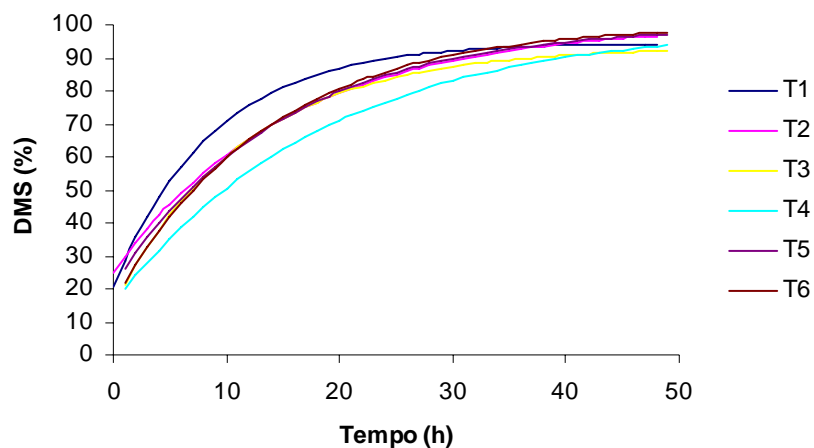


Figura 4- Degradabilidade da matéria seca (DMS) nos diferentes tratamentos e tempos de incubação. Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125^oC durante três minutos sem *steeping* (T2); a 125^oC durante três minutos com *steeping* (T3); a 145^oC durante um minuto com *steeping* (T4); a 115^oC durante quatro minutos com *steeping* (T5) e a 110^oC durante cinco minutos sem *steeping* (T6).

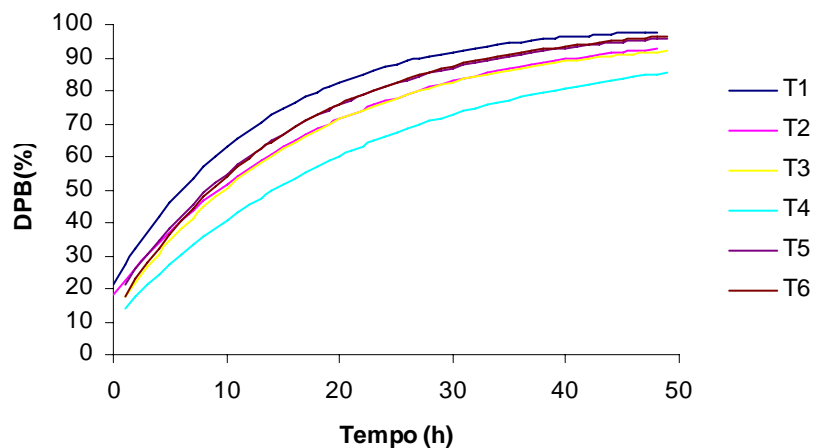


Figura 5 - Degradabilidade da proteína bruta (DPB) nos diferentes tratamentos e tempos de incubação. Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125^oC durante três minutos sem *steeping* (T2); a 125^oC durante três minutos com *steeping* (T3); a 145^oC durante um minuto com *steeping* (T4); a 115^oC durante quatro minutos com *steeping* (T5) e a 110^oC durante cinco minutos sem *steeping* (T6).

Na Figura 6 são apresentadas às médias dos valores da proteína bruta não degradada no rúmen (PNDR) expresso como percentagem de proteína bruta total incubada, dos grãos de soja crus e tostados em função dos diferentes tratamentos.

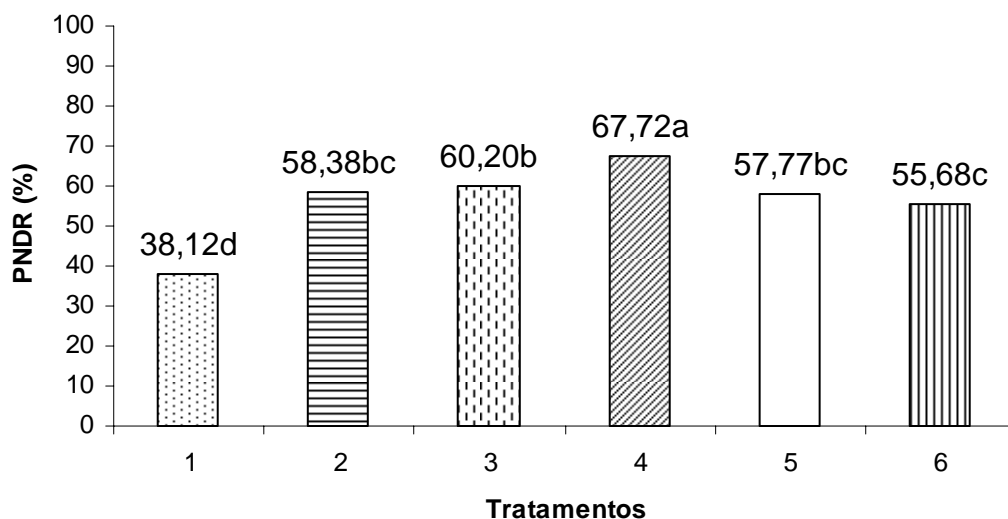


Figura 6- Teores da proteína não degradada no rúmen (PNDR) após incubação *in situ* de 16 horas. Tratamentos: Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125^oC durante três minutos sem *steeping* (T2); a 125^oC durante três minutos com *steeping* (T3); a 145^oC durante um minuto com *steeping* (T4); a 115^oC durante quatro minutos com *steeping* (T5); e a 110^oC durante cinco minutos sem *steeping* (T6). Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados mostram que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os efeitos causados pelos diferentes tratamentos térmicos nas concentrações de proteína bruta não degradada para os grãos de soja após um período de incubação de 16 horas. Todos os cinco tratamentos representados por diferentes níveis de temperatura e tempo de tostagem, independente de terem sido ou não submetidos ao processo de *steeping* diferiram, estatisticamente do grão de soja cru ($P < 0,05$). No T4 percebe-se que a soja tostada a 145^oC, durante 1 minuto com *steeping*, aumentou ($P < 0,05$) os teores de PNDR (67,72%), quando

comparada com a soja crua (38,12%). Faldet et al. (1992) em seus estudos relataram valores de 24,8% e Cabral (2001) de 18,83%, ambos para a soja crua. Embora tenham apresentado a maior PNDR ($P < 0,05$) em relação à soja não tostada e ao T6, a tostagem a 125°C com *steeping* (T3), não diferiu da tostagem a 125°C sem *steeping* (T2) e da tostagem a 115°C com *steeping* (T5). A soja tostada a 145°C durante 1 minuto com *steeping* (T4) apresentou o maior valor de PNDR ($P < 0,05$), de 67,72%, em relação aos demais tratamentos. Faldet et al. (1992), ao estudarem o tempo adequado de pós-tostagem do grão de soja tostado a 420°C e submetido ao *steeping* de até 3 horas, usando a técnica *in situ* com o período de incubação de 16 horas, obtiveram valores de PNDR de 48,7 e 54,7% para soja tostada sem e com *steeping* aos 30 minutos, respectivamente, mostrando que houve efeitos significativos na diminuição das velocidades de degradação protéica causadas pela tostagem e *steeping*. Já Stern e Satter (1984), usando sacos de dacron para comparar estimativas de degradação ruminal da proteína *in vivo*, avaliando dietas mistas com diferentes fontes protéicas e tempos de incubação, encontraram valores de PNDR, na incubação ruminal durante 17 horas, de 22,9; 51,5; e 53,1% para os grãos de soja crua, extrusados a 132°C e a 149°C, respectivamente. Embora tenham utilizado processamento diferente (extrusão) tipo de animal (macho castrado x vaca Holandesa) e dietas basais diferentes, os autores mostraram que a proteína dos grãos de soja crus foi mais sensível à degradação ruminal do que a proteína do grão submetido ao tratamento térmico sendo a soja extrusada a 149°C a que mais proporcionou PNDR. No entanto, Carvalho (2001), utilizando a mesma técnica do presente estudo, para comparar a degradabilidade da proteína da soja crua e tostada a diferentes tempos e temperaturas, encontrou resultados de 15,45; 33,07; 34,43 e 40,72% para a soja crua, tostada a 390°C com e sem *steeping* e a 490°C com *steeping*, inferiores aos desta pesquisa, mas também concluiu que a tostagem dos grãos de soja aumentou a PNDR.

Na Figura 7 são apresentados os valores médios da digestão intestinal da PNDR do grão de soja, após 16 horas de incubação ruminal, em função dos diferentes tratamentos térmicos e procedimentos com e sem *steeping*.

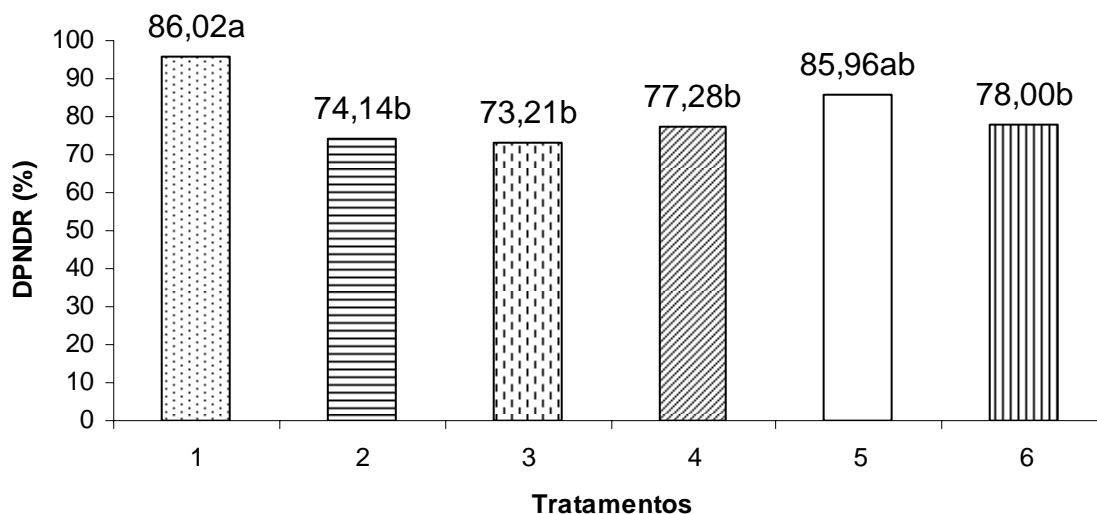


Figura 7 –Digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen (DPNDR). Tratamentos: Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125^oC durante três minutos sem *steeping* (T2); a 125^oC durante três minutos com *steeping* (T3); a 145^oC durante um minuto com *steeping* (T4); a 115^oC durante quatro minutos com *steeping* (T5) e a 110^oC durante cinco minutos sem *steeping* (T6). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A digestibilidade intestinal da PNDR da soja crua apresentou valor de 86,02%, diferindo ($P < 0,05$) dos demais tratamentos, com exceção do valor de 85,96% obtido para a soja tostada a 115^oC, durante quatro minutos com *steeping* (T5). Entretanto, os tratamentos com *steeping* (T3 e T4) independente do tempo e temperatura de tostagem apresentaram digestibilidade intestinal da PNDR de 73,21 e 77,28%, respectivamente não diferiram entre si ($P > 0,05$) e dos sem *steeping* (T2) de 74,14% e (T6) de 78,00. O tratamento (T4), embora tenha obtido menor ($P < 0,05$) digestibilidade intestinal de 77,28%, ao ser comparado com a soja crua (dieta controle) de 86,02%, apresentou menor degradabilidade ruminal da proteína de 32,27% (Figura 6).

Carvalho (2001) usando a técnica de Calsamiglia e Stern (1995), trabalhando com grãos de soja crus e tostados nas temperaturas de 380 e 490^oC, com ou sem *steeping*, não observou diferenças significativas entre os tratamentos, encontrando 86,30% de digestibilidade para os grãos de soja cru. Frosi (1998), ao comparar os grãos de soja crus e tostados à temperatura de 350^oC durante 4 e 7 minutos, usando a mesma metodologia deste estudo, relatou valor de

83,43% para a soja crua, embora tenha utilizado equipamento e processo de tostagem diferentes. Ambas as médias encontradas pelos autores são semelhantes ao deste estudo de semelhantes ao deste estudo de 86,02% para a soja crua. Entretanto, Carvalho (2001) encontrou valores de 82,47 e 88,80%, para os grãos submetidos ao tratamento térmico; Frosi (1998), de 86,86 e 82,58% para o grão tostado a 4 e 7 minutos, respectivamente. Deve-se ressaltar que estes autores utilizaram tempos mais prolongados de exposição ao calor para os grãos de soja, enquanto a tostagem neste trabalho foi em menor tempo e temperatura mais branda. Orias et al. (2002), comparando grãos de soja crus e extrusados a 116-138 °C com *steeping*, na dieta de novilhos, encontraram diferença no fluxo dos aminoácidos metionina e glicina, para o intestino delgado, concluindo que a extrusão da soja não foi suficiente para maximizar a digestão pós-ruminal. Valadares Filho et. al. (2006), relataram valores de 52,87% para os grãos crus e tostados e o NRC (2001) de 70% para a soja crua e de 85% para a soja tostada.

Nas Figuras 8 e 9 são apresentados os percentuais da proteína não degradada no rúmen digestível, no intestino (PNDR_D), da proteína degradada no rúmen (PDR) após 16 horas de incubação e da proteína não degradada no rúmen digestível, no intestino (PNDR_D), respectivamente.

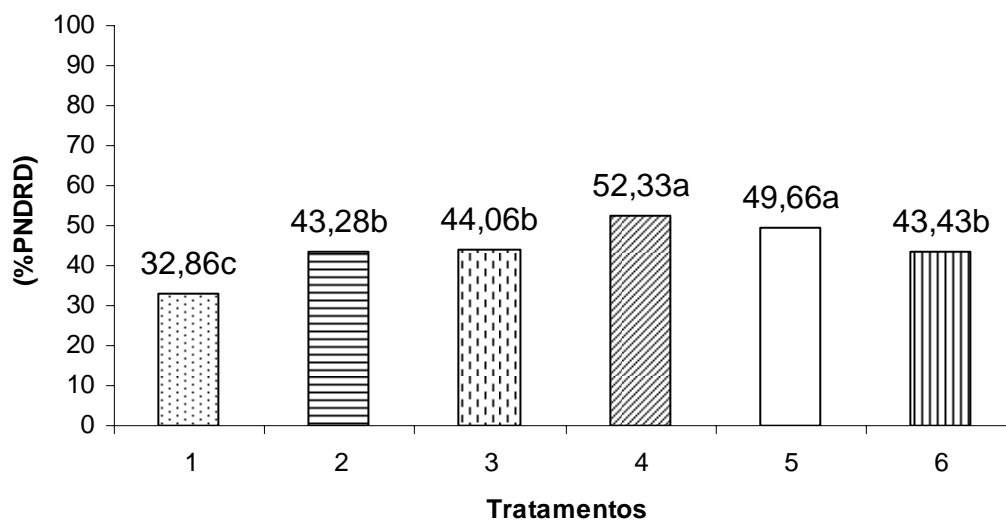


Figura 8- Proteína não degradada no rúmen digestível no intestino (PNDR_D). Tratamentos: Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125⁰C durante três minutos sem *steeping* (T2); a 125⁰C durante três minutos com *steeping* (T3); a 145⁰C durante um minuto com *steeping* (T4); a 115⁰C durante quatro minutos com *steeping* (T5) e a 110⁰C durante cinco minutos sem *steeping* (T6). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

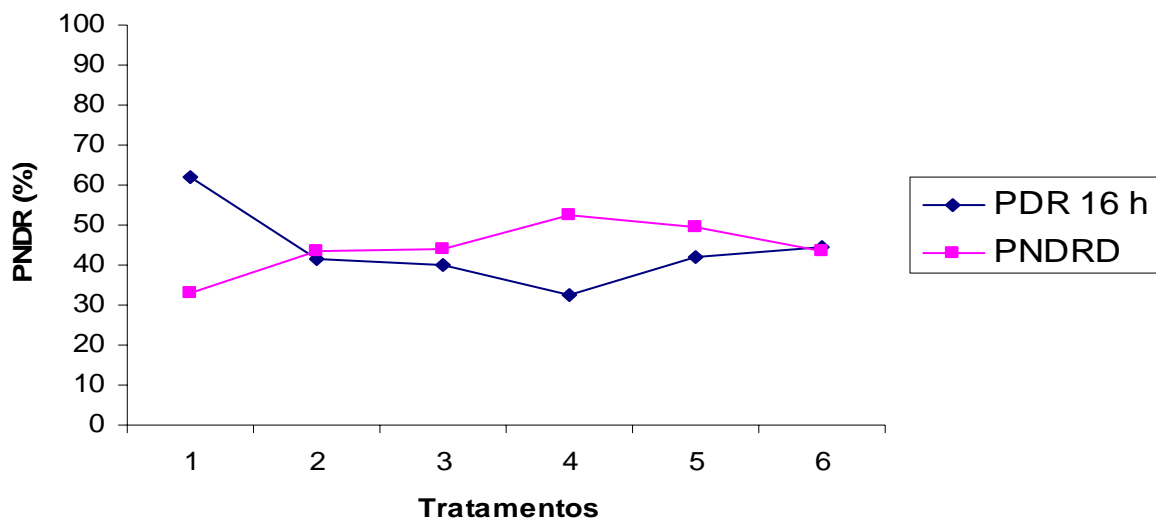


Figura 9- Proteína degradada no rúmen (PDR) após 16 horas de incubação e proteína não degradada no rúmen digestível, no intestino (PNDR_D). Tratamentos: Grãos de soja cru (dieta controle-T1); soja tostada a 125^oC durante três minutos sem *steeping* (T2); a 125^oC durante três minutos com *steeping* (T3); a 145^oC durante um minuto com *steeping* (T4); a 115^oC durante quatro minutos com *steeping* (T5) e a 110^oC durante cinco minutos sem *steeping* (T6). Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quando analisados os valores médios da PNDR_D, (Figura 8) observa-se que os tratamentos (T4 e T5) apresentaram valores semelhantes ($P > 0,05$) e diferiram ($P < 0,05$) dos demais grãos tostados e crus. A soja tostada a 125 °C durante três minutos sem *steeping* (T2), a 125^oC durante três minutos com *steeping* (T3) e a 110^oC durante cinco minutos sem *steeping* (T6) apresentaram valores semelhantes ($P > 0,05$) de PNDR_D, de 43,28, 44,06 e 43,43%, respectivamente. A soja crua (T1) apresentou a menor PNDR_D, de 32,86%. Baseado nos dados de PNDR_D, os tratamentos T4 e T5 seriam os melhores processamentos recomendados para o grão de soja. Na Figura 9 observa-se que à medida que diminuiu a PDR após 16 horas de incubação, aumentou os percentuais da PNDR_D. Os grãos de soja tostados a 145^oC durante um minuto com *steeping* (T4) apresentou o melhor resultado, ficando evidenciado que a tostagem dos grãos seguido do *steeping* diminuiu a degradabilidade ruminal da proteína.

O maior percentual numérico de PNDR_D, de 52,33% (Figura 8) obtido para o T4 pode

ser consequência do maior escape de proteína degradada no rúmen, que apresentou uma boa digestibilidade intestinal. Cabral (2001), em um trabalho para estimar a digestibilidade intestinal da proteína não degradada no rúmen, usando a técnica das três etapas, observou também que os grãos de soja crus apresentaram a pior digestibilidade (4,72%) enquanto Carvalho (2001) observou valor de 13,33%, para a soja crua e para a tostada variando entre 29,36 a 26,47%.

Para o melhor desempenho de vacas de alta produção, deve-se levar em conta uma proteína metabolizável que possua um perfil de aminoácidos compatível, principalmente em termos de lisina e metionina, que são os primeiros limitantes para a produção e a síntese da proteína do leite. A fonte que melhor atenderia as exigências nutricionais de vacas de alta produção seria a proteína microbiana seguida do farelo de soja (Santos et al., 1998). É possível que exista a possibilidade do grão de soja submetido à tostagem associado ao processo de *steeping*, venha a contribuir para aumentar o perfil de aminoácidos. Conforme Lin e Kung Jr. (2000), a tostagem e extrusão são os dois métodos de processamento mais usados nos Estados Unidos para tratar o grão e o farelo de soja, sendo a tostagem do grão o processo predominante na alimentação de vacas leiteiras.

Nas pesquisas utilizando os grãos de soja crus e tostados existem poucos resultados que avaliam individualmente a digestibilidade da PNDR. Os fatores relacionados ao equipamento de tostagem, tipo de processamento, níveis de temperatura e tempo de exposição ao calor, como também, os métodos utilizados para avaliar os efeitos dos tratamentos térmicos, podem ser responsáveis pela diversidade das respostas obtidas nos experimentos consultados, dificultando o uso de dados tabelados.

2. 4 Conclusões

A tostagem dos grãos de soja a 145°C durante 1 minuto potencializada pelo processo de *steeping* contribuiu para uma menor degradabilidade ruminal da proteína bruta e maior escape de PNDR_D.

Fica evidenciada a importância da padronização sobre os procedimentos térmicos dos grãos de soja e o efeito da exposição ao calor na sua qualidade nutricional.

2.5. Literatura Citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTL. **Official Methods of Analysis**. 14th ed. Arlington: AOAC, 1094p, 1980.
- BRISOLA, M.L.; LUCCI, C.S.; MELOTTI, L. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e proteína bruta do farelo e dos grãos de soja extrusados. **Brasilian Journal of Veterinary Research and animal Science**, v. 36, n.3, 1999.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, A.M. et al. Estimação da digestibilidade intestinal da proteína de alimentos por intermédio da técnica de três estágios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2 Viçosa mar/abr.2001.
- CALSAMIGLIA, S; STERN, M. A. Three-Step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. En: **Journal of Animal Science**, v. 73, n.5, p. 1459-1465, 1995.
- CARVALHO, N. M. **Utilização do grão tostado de soja (Glycine max.(L)Merril) na alimentação de vacas em lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2001.
- FALDET, M. A.; SATTER, L.D. Feeding heat-treated full soybeans to cows in early Lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n.9, p.3047-3054, 1992.
- FROSI, R.A.M. **Efeitos de diferentes tratamentos térmicos em grãos de soja ((Glycine max. (L) Merrill) na liberação de amônia “in vitro” e digestibilidade intestinal “in situ” da fração da proteína não degradada no rúmen**. 1998. 78f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- FROSI, R.A. M; MUHLBACH, P.R.F. Efeitos de tratamentos térmicos em grãos de soja na liberação de amônia “in vitro” da fração não degradada no rúmen. **Arquivos da Faculdade de Veterinária, UFRGS**. n. 29, v.2, p.93-99, 2001.
- HADJIPANAYIOTOU, M. Effect of feeding heat treated soybean meal on the performace of lactating Damascus goats. **Small Ruminant Research**, v.18 p. 105-111, 1995.
- LIN, C.; KUNG JR., Heat- treated soybeans and soybeans in ruminant nutrition. Disponível em: < <http://www.bluehen.ags.udel.edu/anfs/staff/kung/>>. Acesso em jul, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7a. ed. Washington:National Academy Press, 2001. 408p.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3598-3629, oct 1998.

ORIAS, F. C.G.; ALDRICH, J. ELIZALDE.; et al., The effects of dry extrusion temperature of whole soybeans on digestion of protein and amino acids by steers. **Journal Animal Science**, v.80, p.2493-2501, 2002.

ORSKOV & MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

PLEGGE, S. D.; BERGER, L.L.; FAHEY Jr. ; G. C. Effect of roasting temperature on the proportion of soybean meal nitrogen escaping degradation in the rumen. **Journal Animal Science**, v. 61, n.5, p.1211, 1985.

SAS INSTITUTE. **Sas user's guide: statistics**, versão 5. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999. 1028p.

SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C. B. et al. Effects of rumen undegradable protein on dairy cow performance: a 12 year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182-3213, 1998.

SHAVER, R. D. **Fat sources for high producing dairy cows**. In: Proc. 51st Minnesota Nutrition Conference, University of Minnesota, St. Paul, p.13, 1999.

SILVA, D.J. ; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**.3ª. ed. Viçosa: UFV. 2002.

STERN, M. D.; SATTER, L.D. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p. 714-724, 1984.

VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...Viçosa:SBZ**, 1995. p. 354-388.

VALADARES FILHO, S.C. (Ed) et al.**Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos** – 2.ed. – Viçosa:UFV, DZO, 2006.

Consumo, Digestibilidade de Nutrientes e Desempenho Lactacional de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas

Resumo: Neste estudo utilizaram-se 12 animais da raça Holandesa malhada de preto puras e mestiças distribuídas em três quadrados latinos 4 x 4 agrupados de acordo com a produção de leite e dias de lactação com o objetivo de avaliar o efeito da soja em diferentes formas sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes, a produção e composição do leite e a sua viabilidade econômica. Os animais foram submetidos às seguintes dietas: farelo de soja exclusivo - dieta controle (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST) e farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). O volumoso usado foi a silagem de milho, constituindo 50% na base da matéria seca total das dietas. O período experimental teve duração de 84 dias, divididos em quatro períodos sendo que, os primeiros 14 dias foram usados para adaptação dos animais às dietas e a coleta de dados efetuada nos 7 dias posteriores. O consumo de matéria seca foi registrado diariamente, a produção de leite do 15º ao 21º dia, sendo coletada uma amostra de leite por animal no 17º e 19º dia, durante as ordenhas da manhã e tarde, originando uma amostra composta para análise dos constituintes do leite. Para estimativa da digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes foram coletadas seis amostras de fezes por animal durante seis dias consecutivos com intervalo de 26 horas entre coletas, iniciando-se às 08h00min do primeiro dia e terminando às 18h00min do último dia. Verificou-se que os consumos de MS, MO, FDN e CNF não diferiram entre as dietas. O consumo de PB foi influenciado pelas dietas e as maiores médias de EE foram obtidas nos tratamentos com SC e ST. O consumo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi menor, para os tratamentos com inclusão de grãos de soja crus e tostados em relação à dieta controle. Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN não foram afetados pelos tratamentos. A digestibilidade dos CNF foi reduzida com ST. A produção total de leite (PTL) e corrigida para 3,5% de gordura (LCG), sua eficiência e leite por quilograma de matéria seca (LKGMS) e/ou proteína bruta (LKGPB) não foram influenciados pelas dietas. Concluiu-se que as dietas contendo SC, ST e o FSU podem ser utilizadas na alimentação de vacas de alta produção juntamente com 50% de silagem de milho na MS em substituição ao farelo de soja.

Palavras – chaves: consumo, digestibilidade, produção de leite, soja crua, soja tostada.

Consumption, Nutrient Digestibility and Lactation Performance of Dairy Cows Fed Different Forms of Soybeans

Abstract: Twelve pure and crossbred black-and-white Holstein cows were used in three 4x4 Latin squares grouped according to milk production and lactation days to evaluate the effect of different forms of soybeans on nutrient consumption and digestibility, milk production and composition and its economic viability. The animals were fed the following diets: only soybean meal (SM- control diet), raw soybean (RS), roasted soybean (RTS) and soybean meal plus 5% urea (SMU). Corn silage comprised 50% (total DM basis) of the diets. The experimental period was 84 days divided into 4 shorter periods, and the first 14 days were used for adaptation to the diets and last 7 for data collection. DM consumption was recorded everyday, milk production from the 15th to the 21st day, taking a milk sample per animal on the 17th and 19th day during the morning and afternoon milkings forming a composed sample for the analysis of milk constituents. Nutrient and DM apparent digestibility was estimated by collecting six feces samples per animal over six consecutive days with 26-h intervals between collections, starting at 8:00 am on the first day and finishing at 6:00 pm on the last day. DM, OM, NDF and NFC consumptions did not differ among the diets. CP consumption was influenced by the diets and the highest EE means were found in the treatments with RS and RTS. Total digestible nutrients (TDN) consumption was lower in the treatments with addition of raw and roasted soybeans than in the control diet. The coefficients of digestibility of DM, OM, CP, EE, NDF were not affected by the treatments. NFC digestibility reduced with RTS. Total milk production (TMP) and production of 3.5% fat-corrected milk (FCM), milk efficiency per kilogram of dry matter (MKGDM) and/or crude protein (MKGCP) were not influenced by the diets. It was concluded that the diets containing RS, RTS and SMU added with 50% of corn silage (DM basis) replacing soybean meal can be fed to high production cows.

Keywords: consumption, digestibility, milk production, raw soybeans, roasted soybeans.

3.1 Introdução

As proteínas e os carboidratos são os principais nutrientes em dietas para ruminantes e muitos estudos têm sido publicados na tentativa de avaliar os efeitos de sua manipulação em termos de metabolismo e desempenho animal.

Com relação à nutrição protéica, pesquisas têm sido direcionadas intensivamente para a formulação de dietas de vacas leiteiras, com ênfase em fontes protéicas, teor de proteína bruta na dieta, degradabilidade ruminal e, mais recentemente, a adequação de aminoácidos essenciais na proteína metabolizável. A recomendação de suplementar vacas leiteiras de alta produção com proteína não degradada no rúmen (PNDR) tornou-se uma prática comum e amplamente aceita por nutricionista e produtores, mas continua gerando intensa discussão sobre a importância da degradabilidade ruminal da proteína (Santos et al., 1998a; Abu-ghazaleh et al., 2001).

Santos et al. (1998), em revisão de literatura sobre a suplementação com fontes protéicas ricas em PNDR para vacas leiteiras mostraram claramente a importância do perfil de aminoácidos que chega ao intestino delgado e que para melhorar o desempenho animal é necessário enfatizá-los, especialmente em relação às concentrações de lisina e metionina na proteína metabolizável. O NRC (2001) incorporou o conceito de adequação das exigências protéicas em termos de proteína metabolizável, composta da proteína bruta microbiana sintetizada no rúmen, da proteína da dieta que escapa à degradação ruminal e, em menor proporção, da proteína endógena. Preconiza, então, a importância do ajuste dos teores de lisina e metionina que parecem ser os aminoácidos mais limitantes, reconhecendo ainda a ingestão de alimentos como os principais fatores que contribuem para melhor performance animal e eficiência produtiva.

Por ser a produção leiteira uma exploração que deixa uma margem bruta muito reduzida para o produtor, principalmente em sistemas intensivos, é natural que se procurem alternativas para viabilizar os custos. Vários são os suplementos protéicos utilizados para vacas de alta produção, entre eles, o mais usado é o farelo de soja, porém outras fontes tais como o grão de

soja cru e/ ou tostado poderão ser usados com a vantagem de serem produzidas diretamente na propriedade. A inclusão da uréia juntamente com uma fonte de PNDR também é uma alternativa para baratear o custo da dieta nos rebanhos de alta produção.

No aspecto da nutrição de ruminantes, o grão de soja cru, rico em lipídios, pode acarretar efeitos negativos e limitantes no ambiente ruminal, incluindo a diminuição da digestibilidade das frações fibrosas da dieta, porém nas sementes oleaginosas, as gotículas de lipídios encontram-se inseridas em uma matriz protéica, conferindo-lhes proteção natural. A tostagem da soja pode minimizar os possíveis efeitos deletérios dos lipídios no ambiente ruminal, e a adição de ambas as formas de grãos de soja na dieta pode contribuir para melhores respostas na produção de leite e alteração dos constituintes lácteos, principalmente pelo foco dado à sua valorização.

Desta forma, objetivou-se avaliar a soja em diferentes formas sobre os consumos, as digestibilidades dos nutrientes e as possíveis alterações na resposta animal, avaliadas pela produção de leite e de seus constituintes, além de sua viabilidade econômica.

3.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa - MG, no período de abril a junho de 2006.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa malhada de preto, puras e mestiças mantidas no sistema de estabulação *free stall* com produção média inicial de 30 kg/leite/dia e peso aproximado de 570 kg.

Foram usados os seguintes tratamentos: farelo de soja exclusivo (FS); grãos de soja crus (SC); grãos de soja tostado (ST) e farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). O tratamento térmico utilizado para o grão de soja foi de 145°C durante 1 minuto com *steeping*, escolhido em virtude do fornecimento de maior quantidade de PNDR digestível (resultados obtidos no capítulo 1). Utilizou-se a silagem de milho como volumoso para todas as dietas. Estes tratamentos foram formulados para resultar em dietas isoprotéicas com 25% de proteína bruta (PB) na matéria natural dos concentrados e, aproximadamente 15,5% de proteína bruta na

matéria seca total das dietas. Nas dietas com grãos de soja crus e tostados foi acrescentada uma percentagem de farelo de soja. Em todos os concentrados foram misturados bicarbonato de sódio e óxido de magnésio na proporção 2:1. Na Tabela 1 são mostradas as proporções dos ingredientes nos concentrados, e a composição bromatológica dos concentrados, da silagem de milho e das dietas experimentais podem ser visualizadas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Os animais foram agrupados de acordo com a produção de leite e dias de lactação e distribuídos em 3 quadrados latinos simultâneos, cada um com 4 animais, submetidos a 4 tratamentos em 4 períodos distintos.

Tabela 1 – Proporções dos ingredientes usados na mistura de concentrados das dietas experimentais, expressa na base de MS

Ingredientes ²	Concentrados ¹			
	FS	SC	ST	FSU
Farelo de soja	41,01	9,62	0,974	9,68
Fubá de milho	55,53	41,00	47,93	81,84
Grãos de soja crus	-	46,02	-	-
Grãos de soja tostados	-	-	47,65	-
Uréia	-	-	-	5,08
Bicarbonato de sódio	0,710	0,710	0,710	0,710
Oxido de magnésio	0,355	0,355	0,355	0,355
Mistura mineral ²	2,40	2,40	2,40	2,40

¹Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). ²Mistura mineral = Calcário (1,07%); fosfato bicálcico (0,45%); cloreto de sódio (7,8%); iodato de K (0,0227%); Selenito de Na (0,0106%); sulfato de Cu (0,5783%); sulfato de zinco (1,1021%); flor de enxofre (11,37%); Tamponantes 2:1 (bicarbonato sódio: oxido de magnésio).

Tabela 2- Composição química, em percentagem de MS, dos concentrados utilizados nas dietas experimentais e da silagem de milho

Amostra ¹	Concentrados				Silagem de milho
	FS	SC	ST	FSU	
MS	84,13	85,21	85,40	84,47	28,41
MO	93,06	92,37	93,03	95,09	94,97
PB	26,48	27,54	25,02	26,71	5,99
NIDA	5,23	4,65	5,02	4,73	2,32
EE	2,89	11,02	9,98	2,94	2,46
FDN	23,09	23,51	24,47	29,73	57,86
FDNcp	18,07	19,54	18,64	26,19	50,48
CNF	45,62	34,27	39,39	46,42	36,06
L	1,00	4,40	3,47	1,46	2,70

¹Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). ² MS (matéria seca); MO (matéria orgânica), PB (proteína bruta); NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido); EE (extrato etéreo); FDN (fibra em detergente neutro); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína); carboidratos não fibrosos (CNF) = 100 - (%FDNcp + % PB + %EE + %cinzas); L (lignina).

Tabela 3 - Composição química, em percentagem de MS, das dietas experimentais

Amostra ²	Dietas ¹			
	FS	SC	ST	FSU
MS	56,20	56,80	56,90	56,43
MO	94,01	93,66	93,99	95,02
PB	16,23	16,76	15,50	16,32
NIDA	3,77	3,48	3,67	3,05
EE	2,54	6,74	6,22	2,70
PDR ³ (%PB)	63,50	65,48	53,37	76,67
PNDR ³ (%PB)	36,50	34,52	46,63	23,33
FDN	40,47	40,68	41,16	43,79
FDNcp	34,27	34,25	34,56	38,33
CNF	40,74	35,36	37,72	41,24
L	1,40	3,55	3,08	2,08

¹Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). ² MS (matéria seca); MO (matéria orgânica), PB (proteína bruta); NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido); EE (extrato etéreo); ³ proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não degradada no rúmen (PNDR) estimados pela equação do NRC, (2001); FDN (fibra em detergente neutro); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigida para proteína e cinza); carboidratos não fibrosos (CNF) = 100 - (%FDNcp + % PB + %EE + %cinzas); L (lignina).

O período experimental teve duração de 84 dias. Os primeiros 14 dias de cada período foram usados para adaptação dos animais às dietas experimentais e a coleta de dados efetuada nos 7 dias posteriores. Todas as vacas foram pesadas no início e final de cada período.

Os animais foram alojados em baias individuais revestidas com piso de borracha,

providas de cocho e bebedouros automáticos. A ração foi oferecida na forma de mistura completa *ad libitum* duas vezes ao dia após as ordenhas da manhã (8 h) e tarde (16 h) de forma a permitir sobras entre 5 a 10% da matéria natural. Diariamente, os alimentos volumosos e concentrados fornecidos a cada animal foram pesados e registrados. As sobras pesadas e descartadas antes do arraçoamento matutino para fins de ajustes da quantidade a ser oferecida. O volumoso foi amostrado semanalmente, as sobras foram amostradas diariamente e o concentrado a cada nova mistura, e armazenados em geladeira. No final de cada período foi realizada uma amostra composta das sobras, volumoso e concentrado por vaca. As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), compostos nitrogenados, fibra em detergente neutro (FDN), fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) extrato estéreo (EE) e lignina foram realizadas segundo técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

Do 15^o ao 21^o dia de cada período experimental foi monitorada e registrada, diariamente, a produção de leite/vaca nas ordenhas da manhã e tarde, expressas em kg, medida na escala dos medidores automáticos da ordenhadeira mecânica. A produção leiteira foi corrigida para 3,5% de gordura pela seguinte fórmula: $PLG = (0,432 + 0,1625 * G) * \text{kg de leite}$, em que, G = % de gordura no leite (Sklan et al., 1992).

Foram coletadas amostras individuais de leite nos 17^o e 19^o dias, durante as ordenhas da manhã e tarde, obtidas diretamente do medidor automático, sendo posteriormente feita uma amostra composta proporcional às produções da manhã e tarde, conforme recomendação de Broderick e Clayton (1997). As amostras de leite foram acondicionadas em recipiente próprio contendo conservante Bronopol[®] (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol) e encaminhadas ao Laboratório de Qualidade do Leite da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, Gado de Leite), para determinação dos teores de proteína bruta, lactose e gordura..

Para estimativas dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes foram coletadas seis amostras de fezes, durante seis dias consecutivos, a partir do 16^o dia de cada período com intervalo de 26 horas entre coletas, sendo a primeira realizada às 8 h do primeiro dia e a última às 18 h do 21^o dia conforme usado por Itavo et al. (2002). Ao final de cada período, após homogeneização, as amostras foram congeladas. Essas amostras foram pré-

secas separadamente, em estufa com ventilação forçada a 60 °C, por 72 horas, moídas, e posteriormente foi elaborada uma amostra composta com base no peso pré-seco por vaca e para cada período. Foram realizadas as análises laboratoriais da MS, EE, MM e FDN_{cp} conforme técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). Na determinação da digestibilidade aparente foi utilizada a fibra insolúvel em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno, obtida após 264 horas de incubação *in situ*, dos alimentos fornecidos, sobras e fezes, utilizando os sacos Ankon® (filter bag F57), segundo Cochran et al. (1986).

Os dados foram analisados em três quadrados latinos simultâneos com comparação de médias feita pelo teste de Tukey. Todas as análises foram realizadas pelo programa SAS (1999) a 5% de probabilidade.

3.3 Resultados e Discussão

Na Tabela 4 são mostradas as médias diárias para os consumos de MS, MO, PB, EE, FDN, CNF e NDT expressos em kg/dia e de MS e FDN, expressos em percentagem de peso vivo, e variação de peso corporal em g/dia, das dietas experimentais.

Tabela 4 – Consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), NDT (nutrientes digestíveis totais) e variação no peso vivo dos animais em função das dietas experimentais e seus respectivos coeficientes de variação (CV%)

Variáveis ²	Dietas ¹				CV (%)
	FS	SC	ST	FSU	
	Consumo (kg/dia)				
CMS	19,71	18,99	19,06	19,63	3,86
CMO	18,40	17,78	17,82	18,31	4,02
CPB	3,43a	3,18b	3,26ab	3,37a	4,51
CEE	0,58b	1,38a	1,36a	0,59b	7,41
CFDN	7,95	7,51	7,69	8,36	10,51
CCNF	8,48	8,05	8,19	8,38	5,12
NDT	14,13a	13,13b	12,76b	14,10a	3,53
	Consumo (%PV)				
MS	3,40	3,27	3,28	3,39	3,66
FDN	1,37	1,27	1,33	1,41	9,45
	Variação de PV (g/dia)				
	0,580	0,577	0,591	0,580	146,21

¹ Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). Médias seguidas por letras distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os consumos MS, MO, FDN e CNF não foram influenciados ($P>0,05$) pelas diferentes dietas, mas os de PB, EE e de NDT diferiram ($P<0,05$) entre as dietas. O valor médio diário do consumo de MS foi de 19,35 kg, equivalente a 3,33% do peso vivo dos animais. Estes valores foram próximos aos verificados por Pina (2004) de 18,96 e 18,57kg/dia, com a dieta controle e contendo FSU, respectivamente. Nas dietas com SC e contendo ST foram verificados os consumos de 18,99 e 19,06 kg/dia, aproximados aos relatados por Carvalho (2001), de 19,07 e 17,92 kg/dia, respectivamente. Embora o consumo de MS, destas dietas terem sido numericamente menor, elas não diferiram do consumo da dieta controle. Ao contrário dos valores verificados neste estudo, Mohamed et al. (1988), usando vacas no período inicial e médio de lactação cujas principais fontes protéicas foram o farelo de soja, grão de soja cru, grão de soja tostado e uma dieta com óleo na forma livre, observaram que os consumos pelos animais, de soja crua, tostada e óleo na forma livre, foram reduzidos. Por outro lado, Knapp et al. (1991), trabalhando com níveis crescentes de grãos de soja tostados (12, 18 ou 24% da MS) em rações para vacas leiteiras, não encontraram diferenças significativas à medida que aumentavam a participação dos grãos tostados. Os consumos de MS variaram entre 18,99 a 19,71 kg/dia, semelhantes ao preconizado pelo NRC (2001) de 18,2 a 19,8 kg/dia para vacas leiteiras, produzindo 30 litros de leite/dia, corrigido para 3,5% de gordura, com peso vivo aproximado de 576kg.

Com relação ao consumo de PB, houve diferenças significativas ($P<0,05$) quando foram avaliadas as quatro fontes protéicas, e o menor consumo foi com SC ($P<0,05$), de 3,18 kg/dia, quando comparado à dieta controle (FS) e ao FSU de 3,43 e 3,37 kg/dia, respectivamente. Isto pode ser resultado do menor consumo numérico de MS, uma vez que as dietas foram isoprotéicas. O consumo médio encontrado neste estudo de 3,29 kg/dia para as dietas com FS, SC e ST são próximos aos registrados por Carvalho (2001) de 3,35 kg/dia para vacas leiteiras consumindo dietas com 17,4% de PB na MS total. O consumo de FSU foi numericamente superior (3,37 kg/dia) ao verificado por Pina (2004) de 2,92 kg/dia na alimentação de vacas em lactação com 15,5% de PB na MS total.

Houve diferença no consumo de EE ($P<0,05$) entre as dietas. Os tratamentos com SC e ST apresentaram os maiores valores, de 1,38 e 1,36 kg/dia, respectivamente, e foram

semelhantes entre si, diferindo ($P < 0,05$) das dietas contendo FS e FSU, o que pode ser explicado devido ao alto teor desse nutriente presente nos grãos de soja (Tabela 3).

Os consumos de FDN, expressos em kg/dia e em %PV foram em média 7,87 kg e 1,34% em relação ao peso vivo e estão relativamente acima dos valores sugeridos por Mertens (2001) de 34 a 38% e $1,2 \pm 0,1\%$, respectivamente, para otimizar a ingestão de MS. Vários autores relataram médias entre 1,3 e 1,6% de PV para o consumo de FDN (Campos, 1998; Moreira, 2000; Assis et al., 2004).

Os consumos de CNF kg/dia não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas dietas. Os teores de CNF nas dietas variaram de 35,36 a 41,24% e mantiveram-se próximos da faixa recomendada por Hall (1999), que sugeriu níveis de 35 a 45% para evitar distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal. Os consumos de NDT foram menores ($P < 0,05$), para as dietas contendo grãos de soja, de 13,13 kg/dia na SC e 12,76 kg/dia na ST, em relação à dieta controle, de 14,13 kg/dia, e ao FSU, de 14,10 kg/dia.

Na Tabela 5 são exibidos os coeficientes de digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, EE, FDN, CNF e os teores de NDT para as dietas experimentais.

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e seus respectivos coeficientes de variação, obtidos para as dietas experimentais

Item	Dietas ¹				
	FS	SC	ST	FSU	CV(%)
CDMS	68,10	68,54	65,12	66,99	5,70
CDMO	72,93	73,19	69,65	71,77	5,83
CDPB	71,37	72,30	69,49	71,46	5,30
CDEE	84,03	86,93	86,44	83,32	6,22
CDFDN	52,48	55,20	52,40	53,54	11,03
CDCNF	89,76a	87,88ab	84,65b	89,67a	3,34
NDT (%MS)	72,62a	69,21b	67,00b	72,00a	3,07

¹ Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). Médias seguidas por letras iguais na mesma linha, para a mesma variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade.

A digestibilidade da MS não diferiu ($P > 0,05$) entre as dietas, apresentando valor médio de 67,19%. Os coeficientes de digestibilidade da MO, PB, EE e FDN, também não foram

influenciados ($P>0,05$) pelos consumos das diferentes dietas.

A digestibilidade dos CNF foi menor ($P<0,05$) para a dieta com soja tostada em relação aos tratamentos controle (FS) e FSU, mas não diferiu da dieta com grãos de soja crus. É possível que nas dietas com SC e ST onde se observaram menores valores de CNF seja provavelmente devido ao maior tempo para redução das partículas do grão de soja e isso pode ter reflexo sobre a ação dos microrganismos, com diminuição na digestibilidade dos CNF, afetando o sincronismo entre as fontes de energia e proteína.

De acordo com Jenkins e Jenny (1989), dietas ricas em lipídios diminuem ou têm efeito mínimo sobre a digestibilidade da MS. A ausência de redução na digestibilidade aparente da MO sugere um ambiente ruminal sem alterações, ideal para o desenvolvimento dos microrganismos. Segundo Enjalbert et al (1994), independente da forma de suplementação lipídica, os ácidos graxos parecem não influenciar a digestibilidade aparente da proteína bruta.

Os teores de NDT obtidos com a dieta SC, de 69,21% e ST de 67,00%, neste experimento, foram menores ($P<0,05$) quando comparados com as dietas FS e ao FSU. Foram observados na Tabela 4 consumos médios de 13,53 kg estando esses, acima das recomendações do NRC (2001) que são de aproximadamente de 11,71kg de NDT para as produções de leite, observadas nesta pesquisa. Esta diferença pode está associada aos valores numericamente menores de consumo de MS verificadas nestes tratamentos, devido as dietas serem ricas em lipídios, vindo a deprimir o consumo devido à lenta liberação no rúmen e lenta velocidade de passagem pelo do trato digestivo.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias das produções totais de leite, corrigido a 3,5% de gordura e sua eficiência expressa em quilogramas leite por quilogramas de MS e PB consumida e, composição do leite das vacas alimentadas com soja em diferentes formas. Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$), entre as dietas, para todas as variáveis de desempenho lactacional.

Tabela 6 – Desempenho lactacional dos animais alimentados com dietas contendo soja em diferentes formas

Variáveis	Dietas ¹				Valor P	CV(%)
	FS	SC	ST	FSU		
Produção total de leite (kg)	29,14	26,67	26,77	27,52	0,0541	8,19
PTL -3,5% (kg)	27,32	25,96	24,85	26,19	0,2416	10,90
Eficiência LCG	1,28	1,26	1,21	1,22	0,6830	12,90
LKMS (kg)	1,48	1,40	1,41	1,39	0,3928	9,66
LKPB (kg)	8,60	8,33	8,30	8,17	0,6256	9,62
Composição do leite						
Gordura (%)	3,15	3,36	3,07	3,22	0,2201	10,30
Proteína (%)	3,34	3,33	3,37	3,34	0,9659	5,85
Lactose (%)	4,46	4,44	4,38	4,42	0,6719	3,89
EST (%)	11,89	12,12	11,78	11,88	0,2837	3,78

¹ Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). Eficiência LCG (kg LCG 3,5%/kg MS consumida), PTL (produção total de leite), LKMS (leite por quilo de matéria seca), LKPB (leite por quilo de proteína bruta). Médias seguidas por letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nas produções totais de leite (PTL) entre as dietas. As médias encontradas foram de 29,14 (FS), 26,67 (SC), 26,77 (ST) e 27,49 kg (FSU). A dieta controle (FS) que tinha como principal fonte protéica o farelo de soja e a dieta contendo FSU foram numericamente superiores ($P>0,05$), nas PTL, quando comparados à SC e ST. Considerando os nutrientes das diferentes dietas (Tabela 3), que foram isoprotéicas e, analisando os dados de consumo de MS e PB verifica-se que os menores valores, tanto de MS e PB, foram observados na SC e ST, apresentando quantidades numericamente menores de produções de leite/dia em relação a dieta controle (FS) e ao FSU. Era de se esperar que a ST exibisse uma maior quantidade de leite produzido em relação a SC, por ser uma fonte rica em PNDR, porém tal fato não ocorreu. De acordo com Faldet e Satter (1991) e Bernard (1990), produções mais elevadas de leite podem ser obtidas com a inclusão de soja tostada, quando o volumoso oferecido é a silagem de alfafa. Isto pode ser atribuído ao fato que a alfafa possui um

teor mais elevado de proteínas rapidamente solúveis em sua composição e, conseqüentemente, o grão de soja tostado garantiria maior aporte de PNDR para absorção no intestino delgado. Tice et al. (1993) e Carvalho (2001) também não observaram diferenças significativas entre as produções de leite alcançadas com as dietas que continham grão de soja crus e tostados. Estes autores alegaram que os períodos de adaptação às dietas, de 14 dias, podem não terem proporcionado tempo suficiente para obter respostas de produção de leite mais consistentes juntamente com o estágio de lactação de médio para tardio. Estes dois fatos estiveram presentes neste experimento e acredita-se que possam ter contribuído para que as diferenças entre as dietas não tenham sido significativas.

A produção total de leite corrigida para 3,5% não diferiu ($P>0,05$) entre as dietas, apresentando média de 26,08 kg/dia. Na presente pesquisa, não foi detectada diferenças entre as dietas sobre a eficiência alimentar ($P>0,05$), já que não foram observados efeitos no consumo de MS, nem sobre LCG 3,5%.

Ao serem comparadas as produções de leite às quantidades de matéria seca e proteína bruta consumidas, verifica-se que o maior valor numérico ($P>0,05$) foi observado no FS exclusivo (1,48 LKGMS e 8,60 LKGPB) em relação às demais dietas. Ao analisar os parâmetros individualmente, percebe-se que por cada quilograma de MS consumida pelos animais que receberam a dieta FS houve produção de 80, 70 e 90 gramas a mais de leite quando comparado com SC, ST e FSU, respectivamente. Por outro lado, cada quilograma de PB obtida com o FS exclusivo, produziu 270; 300 e 430 gramas a mais de leite, do que a quantidade de PB correspondente às dietas SC, ST e FSU, respectivamente. Estes resultados estão em concordância aos verificados por Grummer et al. (1994) e Carvalho (2001) quando avaliaram dietas com soja crua e tostada e não observaram diferenças nas produções de leite.

A composição do leite não foi influenciada ($P>0,05$) pelas dietas. Este resultado encontra-se em concordância com vários trabalhos que avaliaram a soja em diferentes formas, nas dietas de vacas em lactação e, também não registraram efeito significativo na composição do leite.

A não significância observada na concentração de gordura no leite ($P>0,05$) pode ser atribuída ao consumo semelhante de FDN (Tabela 4) que independente da dieta foi suficiente para evitar qualquer depressão no teor de gordura do leite. As médias verificadas neste estudo,

de 3,15% (FS); 3,36 % (SC) e 3,07% (ST) são semelhantes aos valores relatados por Stern et al (1985) e Carvalho (2001). Para a dieta contendo FSU foi encontrada a média de 3,22%, numericamente inferior ao valor encontrado por Pina (2004) de 3,73%. Várias são as teorias que mostram o efeito negativo da inclusão de fontes de gordura para explicar a depressão induzida da gordura do leite. Entre elas, inclui-se a redução na digestibilidade da fibra, que causa uma diminuição na relação acetato: propionato ruminal, as de ácidos graxos de cadeia longa sobre a atividade da acetil- CoA carboxilase mamária e o acúmulo dos ácidos na forma trans, no rúmen, durante a hidrogenação de ácidos graxos insaturados de cadeia longa. No caso da SC, é possível que a quantidade de óleo, encapsulado nos grãos, na proporção que foi adicionada nesta dieta, não tenha sido suficiente para afetar negativamente a digestibilidade da fibra. Carvalho (2001) obteve também os maiores valores no teor de gordura do leite nas vacas que consumiram soja crua.

O teor de proteína no leite não foi afetado ($P>0,05$) pelas dietas. O tratamento com ST apresentou maior valor numérico, de 3,37%, podendo inferir que isto provavelmente tenha ocorrido devido a proteção fornecida pela tostagem, tendo possibilitado uma proteína com perfil de aminoácidos mais adequado e, conseqüentemente maior aporte de proteína metabolizável para a síntese de proteína na glândula mamária.

Os teores de lactose não foram influenciados pelas dietas ($P>0,05$). As médias encontradas foram de 4,46; 4,44; 4,38 e 4,42% para o FS, SC, ST e FSU, respectivamente. De acordo com Fredeen (1996), a dieta tem pouco efeito em relação ao conteúdo de lactose no leite. Assim, constatou-se que as dietas testadas não alteraram os teores de lactose no leite. Resultados semelhantes ao deste estudo foram encontrados por Dhiman et al. (1997) com grão de soja cru, de 4,72%, e grão de soja tostado, de 4,69%; 4,71% e 4,66%, e por Carvalho (2001) de 4,44%; 4,44 e 4,47 para as dietas com farelo de soja, soja crua e tostada, respectivamente.

A percentagem de extrato seco total do leite não diferiu ($P>0,05$), quando se compararam as diferentes dietas. O valor médio encontrado de 11,91% é considerado normal e representa a soma do comportamento dos demais componentes do leite.

Na Tabela 7 encontram-se os dados referentes à avaliação econômica, considerando-se somente os custos com a alimentação, que sob o ponto de vista geral representam o principal item de custo variável, entre 40 e 60% da produção de leite (Pereira, 2000).

Devido à inconstância dos preços dos ingredientes no segmento leiteiro é necessário buscar alternativas alimentares viáveis. Neste sentido procurou-se avaliar no presente estudo se a substituição do FS, ingrediente mais utilizado nas dietas de vacas em lactação, pela SC, ST e FSU traria algum efeito econômico negativo.

Tabela 7- Demonstrativo da viabilidade econômica das diferentes dietas testadas no experimento

Proporções e preços								
Ingredientes ²	FS	Preço (R\$)	SC	Preço (R\$)	ST	Preço (R\$)	FSU	Preço (R\$)
Farelo de soja	41,01	21,87	9,62	5,13	0,974	0,51	9,68	5,16
Fubá de milho	55,53	17,93	41,00	13,24	47,93	15,48	81,84	26,43
Grão de soja cru	-	-	46,02	23,12	-	-	-	-
Grão de soja tostado	-	-	-	-	47,65	24,61	-	-
Uréia	-	-	-	-	-	-	5,08	5,08
Bicarbonato de sódio	0,710	0,85	0,710	0,85	0,710	0,85	0,710	0,85
Oxido de magnésio	0,355	0,23	0,355	0,23	0,355	0,23	0,355	0,23
Mistura mineral ³	2,40	1,92	2,40	1,92	2,40	1,92	2,40	1,92
Total (100 kg)		42,80		44,49		43,60		39,67
Total (kg/dia)		53,69		53,51		51,41		50,16

Dietas				
Variável (R\$)	FS	SC	ST	FSU
CTV (kg/dia) ⁴	26,73	26,85	26,80	26,49
CTV (vaca/dia)	2,22	2,23	2,23	2,20
CTC (kg/dia) ⁴	53,69	53,51	51,41	50,16
CTC (vaca/dia)	4,47	4,45	4,28	4,18
CD (kg/ dia) ⁴	6,69	6,68	6,51	6,38
Leite vaca (kg/dia)	29,14	26,67	26,77	27,52
CkgLproduzido ⁵	0,22	0,25	0,24	0,23
Receita do leite ⁶	16,02	14,66	14,72	15,13
Receita líquida ⁷	9,33	7,98	8,21	8,75

¹FS (Farelo de soja); SC (soja crua); ST (soja tostada); FSU (Farelo de soja mais 5% uréia); CTV (custo total do volumoso); CTC (custo total do concentrado); CD (custo da dieta); CkgLproduzido (custo por quilo de leite produzido).²Preços dos Ingredientes: silagem de milho (toneladas)= R\$ 70,00; farelo de soja (60 quilos)= R\$ 32,00; fubá de milho (60 quilos)= R\$ 19,38; grãos de soja cru (60 quilos)=R\$ 30,15; grãos de soja tostado (60quilos)=R\$ 31,00; uréia (60 quilos)= R\$ 60,00; bicarbonato de sódio (60 kg)= R\$ 72,00; oxido de magnésio (60 quilos)= R\$39,60; mistura mineral (60 quilos)= R\$ 48,00. Valores referentes ao mês de maio/2007 (Boletim Semanal Boi & Cia) ³Mistura mineral =Calcário (1,07%); fosfato bicálcio (0,45%); cloreto de sódio (7,8%); iodato de K(0,0227%); selênio de Na (0,0106%); sulfato de Cu (0,5783%); sulfato de zinco (1,1021%); flor de enxofre (11,37%); Tamponantes 2:1 (bicarbonato de sódio:óxido de magnésio),⁴obtido através da multiplicação do consumo de matéria seca (Apêndices 5 e 6B) pelo custo total da dieta em cada tratamento, levando em conta o custo relativo de cada um dos ingredientes; ⁵Ckg leite produzido = Custo da dieta kg/dia dividido por leite vaca (kg/dia), ⁶Receita do leite = produção de leite obtida em cada tratamento pelo valor recebido por litro de leite (maio/2007) de R\$ 0,55/litro. ⁷Receita líquida = receita do leite – custo da dieta.

As dietas à base de SC e ST apresentaram as menores receitas líquidas, de R\$1,35 e R\$1,12/vaca/dia e custo por quilograma de leite produzido de R\$ 0,25 e R\$ 0,24, respectivamente, ao serem comparadas ao FS (dieta controle) com receita líquida de R\$ 9,33 e custo por quilograma de leite produzido de R\$ 0,22. A dieta contendo FSU na sua composição obteve resultado econômico positivo e atingiu valor próximo à dieta controle, com a receita líquida de R\$ 0,58/dia/vaca menor e custo por quilograma de leite produzido de R\$ 0,23. Economicamente, em função da aproximação da margem líquida por litro de leite produzido, a utilização do FSU mostrou-se viável em relação à dieta com FS exclusivo.

3.4 Conclusões

Os grãos de soja crus e tostados como também concentrado adicionado de 5% de uréia na matéria seca podem ser usados como alternativas na alimentação de vacas de alta produção em substituição ao farelo de soja.

Não se recomenda tostar o grão de soja para alimentar vacas com produção de leite diária abaixo de 30 kg recebendo 50% de silagem de milho na base da matéria seca.

3.5 Literatura citada

- ABU-GHAZLAEH, A.A.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A. R. Blood amino acids and milk composition from cows fed soybean meal, fish meal, or both. **Journal of Dairy Science**, v.84,p.1174-1181,2001.
- ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação: Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 242-250, 2004.
- BERNARD, J.K. Milk production and composition responses to source of protein supplement in diets containing wheat middlings. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.938-942, 1990.
- CAMPOS, J.M.S. **Balanco dietético cátion-ânion na alimentação de vacas leiteiras, no período do pré-parto**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1998.
- CARVALHO, N..M. **Utilização do grão tostado de soja (Glycine max.(L)Merril) na alimentação de vacas em lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2001
- ENJALBERT, F.; MONCOULON, R.; VERNAY, M. et al. Effects of different forms of polyunsaturated fatty acids on rumen fermentation and total nutrient digestibility of sheep fed prairie hay based diets. **Small Ruminant Research**, v.14, p.127-135, 1994.
- FALDET, M.A.; SATTER, L.D. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in carly lactation. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.9, p.3047-3054, 1991.
- FREDEEN, A.H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. *Animal Feed. Science technological*, Amsterdam, v.59, p.185-197, 1996
- GRUMMER, R.R., LUCK, M.L., BARMORE, J. Lactational performace of dairy cows fed raw soybeans, with or without animal by –product proteins, or roasted soybeans. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.1, p. 224 – 235, 1993.
- HALL, M.B. Management strategies against ruminal ácidosis. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 10., 1999, Gainêsville. **Proceedings...** Gainêsville: 1999, p.104-113.
- ITAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Comparação de indicadores e metodologia de coleta para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p. 1833-1839, 2002.

- JENKINS, T.C.; JENNY, B. F. Effect of hydrogenate fat on feed intake, nutrient digestion and lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.2316-2324, 1989.
- KNAPP, D.M.; GRUMMER, R.R.; DENTINE, M.R. The response of lactating dairy cows to increasing levels of whole roasted soybeans. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n.10, p. 2563-2572, 1991.
- MERTENS, D.R. Physically effective NDF and its use in formulation dairy rations. In: SINLEITE - SIMPÓSIO INTERNACIONAL novos conceitos em nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...**Lavras: Federal de Lavras, 2001. p.51-76.
- MOHAMED, O.E. ; SATTER, R.R.; GRUMMER, L.D. et al. Influence of dietary cottonseed and soybean on milk production and composition. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 10 p.2677-2688, 1988.
- MOREIRA, A.L. **Valor nutritivo de rações contendo silagem de milho e feno de alfafa e de coast-cross como volumosos, para vacas lactante e ovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFV, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7a. ed. Washington:National Academy Press, 2001. 408p.
- PEREIRA, M. L. A. **Proteína nas dietas de vacas nos terços inicial e médio da lactação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 105p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- PEREIRA, J.C. Vacas leiteiras: Aspectos práticos na alimentação. Viçosa, MG, ed. Aprenda Fácil, 2000.
- PINA, D.S. **Diferentes fontes protéicas para vacas em lactação**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2004. 124p (Dissertação de mestrado).
- SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B. et al. Effects of rumen undegradable protein on dairy cow performance: a 12 year literature review. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 3182-3213, 1998.
- SAS INSTITUTE. Sas user's guide: statistics, versão 5. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999. 1028p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos* (métodos químicos e biológicos).3ª. ed. Viçosa: UFV. 2002.
- SKLAN, D. ; ASHKENAZI, R., BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids,

and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463-2472, 1992.

STERN, M.D., SANTOS, K.A.; SATTER, L.D. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small Intestine of lactating dairy cattle feed heat – treated whole soybeans. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n.1, p. 45-56, 1985.

TICE, E.M.; EASTRIDGE, M.L.; FIRKINS, J. L. Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes.1. Digestibility and utilization by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.1 p. 224-235, 1993.

Utilização da Soja em Diferentes Formas na Alimentação de Vacas Leiteiras: Parâmetros Ruminais, Concentrações de Nitrogênio Uréico e Produção Microbiana.

RESUMO: O experimento foi conduzido com os objetivos de avaliar o uso da soja em diferentes formas sobre a variação do pH e a amônia ruminal, a excreção de uréia na urina (EUU), a concentração de nitrogênio uréico no leite (NUL) e no plasma (NUP), o balanço de compostos nitrogenados (BN) e a síntese e eficiência microbiana. Foram usadas 12 vacas da raça Holandesa puras e mestiças, agrupadas de acordo com produção de leite e dias de lactação e distribuídas em três quadrados latinos simultâneos 4x4, alimentadas com as seguintes dietas isoprotéicas: farelo de soja exclusivo (FS-dieta controle), soja crua (SC), soja tostada (ST) e farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). O volumoso usado foi a silagem de milho na base de 50% da matéria seca total da dieta. Cada período experimental teve duração de 21 dias sendo que os primeiros 14 dias foram destinados à adaptação dos animais à dieta e os restantes à coleta de dados. As coletas *spot* de urina e de sangue foram realizadas no 17º dia, aproximadamente quatro horas após as refeições matinais. Houve efeito das dietas sobre o volume urinário (VU) e a excreção de uréia na urina (EUU). O menor VU foi observado para os animais alimentados com a dieta contendo FSU. A EUU foi semelhante entre as dietas contendo SC e ST e diferiu do FS e FSU. As concentrações do NUP não diferiram entre as dietas, porém a secreção do NUL diferiu, e a dieta com SC apresentou a maior média. O balanço de nitrogênio (BN) não foi afetado e também não foram observadas diferenças significativas na excreção total de derivados de purinas (PT) e na síntese e eficiência microbiana ruminal, expressa em g de PB/kg de NDT consumido, com as diferentes dietas. Concluiu-se que as dietas usadas não afetaram o balanço de nitrogênio nem a produção microbiana, porém a inclusão de grãos de soja crus aumentou os teores de nitrogênio do leite.

Palavras – chave: grãos de soja, leite, purinas, uréia plasmática.

Use of different forms of soybeans in dairy cow feeding: Ruminal Parameters, Ureic Nitrogen Concentration and Microbial Production

ABSTRACT: This work studied the effects of the use of different forms of soybeans on the variation in pH and ruminal ammonia, urea excretion in urine (UEU), ureic nitrogen concentration in milk (UNM) and in plasma (UNP), balance of nitrogen compounds (NB) and microbial synthesis and efficiency. Twelve pure and crossbred Holstein cows were used in the experiment. The cows were grouped according to milk production and lactation days, used in three simultaneous 4x4 Latin squares and fed the following isoproteic diets: only soybean meal (SM- control diet), raw soybean (RS), roasted soybean (RTS) and soybean meal plus 5% urea (SMU). Corn silage comprised 50% (total DM basis) of the diets. The experimental periods were 21 days, the first 14 days for adaptation to the diet and the last 7 for data collection. Samples of urine and blood spots were collected on the 17th day, approximately four hours after the morning meals. There was effect of the diets on urine volume (UV) and urea excretion in urine (UEU). The smallest UV was found for animals fed the diet with SMU. UEU was similar among the diets containing RS and RTS and differed from SM and SMU. The concentrations of UNP were not different among the diets, whereas the secretion of UNM was significant with the diet with raw soybeans showing the highest means. Nitrogen compound balance (NB) was not affected and significant differences were neither found in the excretion of total purine derivatives (PD) nor in the ruminal microbial synthesis and efficiency, which was expressed as g of CP/kg of consumed TDN for the different diets. It was concluded that the tested diets did not affect nitrogen balance nor microbial production, however the addition of raw soybeans increased nitrogen levels in the milk.

Keywords: soybeans, milk, urea plasma, purines.

4.1 Introdução

Nos ruminantes, grande parte da proteína que chega para a digestão abomasal e intestinal é de origem microbiana, principal fonte de aminoácidos, e é importante a maximização da qualidade e quantidade dessa fonte de proteína e também da proteína não degradada no rúmen. Portanto deve-se considerar fontes protéicas de menor degradabilidade ruminal e o destino que é dado a amônia, já que os alimentos se comportam de maneira diferente no que se refere aos aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado.

Dentre os suplementos protéicos que são disponíveis para a alimentação de vacas leiteiras, o farelo de soja é o mais usado, porém outras fontes alternativas como os grãos de soja cru, tostado e a inclusão de uréia associado a uma fonte rica de proteína não degradada no rúmen podem contribuir para viabilizar os custos e não comprometer a sustentabilidade do sistema de produção.

O equilíbrio do ambiente ruminal é o ponto essencial na nutrição de ruminantes e deve se manter em condições adequadas para o crescimento e metabolismo microbiano, atendendo suas exigências de proteína e energia. O pH ruminal afeta o crescimento microbiano e deve variar de 6,0 a 7,0 para adequada atividade microbiana (Van Soest, 1994).

A amônia ruminal tem origem da degradação protéica da dieta, da hidrólise de fontes de nitrogênio não protéico, da uréia reciclada no rúmen e da lise da proteína microbiana. Sua concentração é utilizada como indicador da degradação protéica, da eficiência de utilização do nitrogênio da dieta e do crescimento microbiano. Alguns trabalhos citam limites inferiores de concentração de amônia ruminal para maximizar o crescimento microbiano, porém a síntese microbiana não é homogênea e depende do substrato utilizado (Satter & Slyter, 1974; Leng & Nolan, 1984; Russell et al. 1992).

Existem vários métodos para estimar a síntese microbiana ruminal, entre eles, o mais usado, devido a sua simplicidade, é o fundamentado na excreção urinária de derivados de purinas. As excreções de uréia e nitrogênio na urina têm sido estimadas por uma única amostragem, chamada de amostra *spot*, baseada na constante excreção diária de creatinina em relação ao peso vivo. Este método é uma alternativa simples e eficaz para estimar o volume urinário (Valadares et al., 1999; Oliveira et al., 2001), pela relação entre a excreção diária de creatinina e a concentração de creatinina na amostra *spot* de urina.

A amônia é utilizada pelos microrganismos e o excedente absorvido pela parede do rúmen, sendo transportada para o fígado e então, entra no ciclo da uréia (Van Soest, 1994). Elevadas concentrações sanguíneas de uréia são conduzidas para o leite e sua concentração é positivamente correlacionada com a ingestão de nitrogênio e associada com a maior taxa de excreção urinária de uréia (Van Soest, 1994 e Roseler, et al.,1993). Portanto, a concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite pode ser usada como forma de avaliar o estado nutricional protéico e a eficiência de utilização do nitrogênio, resultando em indicadores do equilíbrio ruminal entre N e energia.

Diante do exposto, o presente estudo foi conduzido para avaliar o uso da soja em diferentes formas sobre o pH e a concentração de NH_3 ruminal, a excreção de uréia na urina, as concentrações de nitrogênio no plasma e no leite, o balanço de compostos nitrogenados e a produção microbiana.

4.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG no período de abril a junho de 2006.

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa malhada de preto, puras e mestiças mantidas no sistema de estabulação *free stall* com produção média inicial diária de leite de 30 kg e peso aproximado de 570 kg.

Para avaliar o efeito da dieta, foram usados os seguintes tratamentos: farelo de soja exclusivo (FS); grãos de soja crus (SC); grãos de soja tostados (ST) e farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). O tratamento térmico utilizado para os grãos de soja foi de 145°C durante 1 minuto com *steeping*, escolhido em virtude do fornecimento de maior quantidade de PNDR digestível (resultados obtidos no capítulo 1). Utilizou-se a silagem de milho como volumoso em todas as dietas. Estes tratamentos foram formulados para resultar em dietas isoprotéicas com 25% de proteína bruta (PB) na matéria natural dos concentrados e aproximadamente 15,5% de proteína bruta na matéria seca total das dietas. Nas dietas com grãos de soja crus e tostados foi acrescentado farelo de soja, para obter 25% de proteína bruta na matéria natural dos concentrados. Em todos estes, foram misturados bicarbonato de sódio e óxido de magnésio na

proporção 2:1. Nas Tabelas 1 e 2 são exibidos a composição bromatológica dos concentrados, silagem de milho e das dietas experimentais, respectivamente.

Os animais foram agrupados de acordo com a produção de leite e dias de lactação, e distribuídos em 3 quadrados latinos simultâneos, cada um com 4 animais, submetidos a 4 tratamentos em 4 períodos.

Tabela 1- Composição química, em percentagem de MS, dos concentrados utilizados nas dietas experimentais e da silagem de milho

Amostra ¹	Concentrados				
	FS	SC	ST	FSU	Silagem de milho
MS	84,13	85,21	85,40	84,47	28,41
MO	93,06	92,37	93,03	95,09	94,97
PB	26,48	27,54	25,02	26,71	5,99
NIDA	5,23	4,65	5,02	4,73	2,32
EE	2,89	11,02	9,98	2,94	2,46
FDN	23,09	23,51	24,47	29,73	57,86
FDNcp	18,07	19,54	18,64	26,19	50,48
CNF	45,62	34,27	39,39	46,42	36,06
L	1,00	4,40	3,47	1,46	2,70

¹Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). ² MS (matéria seca); MO (matéria orgânica), PB (proteína bruta); NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido); EE (extrato etéreo); FDN (fibra em detergente neutro); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína); carboidratos não fibrosos (CNF) = 100 - (%FDNcp + % PB + %EE + %cinzas); L (lignina).

Tabela 2- Composição química, em percentagem de MS, das dietas experimentais

Amostra ²	Dietas ¹			
	FS	SC	ST	FSU
MS	56,20	56,80	56,90	56,43
MO	94,01	93,66	93,99	95,02
PB	16,23	16,76	15,50	16,32
NIDA	3,77	3,48	3,67	3,05
EE	2,54	6,74	6,22	2,70
PDR ³ (%PB)	63,50	65,48	53,37	76,67
PNDR ³ (%PB)	36,50	34,52	46,63	23,33
FDN	40,47	40,68	41,16	43,79
FDNcp	34,27	34,25	34,56	38,33
CNF	40,74	35,36	37,72	41,24
L	1,40	3,55	3,08	2,08

¹Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). ² MS (matéria seca); MO (matéria orgânica), PB (proteína bruta); NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido); EE (extrato etéreo); ³ proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não degradada no rúmen (PNDR) estimados pela equação do NRC, (2001); FDN (fibra em detergente neutro); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigida para proteína e cinza); carboidratos não fibrosos (CNF) = 100 - (%FDNcp + % PB + %EE + %cinzas); L (lignina).

O período experimental teve duração de 84 dias. Os primeiros 14 dias foram usados para adaptação dos animais às dietas experimentais e as coletas de dados efetuadas nos 7 dias posteriores. Todas as vacas foram pesadas no início e final de cada período.

Os animais foram alojados em baias individuais revestidas com piso de borracha, providas de cocho e bebedouros automáticos. A ração foi oferecida na forma de mistura completa *ad libitum* duas vezes ao dia após as ordenhas da manhã (8 h) e tarde (16 h) de forma a permitir sobras entre 5 a 10% da matéria natural. Diariamente, os alimentos volumosos e concentrados fornecidos a cada animal foram pesados e registrados. As sobras foram pesadas e descartadas antes do arraçoamento matutino para fins de ajustes da quantidade a ser oferecida. O volumoso foi amostrado semanalmente, as sobras diariamente e o concentrado a cada nova mistura e em seguida, armazenados em geladeira. No final de cada período foram realizadas amostras compostas das sobras de volumoso e de concentrado por vaca. As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato estéreo (EE), e lignina foram realizadas segundo a técnica descrita por Silva e Queiroz (2002).

Foram realizadas coletas do conteúdo ruminal por meio de sonda esofágica, segundo a metodologia de Ortoloni (1981), para determinação do N-NH₃ e do pH ruminal antes da alimentação (0), e 2 e 4 h após a alimentação matinal, no último período experimental. Aproximadamente 400 mL deste material foi filtrado em gaze e retirou-se uma alíquota de 40mL, no qual fez-se imediatamente a leitura do pH utilizando-se de um potenciômetro digital. Em seguida, adicionou-se 1 mL de ácido sulfúrico a 50% as amostras e, após foram congeladas a -5° C para análises. Para determinação do N-NH₃, as amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm por 15 minutos e 2 mL do sobrenadante foram colocados em tubos de proteína, adicionados 5 mL de KOH 2N, para análise do nitrogênio pelo método de kjeldahl. Estes dados foram analisados por estatística descritiva e apresentadas às médias e os erros padrões.

Amostras de sangue foram coletadas no 17º dia de cada período, de cada vaca, através da punção da veia coccígea, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da dieta matinal, em tubos contendo heparina sódica devidamente identificados. O sangue foi imediatamente centrifugado para separação do plasma. Este, foi congelado para posterior análise do teor de uréia plasmática segundo o método de Berthelot modificado (Bergmeyer,1985), com o uso de um kit labtest diagnóstica.

Amostras individuais de leite das ordenhas da manhã e tarde foram obtidas diretamente do medidor automático, posteriormente feita uma amostra composta proporcional às produções da manhã e tarde, conforme recomendação de Broderick e Clayton (1997). Uma das amostras de leite, após cada período de coleta, foi desproteïnizada com ácido tricloroacético (TCA) a 25% numa proporção de 10 mL leite: 5 de TCA para determinação do nitrogênio uréico e alantoína no leite.

Amostras *spot* de urina foram obtidas de cada animal o 17º dia de cada período experimental, aproximadamente quatro horas após o fornecimento do alimento. Aliquotas de 10mL de urina foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N a fim de reduzir o pH para valores abaixo de três, evitando desta forma perdas de nitrogênio e destruição bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico. Estas amostras foram congeladas para posteriores análises de nitrogênio total, alantoína, ácido úrico, uréia e creatinina. A alantoína no leite e urina e o nitrogênio total foram determinados conforme método calorimétrico descrito por Chen e Gomes (1992) e Silva e Queiroz (2002), respectivamente enquanto as de ácido úrico, uréia e creatinina com o uso de kits comerciais (Labtest Diagnostica S.A).

A quantificação do volume urinário diário de cada animal foi feita, multiplicando-se o respectivo peso vivo pela quantidade de creatinina excretada diariamente e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot*. Adotou-se a média 24,04 (mg/kgPV) obtida dos estudos de Chizzotti (2004) para obtenção da excreção diária total de creatinina.

No cálculo do balanço de compostos nitrogenados (BN), consideraram-se as quantidades de N (g/dia) consumidas (N-ingerido) e excretadas nas fezes (N-fezes), na urina (N-urina) e no leite (N-leite). Foi usada a técnica descrita por Silva e Queiroz (2002), para determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina.

A excreção total dos derivados de purina (DP) foi estimada pela soma das quantidades de ácido úrico e alantoína excretadas na urina mais a quantidade de alantoína secretada no leite, expressos em mmol/dia.

Os cálculos das purinas microbianas absorvidas (PA.mmol/dia) foram feitos a partir das excreções dos DP (Ymmol/dia), utilizando-se a fórmula $Y = 0,85PA + 0,385PV^{0,75}$ em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e 0,385 $PV^{0,75}$, a excreção endógena de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen foi determinada a partir das purinas absorvidas (PA, mmol/dia) utilizando-se uma modificação da equação descrita por Chen e Gomes(1992), na qual substituiu-se a relação N-purina: N total nas bactérias de 0,116 para 0,117 conforme relatado por Rennó et al. (2000): $N_{mic} = (70PA / 0,83 \times 0,117 \times 1000)$ em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mgN/mmol) e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas.

Os dados obtidos foram analisados em três quadrados latinos simultâneos, com a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa SAS (1999).

4.3 Resultados e Discussão

Os dados referentes ao pH, concentração de N-NH₃ ruminal e os erros-padrão da média são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3- Médias e erros-padrão da média para as variáveis pH e concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (N-NH₃) em função das dietas experimentais e dos tempos após a alimentação

Tempo (horas)	Dietas ¹			
	FS	SC	ST	FSU
	pH ruminal			
0	6,97 ± 0,12	6,94 ± 0,13	7,23 ± 0,11	6,93 ± 0,44
2	6,53 ± 0,18	6,77 ± 0,12	6,74 ± 0,06	6,74 ± 0,14
4	6,31 ± 0,14	6,62 ± 0,15	6,43 ± 0,13	6,60 ± 0,19
	N-NH ₃ (mg/dL)			
0	9,39 ± 0,02	8,34 ± 0,70	7,57 ± 0,12	5,61 ± 0,33
2	23,51 ± 1,91	16,26 ± 0,15	10,33 ± 0,22	34,82 ± 0,27
4	8,32 ± 0,34	6,68 ± 0,57	5,84 ± 0,20	12,90 ± 0,67

¹ Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU).

Pode-se observar que os valores de pH obtidos neste experimento, entre 6,31 a 7,23, estão próximos das médias consideradas normais de 6,7 para otimização da taxa de digestão ruminal e da degradação da parede celular da fibra sugeridos por Van Soest (1994). Os valores de pH ruminal nas dietas à base de FS e FSU, nos intervalos de amostragem (0, 2 e 4 horas após a alimentação), foram de 6,97; 6,53 e 6,31 e de 6,93; 6,74 e 6,60, mostrando comportamento próximo aos encontrados por Pina (2004), de 6,43; 6,00 e 5,93 e de 6,47; 6,30 e 6,20, respectivamente, quando avaliou o efeito de diferentes dietas para vacas leiteiras. Foram ainda próximo aos resultados reportados por Pereira (2003) com vacas no terço inicial da lactação, em dietas com 15,5% de PB na MS à base de farelo de soja, fubá de milho e silagem de milho, de 6,48; 6,10 e 6,05, respectivamente. Nas dietas com SC e ST, o pH ruminal nos diferentes intervalos de tempo após a alimentação foi de 6,94; 6,77 e 6,62 e de 7,23; 6,74 e 6,60, valores semelhantes aos dados obtidos por Frosi (2001), de 6,83; 6,83 e 6,81 com soja crua e tostada a 5 e 7 minutos, respectivamente.

As maiores concentrações numéricas de N-NH₃ amoniacal nos intervalos entre 0 e 4 horas foram observadas duas horas após a alimentação para todas as dietas, de 23,51 (FS); 16,26 (SC); 10,33 (ST) e 34,82 (FSU) mg/dL

A menor concentração numérica de 5,61mg/dL, de amônia ruminal, foi verificada nos animais submetidos a dieta com FSU e em jejum e, o maior valor (34,82mg/dL) observado duas horas após a alimentação nas vacas recebendo a mesma dieta. Resultados semelhantes (38,00 mg/dL) foram encontrados por Branco (2001), quando avaliou a uréia como fonte de proteína no tempo de duas horas e menor (25,75mg/dL) ao relatado por Pina (2004). Com a dieta com SC foram verificados os maiores valores de N amoniacal do que com dietas contendo ST fonte protéica mais resistente à degradação. Resultados similares foram encontrados por Cecava et al. (1991), quando trabalharam com o fornecimento de soja, em substituição ao farelo de glúten de milho e farinha de sangue, por Stokes et al. (1991) que avaliaram fontes protéicas ricas em PNDR e por Frosi (2001) em seu estudo sobre a liberação de amônia *in vitro* nos grãos de soja crus e tostados.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios para o volume urinário, as excreções de uréia na urina, as concentrações de N uréico no plasma e no leite e a relação de NUL/NUP para as diferentes dietas.

Tabela 4- Valores médios para o volume urinário estimado (VU), excreções de uréia na urina (EUU), concentrações de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e no leite (NUL) e a relação de NUL/NUP nas dietas experimentais

Variável	Dietas ¹				
	FS	SC	ST	FSU	CV(%)
VU (L)	20,75a	20,90 ^a	19,83a	18,84b	5,49
EUU(mg/kgPV)	561,56a	532,98b	524,41b	575,71a	4,73
NUP (mg/dL)	18,50	21,33	19,60	19,68	15,37
NUL (mg/dL)	12,55b	15,66 ^a	14,44ab	14,77ab	15,10
NUL:NUP	0,68	0,73	0,73	0,75	15,03

¹ Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). Médias seguidas por letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O menor volume urinário (VU),foi estimado com a dieta contendo FSU (P<0,05). O maior nível de proteína não degradada no rúmen (PNDR) verificado com as demais dietas pode ter contribuído para maior VU. De acordo com o NRC (2001), alimentos ricos em proteína frequentemente resultam em maior demanda de água devido ao incremento calórico da proteína e a eliminação de resíduos do metabolismo. Moscardini et al. (1988) atribuíram o

aumento do volume urinário ao efeito da proteína total na dieta. Pina (2004), avaliando vacas alimentadas com diferentes fontes protéicas, não observou diferença significativa no volume urinário, mas com a dieta farelo de soja e uréia a 5% também verificou valor numericamente inferior às demais.

As excreções urinárias de uréia foram menores ($P < 0,05$), de 532,98 e 524,41 mg/kgPV nos animais alimentados com SC e ST, respectivamente, em relação aqueles que receberam as dietas FS (controle) e FSU. Chizzotti (2004) observou efeito significativo na excreção de uréia na urina para vacas de diferentes níveis de produção e atribuiu esse fato ao maior consumo de PB dos animais mais produtivos. Neste estudo, as menores excreções urinárias de uréia (SC e ST) foram observadas nos animais com menores consumos de PB (Capítulo 2 desta tese) e dietas com menores percentagens de CNF (Tabela 2). Valores similares aos encontrados nesta pesquisa, foram relatados por Pina (2004) para vacas alimentadas com diferentes fontes protéicas, o qual verificou efeito significativo ($P < 0,05$) para a dieta com menor nível de CNF.

As concentrações de NUP não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelas diferentes dietas, cujos valores médios foram de 19,77 mg/dL. Normalmente, valores altos de NUP estão associados a dietas com elevados níveis de PDR, juntamente com a falta de quantidades de matéria orgânica fermentável no rúmen. Todavia, vale ressaltar que tanto quantidades mais elevadas de PNDR ou de PDR podem gerar a mesma condição, pois excessos de nitrogênio tanto de origem ruminal como pós-ruminal são eliminados do organismo através do mesmo processo de síntese hepática de uréia, conforme Roseler et al. (1993). Os resultados de NUP obtidos neste estudo com níveis de PNDR de 23,33 a 46,63% variaram de 18,50 a 21,33 mg/dL, valores próximos aos observados por Davidson et al. (2003) em trabalho em que a PNDR variou de 34 a 46% e o NUP de 21,9 a 14,3 mg/dL. Do mesmo modo Carvalho (2001), verificou valores de NUP de 18,24 a 21,02 mg/dL com vacas leiteiras submetidas a dietas as quais a PNDR foi de 30,09 a 42,90%. No entanto, Rodriguez et al. (1997) observaram valores mais elevados de NUP (16,1 mg/dL) para vacas que receberam dietas ricas em PNDR (41%), quando comparadas aos animais que consumiram dietas com 29% de PNDR. A dieta contendo SC apresentou o valor de 21,33 mg/dL superior ao citado como referência, de 2,6 mmol/L a 7,0 mmol/L de uréia no sangue e que correspondem a 7,28 mg/dL a 19,59 mg/dL de nitrogênio uréico (Contreras, 2000). Segundo Oliveira et al. (2001), concentrações de NUP superiores a 19 mg/dL representam o

limite para perdas de nitrogênio dietético e de acordo com Buttler et al. citados por Torres et al. (2002) reduzem a fertilidade e a taxa de concepção de vacas leiteiras.

Ao contrário dos valores verificados para o NUP, as concentrações de NUL diferiram entre as dietas ($P < 0,05$). As vacas que receberam dieta à base de SC apresentou maior ($P < 0,05$) NUL em relação aquelas alimentadas com FS. Os valores de NUL de 14,44 mg/dL e de 14,77 mg/dL foram semelhantes ($P > 0,05$) para os animais alimentados com as dietas ST e FSU, respectivamente. Por sua vez, as concentrações de NUL da dieta FS não foi diferente ($P > 0,05$) em comparação àqueles que receberam dietas contendo ST e FSU. Era de se esperar, portanto, que os resultados obtidos para o NUL e NUP exibissem o mesmo tipo de comportamento. Vários autores relataram valores de NUL menores que os de NUP. Davidson et al. (2003) observaram médias do NUL variando de 15,6 a 10,7 e de 21,9 a 14,3 mg/dL para animais alimentados com diferentes níveis de PNDR (34,0; 40,0 e 46,0%), respectivamente. Carvalho (2001) ao fornecer dietas com diferentes níveis de PNDR de 36,5; 30,9 e 42,9% relatou para o NUL médias de 20,17; 20,38 e 18,85 mg/dL, respectivamente. Outras pesquisas citam valores mais elevados de NUL em relação ao NUP (Imaizumi et al., 2002; Pereira, 2003).

Os valores de NUL de 12,55; 15,66; 14,44 e 14,77 mg/dL observados nas diferentes dietas, encontram-se dentro da faixa de 10 a 17 mg/dL determinada pela maioria dos resultados das pesquisas (Jonker et al., 1998; Ferguson, 2001; Machado e Cassoli, 2002). Valores acima dessas amplitudes podem ser indicativos de consumo de N ou proteína degradável no rúmen, em excesso.

A relação média do NUL: NUP (0,72) nas diferentes dietas reflete a alta correlação entre estas duas variáveis observadas nos resultados de diversos estudos (Rodriguez et al. 1997; Kauffman e St-Pierre, 2001; Chizzotti, 2004). Podem-se observar neste estudo que as concentrações de NUL, com todas as dietas, foram inferiores às de NUP. Isto, segundo Kauffman e St-Pierre (2001) pode ser atribuído ao fato de as coletas de sangue e leite não terem sido efetuadas no mesmo momento. Broderick e Cayton (1997) recomendaram a seguinte equação para estimar o NUP a partir do NUL: $NUP = 1,021NUL + 0,399$ ($r^2 = 0,918$). Com base nesta equação, os valores encontrados para as diferentes dietas seriam de 13,21; 16,38; 15,14 e 15,47mg/dL

Na Tabela 5 encontram-se os valores médios diários para o consumo de nitrogênio total, a excreção de compostos nitrogenados nas fezes, na urina e no leite e o balanço de nitrogênio.

Tabela 5- Médias para o consumo de nitrogênio, excreção de nitrogênio nas fezes, na urina e no leite e balanço de nitrogênio nas dietas experimentais e seus respectivos coeficientes de variação (CV%)

Variável	Dietas ¹				Média	Valor-P	CV (%)
	FS	SC	ST	FSU			
N-ingerido (g/dia)	535,47	501,08	521,63	533,48	522,92	0,0903	6,58
N-fecal (g/dia)	155,78	137,45	145,20	150,37	147,20	0,1041	11,92
N-urina (g/dia)	140,83	133,04	135,82	147,55	139,31	0,6078	15,06
N-leite (g/dia)	151,24	138,14	140,74	143,38	143,38	0,2180	10,72
BN (g/dia)	87,61	90,02	99,87	92,19	93,21	0,8383	36,95
BN (%N-ingerido)	16,31	17,30	18,53	17,11	17,47	0,8510	35,49
BN (%N-retido)	4,24	4,47	4,72	4,41	4,51	0,8848	33,16

¹ Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU), N-ingerido(nitrogênio ingerido), N-fecal (nitrogênio fecal), N-urina (nitrogênio na urina), N-leite (nitrogênio no leite), BN(balanço de nitrogênio), BN(%N-ingerido) = balanço de nitrogênio, % do nitrogênio ingerido; BN (%N-retido) = balanço de nitrogênio, % do nitrogênio retido. Médias seguidas por letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Embora não significativo ($P>0,05$), verifica-se que os animais alimentados com dietas à base de SC e ST tiveram as menores ingestões de N (501,08 e 521,63g/dia), respectivamente. As quantidades de N fecal, urinário e do leite não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas, observando-se valores médios de 147,20; 139,31 e 143,38 g/dia, respectivamente. Pode-se inferir que as dietas experimentais estavam adequadas quanto aos nutrientes.

Vários trabalhos foram conduzidos para estimar a excreção de nitrogênio na urina, a partir dos níveis de nitrogênio no leite (NUL) como forma de monitorar o balanceamento protéico da dieta, entre eles, Jonker et al. (1998) que desenvolveram a seguinte equação: N-urina (g/dia) = 12,54*NUL (mg/dL). Com base nesta preposição, as excreções do NU seriam de 157,37 (FS); 196,37 (SC); 181,07 (ST) e 185,21 (FSU) mg/dL, acima dos resultados deste estudo. Chizzoti (2004), por sua vez, propôs os seguintes modelos em que o peso corporal é considerado juntamente com o NUL: N-urina (g/dia) = 0,0135*NUL (mg/dL)* PV ($r^2 = 0,69$) e N-urina (g/dia) = 0,0151*NUP (mg/dL)*PVkg ($r^2 = 0,69$). Utilizando-se estas equações, as excreções de N-urina seriam de 98,49; 123,27; 113,72 e 116,31g/dia e de 162,29; 187,80; 172,65 e 172,66 g/dia com os tratamentos FS, SC, ST e FSU sub e superestimando, respectivamente, os resultados encontrados.

A secreção do N-leite expressa em g/dia não diferiu ($P>0,05$) nos animais alimentados com as diferentes dietas. O modelo desenvolvido por Broderick & Clayton (1997) correlaciona à eficiência de utilização do nitrogênio aos teores de NUL: Eficiência de N (N leite/NT) =

-0,004NUL (mg/dL) + 0,309 ($r^2 = 0,626$). Considerando a média geral do NUL de 14,40 mg/dL obtida nas diferentes dietas, o valor médio estimado de eficiência das dietas foi de 0,5241 N-leite/N-total.

O balanço de N, expresso em g/dia, não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas dietas encontrando-se médias entre 87,61 a 99,87 g/dia. O menor valor numérico ($P > 0,05$) de 87,61g/dia, foi encontrado com a dieta controle (FS), o que pode ser atribuído aos maiores valores de excreção de N-fecal e no leite. O balanço de N positivo indica que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que não ocorresse perda de peso pelos animais, indicando provavelmente que as exigências de proteína com as diferentes dietas tenham sido satisfeitas.

Não houve efeito ($P > 0,05$) das diferentes dietas sobre o BN expresso em porcentagem do N-ingerido ou retido. Com a dieta à base de ST, verificaram-se as menores perdas e do total N-ingerido, 27,83% foi excretado como N-fecal, 26,03% como N-urina e 26,98% como N-leite, o que indica possivelmente melhor eficiência de utilização do nitrogênio.

Na Tabela 6 são descritas as médias diárias para as excreções de alantoína na urina e no leite, do ácido úrico, purinas totais e absorvidas, nitrogênio microbiano e eficiência microbiana com as dietas experimentais. Somente a excreção do ácido úrico foi menor ($P < 0,05$) para as dietas contendo grãos de soja.

Tabela 6- Médias diárias para as excreções de alantoína na urina (ALU) no leite (ALL), ácido úrico na urina (ACU), purina totais (PT), purinas absorvidas (PA), nitrogênio microbiano (Nmic) e eficiência microbiana (Emic), obtidas para as dietas experimentais e seus respectivos coeficientes de variação (CV%)

Variável	Dietas ¹				Média	Valor-P	CV (%)
	FS	SC	ST	FSU			
ALU (mmol/dia)	434,78	412,04	398,52	420,48	416,45	0,4395	13,00
ALL (mmol/dia)	12,47	13,24	13,44	11,98	12,78	0,0754	11,16
ÁCU (mmol/dia)	41,15 ^a	36,85 ^b	37,02 ^b	41,21 ^a	39,06	0,0004	6,79
PT (mmol)	488,40	462,13	448,99	473,67	468,30	0,3696	11,76
PA (mmol/dia)	415,70	393,37	382,19	403,18	398,61	0,3696	11,74
Nmic (g/dia)	299,65	283,55	275,50	290,62	287,33	0,3697	11,74
Emicg(PB/kgNDT)	132,97	135,28	135,47	128,54	133,06	0,6176	10,74

¹ Médias seguidas por letras iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O valor médio das excreções urinárias de alantoína verificadas no presente estudo, de 416,15 mmol/dia, para as diferentes dietas foi numericamente superior aos reportados por Pina

(2004), de 353,82 mmol/dia (15,5% de PB na MS) e Souza et al. (2006), de 285,7 a 310,8 mmol/dia (14% de PB na MS). Estes valores foram próximos aos calculados por Valadares et al. (1999), de 369 a 535 mmol/dia para vacas com produção de leite média de 40 kg, alimentadas com diferentes níveis de concentrado e silagem de alfafa. A relação alantoína excretada na urina versus total de derivados de purinas variou de 88,75 a 89,16%, estando próximo aos valores relatados por Oliveira et al. (2001) de 85,4 e 87,8%, Souza et al. (2006), de 81,7 a 83%, e Oliveira et al. (2007) de 81 a 82,7%.

A secreção média de alantoína no leite de 12,78 mmol/dia também não foi influenciada pelas dietas ($P>0,05$). Isto pode ser explicado pela produção de leite ser praticamente semelhante entre os animais desta pesquisa (29,14; 26,67; 26,77 e 27,52 kg/dia) que influencia na quantidade de alantoína no leite (Gonda e Linderberg, 1997). O valor médio encontrado para a secreção de alantoína no leite foi similar aos relatados por Oliveira et al. (2001) de 12,51mmol/dia, e numericamente inferior ao encontrado por Oliveira et al.(2007) de 28,5mmol/dia. A relação entre a secreção de alantoína no leite e excreção total de derivados de purinas variou de 2,52 a 2,99%, inferior às médias encontradas por Oliveira et al. (2001) de 3,37 a 4,49% com rações isoprotéicas com diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos e, próxima aos verificados por Pina (2004), de 2,64 a 3,23% para dietas com diferentes fontes protéicas.

As menores médias de ACU de 36,85 e 37,02 mmol/dia foram encontradas nas vacas alimentadas com SC e ST quando comparadas com aquelas que foram submetidas as dietas controle (FS) e FSU. Segundo Johnson et al. (1998), a relação ácido úrico e derivados de purinas na urina pode variar com a dieta e o estado fisiológico do animal. A média encontrada nesta pesquisa usando coleta *spot* de urina de 39,06mmol/dia está na faixa descrita por Valadares et al. (1999), de 35,5 a 52,4 mmol/dia obtida por coleta total de urina e de 24,6 a 52,6 mmol/dia com amostra *spot* de urina. A excreção do ácido úrico representou 8,4; 7,9; 8,2 e 8,7% das dietas com FS, SC, ST e FSU, respectivamente. Silva et al. (2001) registraram valores médios de 10,8%, Oliveira et al. (2001) de 10,52%, Souza et al. (2006) de 11,8%, próximos aos verificados neste estudo.

As excreções totais dos DP foram em média 468,30 mmol/dia e não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas. Outros valores são citados na literatura: Oliveira (2001) de 300,49 mmol/dia com rações isoprotéicas, Melo et al. (2004) de 448 mmol/dia com dietas contendo

palma e caroço de algodão e Pina (2004) de 397,38 mmol/dia em dietas de diferentes fontes protéicas. Esta amplitude de variação nos resultados encontrados por diversos autores, segundo Oliveira (2001), pode estar relacionada a fatores como balanceamento das dietas, produção de leite dos animais e da adição de fontes de nitrogênio não protéico nas dietas.

As purinas absorvidas e a produção de N microbiano também não diferiram ($P>0,05$) entre as dietas. A eficiência microbiana não foi influenciada pelas dietas ($P>0,05$). O valor médio da eficiência microbiana encontrado neste experimento de 132,89 gPB/kgNDT foi próximo ao valor sugerido pelo NRC (2001) de 130,89 gPB/kgNDT. De acordo com a revisão feita por Santos (1998), a proteína microbiana é a melhor fonte de aminoácidos disponíveis para síntese e produção de leite e o farelo de soja é uma das melhores fontes por possuir um bom perfil de aminoácidos, porém o autor não faz referência sobre a soja tostada. Chizzotti (2004) encontrou diferença significativa na produção de N-microbiano e na síntese de PB microbiana com animais de níveis de produção diferentes e atribui esta diferença ao consumo mais elevado pelos animais mais produtivos, fato que não ocorreu neste experimento.

4.4 Conclusões

Todas as dietas testadas podem ser consideradas como alternativa na alimentação de vacas em lactação, pois não alterou a produção microbiana, porém a adição de grãos de soja crus aumentou o teor de nitrogênio uréico no leite.

4.5 Literatura citada

- BERGMEYER, H.U. **Methods of enzymatic analysis**. Florida: VHC, 1985. 453p.
- BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v 80, p.2964-2971. 1997.
- BRANCO, A.F.; MOURO, G.F.; MACEDO, F.A.F. et al. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: Digestibilidade dos nutrientes e nutrientes digestíveis totais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.996-1000. 2001. [[Links](#)]
- CARVALHO, N. M. **Utilização do grão tostado de soja (Glycine max.(L)Merril) na alimentação de vacas em lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2001.
- CECAVA, M.J. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.73, n.9, p.2480-2488, 1991.
- 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 RESEARCH UNIT. Bucksburnd, Aberdeen: Research Institute, 1992, 21p.
- 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. 142p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CONTRERAS, P.A. Indicadores do metabolismo protéico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: Gonzáles, F..H..D. (Ed) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 23-30.
- DAVIDSON, S.; HOPKINS, B.A.; DIAZ, D.E. et al. Effects of amounts and degradability of dietary protein on lactation, nitrogen utilization, and excretion in early lactation holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.5, p.1681- 1689, 2003.
- FERGUSON, J.D.[2001] **Milk urea nitrogen**. Disponível em: http://cahpwww.vet.upenn.edu/mun/mun_info.html Acesso: 22/06/2007.

- FROSI, R.A.M.; MUHLBACH, P.R.F. Efeitos de tratamentos térmicos em grãos de soja na liberação de amônia *in vitro* da fração não degradada no rúmen. **Arquivos da Faculdade de Veterinária**, UFRGS.n. 29, v.2, p. 93-99, 2001.
- GONDA, H.L.; LINDBERG, J.E. Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.364-373, 1997.
- IMAIZUMI, H.; SANTOS, F. A. P.; VOLTOLINI, T. V. et al., Utilização de farelo de algodão como substituto do farelo de soja em dietas para vacas holandesas em lactação. 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Recife 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.
- JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; RILEY, R.E. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid allantoin. **Journal of Animal Science**, v.81, n.9, p.2408-2420, 1998.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R. A. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to national research council recommendations. **Journal of Animal Science**, v.82, n.6, p.1261-1273, 1999.
- KAUFFMAN, A.J.; ST-PIERRE, N.R. The relationship of milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n.10, p.2284-2294, 2001.
- LENG, R. A.; NOLAN, J.V. Nitrogen-metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n.5, p.1072-1089, 1984.
- MACHADO, P.F.; CASSOLI, L.D. In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE LEITE, 2002, Lavras. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p. 161-179.
- MELO, A.A.S. **Caroço de algodão como fonte de fibra e proteína em dietas a base de palma forrageira para vacas em lactação**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004. 83p. Tese (doutorado em Zootecnia) Universidade Federal rural de Pernambuco, 2004.
- MOSCARDINI, S.; WRIGHT, T.C.; LUIMES, P.H. et al. Effects of rumen nitrogen estimated from urinary excretion of purine derivatives in calves after nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 9, p.2421-2429, 1998.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7a. ed. Washington:National Academy Press, 2001.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R. F. D., VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativa das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.

- OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A., et al. Substituição do milho e do feno de capim-tifton por palma forrageira. Produção de proteína microbiana e excreção de uréia e de derivados de purinas em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.936-944, 2007.
- ORTOLONI, E.L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. **Arquivo da Escola de Veterinária da UFMG**, v.33, n.2, p.269-275, 1981.
- PEREIRA, M.L.A. **Proteína nas dietas de vacas nos terços inicial e médio da lactação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 105p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- PINA, D.S. **Diferentes fontes protéicas para vacas em lactação**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2004. 124p. (Dissertação de mestrado).
- RODRIGUEZ, L. A.; STALLINGS C. C.; HERBEIN J. H., et al. Effect of degradability of dietary protein and fat on ruminal blood and milk components of Jersey and Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.2, p. 353-363, 1997.
- 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.
- RUSSEL, J.B., O’CONNOR, J.D., FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n. 11, p.2551-3561, 1992.
- SAS INSTITUTE. Sas user’s guide: statistics, versão 5. Cary: Statistical Analysis System Institute, p.1028, 1991.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, p.199-208, 1974.
- SANTOS, F. A. P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C. B. et al. Effects of rumen undegradable protein on dairy cow performance: a 12 year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182-3213, 1998.
- STOKES, S.R.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. Impact of carbohydrate and protein levels on bacterial metabolism in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.860-870, 1991. [[Links](#)].
- SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1948-1957, 2001.

- SILVA, D.J. ; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos* (métodos químicos e biológicos).3^a. ed. Viçosa: UFV. 2002
- SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES, R.F.D. **Casca de café em dietas para vacas em lactação: balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1860- 1865, 2006.
- TORRES, C. A. A.; OLIVEIRA, M.M.N.F.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Uréia para vacas leiteiras no pós-parto: consumo, produção de leite, teor plasmático de uréia e pH uterino. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CDROOM.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Animal Science*, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N. A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivate excretion by steers. *Journal Agriculture Science*, v.114, n.3, p.243 -248, 1990.

Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Leiteiras Alimentadas com Soja em Diferentes Formas em Sistema de Confinamento *free stall*

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do ambiente térmico sobre as variáveis fisiológicas: frequência respiratória (FR), cardíaca (FC), temperatura retal (TR), taxa de sudção (TS), e produtivas: consumo de matéria seca (CMS), produção total de leite (PTL), proteína (PB%) e gordura (G %) obtidas na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, UFV - MG. Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa, com produção média de 30 kg /dia submetidas às seguintes dietas: farelo de soja (FS), soja crua (SC), soja tostada (ST) e farelo de soja com uréia a 5% (FSU). O volumoso foi a silagem de milho, constituindo 50% na base na matéria seca total das dietas. O período experimental teve duração de 84 dias, sendo que os primeiros 14 dias de cada período foram usados para adaptação dos animais às dietas. O CMS e as variáveis meteorológicas: velocidade dos ventos, temperatura do bulbo seco e úmido e temperatura do globo negro foram registrados diariamente. A produção de leite foi medida no 15º ao 21º dia, o leite analisado duas vezes em cada período e as variáveis fisiológicas foram medidas no 15º, 17º e 21º dia de cada período experimental. Foram verificadas diferenças significativas para todas as variáveis fisiológicas, exceto para a taxa de sudção (TS). Quando se analisou o consumo de MS, foi observado o menor valor no período 1 (P1) e a produção total de leite (PTL) e o percentual de gordura (G%) não foram influenciados entre períodos. O teor de proteína foi menor ($P < 0,05$) para o P1. Não houve efeito entre as dietas para as variáveis fisiológicas, porém a FR e FC diferiram nos horários de coletas. Concluiu-se que as variáveis fisiológicas não foram alteradas pelas dietas. Contudo, foram afetadas pelo ambiente térmico, resultando em redução do consumo de MS na época mais quente, porém não houve alteração na produção de leite. O teor de proteína foi influenciado pelos períodos experimentais.

Palavras-chaves: alimentação, bovinos leiteiros, desempenho, termorregulação.

Physiological and Productive Responses of Dairy Cows Fed Different Forms of Soybeans in Free Stall Confinement

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the thermal environmental effect on the physiological variables: respiratory frequency (RF), cardiac frequency (CF), rectal temperature (RT), sweat rate (SR); and the productive variables: dry matter consumption (DM), total milk production (TMP), protein (P%) and fat (F%) obtained from the Unit of Teaching, Research and Extension in Dairy Cattle at the Animal Science Department of the Federal University of Viçosa, UFV - MG. Twelve Holstein cows, with 30 kg/day average milk production, were fed the following diets: only soybean meal (SM- control diet), raw soybean (RS), roasted soybean (RTS) and soybean meal plus 5% urea (SMU). Corn silage comprised 50% (total DM basis) of the diets. The experimental period was 84 days, and the first 14 days were used for adaptation to the diets. DM contents and the meteorological variables wind speed, dry and wet bulb temperatures and black globe temperature were recorded daily. Milk production was recorded from the 15th to the 21st day, the milk was analyzed twice within each period and the physiological variables were taken on the 15th, 17th and 21st days of each experimental period. Significant differences were found for all thermoregulatory variables, except for sweat rate (SR). When DM consumption was analyzed, the lowest value was found in period 1(P1) and total milk production (TMP) and fat percentage (F%) were not significantly different among periods. Protein content was lower ($P < 0.05$) for P1. There was no significant effect among diets for the thermoregulatory variables, however RF and CF differed at collection times. It is therefore concluded that the thermoregulatory variables were not changed by the diets. They were nevertheless affected by the thermal environment, resulting in reduction of DM consumption in the hottest period, but without change in milk production. The protein content was affected by the experimental periods.

Keywords: feeding, dairy cattle, performance, thermoregulation

5.1. Introdução

A produção de leite e seus componentes em vacas da raça Holandesa apresentam uma grande variabilidade no Brasil. Originários de regiões de clima temperado, os animais destas raças encontraram em nosso país uma grande diversidade de condições climáticas, nutricionais e de manejo. Assim os efeitos dos fatores de meio ambiente que influenciam as características produtivas devem ser conhecidos. Com a evolução da bovinocultura leiteira, surgiram uma série de problemas metabólicos e de manejo, destacando-se, entre eles, o estresse calórico. A susceptibilidade dos bovinos da raça Holandesa ao estresse por altas temperaturas aumenta à medida que a umidade relativa e temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, o que dificulta a dissipação de calor que, por sua vez, aumenta a temperatura corporal, com efeito negativo sobre o desempenho.

Em muitos países em desenvolvimento, cada vez mais adota-se sistemas intensivos de produção de leite. O desempenho desses animais é avaliado com certa precisão, através das medidas de variáveis apropriadas, tais como ganho de peso, eficiência alimentar, quantidade e qualidade de leite e as respostas aos fatores ambientais que impõem, coletivamente ou separadamente, certo grau de desgaste nos animais, mensurável pelos resultados das disfunções verificadas na homeotermia.

A magnitude do estresse ambiental pode ser mensurada diretamente, pelas alterações hormonais e/ou na circulação sanguínea, na frequência cardíaca e na temperatura corporal, taxa de sudorese bem como indiretamente, através das respostas dos animais em termos de produtividade (Stott, 1981; Yousef, 1985; Zanella, 1995).

Segundo Nãas (1989), pesquisas demonstram que a eficiência do desempenho animal é resultado do funcionamento do seu sistema homeotérmico, e disfunções desse sistema provocam alterações significativas na eficácia da produção. As diferenças climáticas existentes entre o país de origem e o nosso impedem esses animais de expressarem seu potencial genético para produção leiteira, em função do sofrimento provocado pelos extremos climáticos observados em regiões tropicais e subtropicais, especialmente no verão, quando ocorrem altas temperaturas e umidade (Damasceno, 1998).

Um ambiente estressante provoca várias respostas, dependendo da capacidade do animal para adaptar-se. Em determinadas situações ambientais, o animal pode manter todas as suas

funções vitais (manutenção, reprodução e produção) e, em outras, estabelece prioridades. É importante mencionar que a função vital prioritária do animal é a manutenção. Mas tanto a manutenção quanto a reprodução e a produção estão sendo suprimidas à medida que o ambiente é mais estressante (Muller, 1989).

McDowell et al. (1972) observaram que a redução no consumo seria, também, pela ação inibidora do calor sobre o centro do apetite, pelo aumento da frequência respiratória e pela redução na atividade do trato gastrintestinal, resultando em diminuição na taxa de passagem do alimento e acelerando a inibição do consumo pelo enchimento do rúmen. Quando o ruminante está em estresse por calor, ocorre redução na ingestão de todos os tipos de alimentos, principalmente os volumosos que sofrem maior restrição.

O calor gerado para a produção de leite é função da ingestão e digestão dos alimentos, assim como da absorção e metabolização dos nutrientes (Pires, 1997). E, em se tratando de animais de aptidão leiteira, a produção de calor tende a ser em quantidades superiores, devido à intensa síntese de leite e à grande quantidade de alimento ingerido (Berbigier, 1988). Visto que a produção de leite gera grandes quantidades de calor, o aumento da temperatura ambiente induz à redução na taxa metabólica e, com isto, da produção endógena (Silva, 2000). Inúmeros trabalhos atestam os efeitos negativos das elevadas temperaturas sobre a produção de leite, reprodução e susceptibilidade a doenças.

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do ambiente térmico sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas em lactação alimentadas com soja em diferentes formas, em sistema de confinamento *free stall* nas épocas do outono e inverno.

5.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG. O município fica localizado na região da Zona da Mata Norte a uma latitude 20°45'14" sul e a uma longitude 42°52'55" oeste, estando a uma altitude de 648 metros. O clima na região é do tipo Cwb, segundo o sistema de Köppen, ou seja, mesotérmico com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. A temperatura média anual é de 21,8 °C e a precipitação pluviométrica anual de 1.221,4 mm (Brasil, 1992). Na Tabela 1 encontram-se as normais climatológicas, do município de Viçosa no ano de 2006.

Tabela 1 – Normais climatológicas da cidade de Viçosa, no ano de 2006

Meses	TMA (°C)	TME (°C)	TMI (°C)	UR (%)	PA (mbar)	PPt (mm)	IT (horas)
Janeiro	29,6	23,1	18,4	75,2	936,20	5,8	7,2
Fevereiro	30,3	23,6	19,4	87,4	935,00	3,0	9,4
Março	28,7	22,6	19,2	92,9	936,00	6,0	5,6
Abril	26,7	20,7	17,0	90,7	937,10	1,9	5,3
Mai	24,7	17,2	12,8	91,7	940,30	0,2	5,3
Junho	23,6	16,1	11,2	89,4	943,00	0,7	5,1
Julho	24,9	15,7	9,6	86,5	942,90	0,2	6,5
Agosto	25,9	18,2	13,3	78,5	941,10	0,4	5,8
Setembro	25,2	18,5	14,3	76,4	940,50	2,4	4,2
Outubro	26,0	20,6	17,3	81,0	937,60	5,0	2,8
Novembro	26,3	21,0	18,2	81,0	926,80	6,2	2,0
Dezembro	27,4	23,6	19,0	82,8	936,70	7,1	2,2

Fonte: Estação meteorologia da Universidade Federal de Viçosa. TMA = temperatura máxima; TME= temperatura média, TMI= temperatura mínima; UR= umidade relativa; PA = pressão atmosférica; PPt (mm) = precipitação pluviométrica IT = Insolação.

A instalação usada no presente estudo apresentava as seguintes características construtivas: 17m de comprimento e 14m de largura, laterais abertas, orientação da linha de cumeeira no sentido leste-oeste, corredor central com largura de 4 m, pé – direito central de 9 m, telhado de uma água com cobertura de telha de zinco galvanizado e sistema de lanternin vazado, piso de concreto, baias individuais com piso revestido de borracha, providas de cochos e bebedouros automáticos. A Figura 1 ilustra o tipo de instalação utilizada no experimento.



Figura 1-Vista geral do *free stall*

Foram utilizadas 12 vacas da raça Holandesa malhada de preto mantidas no sistema de estabulação permanente em *free stall* com produção média inicial de leite de 30 kg/dia com peso aproximado de 570 kg. Os animais foram distribuídos de acordo com a produção de leite e dias de lactação.

O período experimental teve duração de 84 dias, divididos em quatro períodos. Os primeiros 14 dias de cada período foram utilizados para adaptação dos animais às dietas experimentais, e a coleta de dados foi efetuada nos sete dias restantes.

As variáveis produtivas consumo de MS foi medido diariamente, a produção de leite do 15º ao 21º dia e a composição do leite duas vezes em cada período, no 17º e 19º dia. Para todas as variáveis fisiológicas a tomada de dados ocorreu no 17º, 19º e 21º dia.

Os animais foram distribuídos nas seguintes dietas: farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST) e farelo de soja mais uréia 5% (FSU). Estas foram feitas de maneira a atender as exigências nutricionais para manutenção e produção de leite de acordo com NRC (2001) e formuladas para serem isoprotéicas com aproximadamente 25% de proteína bruta (PB) na matéria natural do concentrado e 15,5% de proteína bruta na matéria seca total das dietas. Nas dietas com soja crua e tostada foi acrescentada uma porção de farelo de soja, cuja proporção objetivou calcular concentrados com nível de 25% de proteína bruta na matéria natural. O volumoso usado foi a silagem de milho. As análises dos nutrientes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), lignina e extrato etéreo (EE) foram realizadas segundo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) e podem ser visualizadas na Tabela 2.

Tabela 2- Composição química, em percentagem de MS, das dietas experimentais

Amostra ²	Dietas ¹			
	FS	SC	ST	FSU
MS	56,20	56,80	56,90	56,43
MO	94,01	93,66	93,99	95,02
PB	16,23	16,76	15,50	16,32
NIDA	3,77	3,48	3,67	3,05
EE	2,54	6,74	6,22	2,70
PDR ³ (%PB)	63,50	65,48	53,37	76,67
PNDR ³ (%PB)	36,50	34,52	46,63	23,33
FDN	40,47	40,68	41,16	43,79
FDNcp	34,27	34,25	34,56	38,33
CNF	40,74	35,36	37,72	41,24
L	1,40	3,55	3,08	2,08

¹Farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST); farelo de soja mais 5% de uréia (FSU). ² MS (matéria seca); MO (matéria orgânica), PB (proteína bruta); NIDA (nitrogênio insolúvel em detergente ácido); EE (extrato etéreo); ³ proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não degradada no rúmen (PNDR) estimados pela equação do NRC, (2001); FDN (fibra em detergente neutro); FDNcp (fibra em detergente neutro corrigida para proteína e cinza); carboidratos não fibrosos (CNF) = 100 - (%FDNcp + % PB + %EE + %cinzas); L (lignina).

Foram instalados no interior do estábulo e no ambiente externo, psicrômetros, para medidas das temperaturas e umidade do ar, e globotermômetro a 1,70m do solo, para obtenção do calor radiante. A medida da velocidade do vento foi registrada com o auxílio de anemômetro portátil.

Durante toda a fase experimental foram registradas a cada 2 horas, das 6 h às 18 h as variáveis meteorológicas. A partir dos dados das temperaturas do bulbo seco e úmido foi calculada a umidade relativa do ar, expressa em pressão parcial de vapor, representando a pressão exercida pelo conteúdo de vapor d'água na atmosfera não saturada que influencia diariamente as trocas térmicas por evaporação. Os cálculos foram feitos a partir da seguinte expressão:

a. Pressão parcial de vapor à temperatura do ar – Pp (ta)

$$Pp(ta) = Ps(tu) - \mu (ta - tu) \text{ onde :}$$

Ps (tu) = Pressão de saturação à temperatura tu

μ = constante psicrométrica, KPa/°C

ta = temperatura do ar ou do bulbo seco, °C

tu = temperatura do bulbo úmido, °C

Com as temperaturas do globotermômetro foi calculado o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), desenvolvido por Buffington et al. (1981) para vacas leiteiras. Este índice foi obtido pela expressão:

b. Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) onde:

$$\text{ITGU} = t_g + 0,36 t_{po} + 41,5\mu$$

T_g = temperatura do termômetro de globo °C

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, °C

41,5 = constante

A carga térmica radiante (CTR) foi estimada de acordo com a expressão abaixo:

c. Carga Térmica Radiante (CTR)

$$\text{CTR} = 1,053 hc (t_g - t_a) + \sigma t_g^4, \text{ W/m}^2 \text{ onde :}$$

hc = coeficiente de convecção do globo negro, W / m²/k

T_g = Temperatura do termômetro do globo °K

T_a = Temperatura do ar, °K

σ = constante de Stephan – Boltzman (5, 6697 x 10⁻⁸ W/ m²/k⁴). Esta medida foi calculada para verificar as influências das trocas térmicas por radiação entre o meio ambiente e o animal.

5.2.1 Variáveis produtivas

5.2.1.1 Consumo alimentar

A ração foi oferecida na forma de mistura completa *ad libitum* duas vezes ao dia após as ordenhas da manhã (8 h) e tarde (16 h) de forma a permitir sobras entre 5 a 10% da matéria natural. Diariamente, os alimentos volumosos e concentrados fornecidos a cada animal foram pesados e registrados para determinação do consumo individual. As sobras foram pesadas e descartadas, antes do arraçoamento matutino, para fins de ajustes da quantidade a ser oferecida. O volumoso foi amostrado diariamente e o concentrado a cada nova mistura, armazenada em geladeira e no final de cada período foi realizada uma amostra composta por animal.

5. 2.1.2 Produção de leite

A produção de leite/vaca foi monitorada e registrada do 15^o ao 21^o dia de cada período durante as ordenhas da manhã (6 h) e tarde (16 h), expressa em kg, medida na escala dos próprios medidores automáticos da ordenhadeira mecânica.

5.2.1.3 Composição do leite

Foram coletadas duas vezes, no 17^o e 19^o dia, em cada período, amostras individuais de leite das ordenhas da manhã e da tarde obtida diretamente do medidor automático e posteriormente feita uma amostra composta proporcional às produções da manhã e tarde, conforme recomendação de Broderick e Clayton (1997). As amostras de leite foram colocadas em recipiente próprio, contendo conservante (comprimidos de bronopol). Após cada período de coleta foram enviadas ao Laboratório de Qualidade do Leite - Embrapa Gado de Leite – Juiz de fora, Minas Gerais para análise da composição do leite (gordura, proteína, lactose)

5.2.2 Variáveis fisiológicas

5.2.2.1 Frequência respiratória, cardíaca e temperatura retal

Em cada vaca foi tomada a frequência respiratória (através dos movimentos dos flancos/minuto) com o auxílio de um cronômetro, por período de 30 segundos e o resultado multiplicado por dois para obtenção em minutos. A frequência cardíaca obtida com um estetoscópio colocado diretamente na região torácica esquerda, contando-se o número de movimentos durante 30 segundos, e o valor encontrado foi multiplicado por dois, determinando assim os batimentos por minuto e a temperatura retal aferida por termômetros clínicos digitais.

5.2.2.2 Taxa de sudção

A taxa de sudção foi realizada após a tomada da frequência cardíaca, respiratória e aferição da temperatura retal pelo método calorimétrico, descrito por Schleger e Turner (1965). Este consiste em se aplicar em uma região de 9cm², aproximadamente 30 cm da região dorsal, previamente depilada e limpa com álcool, discos de papel de cromatografia tipo whatnam, número 1, de 0,5 cm de diâmetro embebido em solução de cloreto de cobalto hexa hidratado e secos ao ar livre e, em seguida, na estufa a 80 °C até atingir a cor azul violácea. Após a

secagem, três discos foram fixados com fita adesiva em lâmina de vidro e conservados em dessecador contendo sílica. Todos os discos foram preparados duas horas antes de sua utilização. Após a aplicação da fita adesiva com os discos na área depilada do animal foi cronometrado o tempo, em segundos, gastos por cada disco para mudança da cor azul violácea para rosa claro. Os valores médios dos tempos de viragem registrados representaram observações correspondentes a três discos e o resultado aplicado na fórmula:

$$TS = 38446,6019/t \text{ onde:}$$

$$TS = \text{Taxa de sudação em g/m}^2/\text{hora};$$

t = tempo médio, em segundos, para a mudança de cor nos três discos de papel.

Os dados de frequência respiratória, cardíaca, aferição da temperatura retal e taxa de sudação desta pesquisa foram coletadas de 8 h às 9 h e de 15 h às 16 h no 17º, 19º e 21º dias.

5.2.3 Delineamento experimental e análises estatísticas

O experimento foi realizado em três quadrados latinos 4x4 simultâneos. Para analisar o efeito dos períodos de coletas, foi utilizado delineamento em quadrado latino e para o efeito de horário de coleta nos dados fisiológicos, acrescentou-se este efeito em subparcela:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + Q_j + P_{k(j)} + A_{l(j)} + e_{ijkl} + H_{lm} + TH_{ilm} + PH_{k(j)lm} + \varepsilon_{ijklm}$$

em que: Y_{ijk} é a observação da variável referente ao tratamento i , no quadrado latino j , no período k , no animal l e no horário m ; μ é a constante geral; T_i é o efeito relacionado ao tratamento i ; Q_j é o efeito do quadrado latino j ; P_k é o efeito do período k aninhado ao quadrado latino j ; A_l é o efeito do animal l aninhado ao quadrado latino j ; e_{ijkl} é o efeito residual das parcelas experimentais; H_{lm} é o efeito do horário de coleta lm ; TH_{ilm} ; $PH_{k(j)lm}$; e ε_{ijklm} é o erro aleatório, associado a cada observação, pressuposto NID (0; σ^2).

Realizou-se correlação de Pearson para as variáveis fisiológicas e produtivas versus as meteorológicas e para as fisiológicas versus produtivas.

Todos os dados foram analisados no programa SAS (1999) a 5% de probabilidade e as comparações de média pelo teste de Tukey.

5.3 Resultados e Discussão

5.3.1 Variáveis meteorológicas

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios das variáveis meteorológicas no interior do *free stall* durante todo o período experimental. Os dados de pluviosidade foram coletados na estação meteorológica da Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa – MG.

Tabelas 3 – Médias dos elementos meteorológicos e índices de conforto térmico registrados durante o período experimental

Evento astronômico	Mês de coleta	Elementos meteorológicos ¹					
		Tar (°C)	VV (m/s)	PP {ta} (Kpa)	¹ PPt (mm)	ITGU	CTR (W/m ²)
Manhã							
Outono	abril/2006	22,37	0,37	1,98	1,9	72,60	443,78
Outono	maio/2006	18,03	0,32	1,73	0,2	66,43	426,58
Inverno	Junho/2006	17,11	0,30	1,78	0,7	66,96	426,18
Tarde							
Outono	abril/2006	25,40	0,81	2,04	1,9	73,15	463,98
Outono	maio/2006	19,33	0,30	1,63	0,2	68,72	444,66
Inverno	Junho/2006	21,76	0,35	2,02	0,7	70,40	453,11

¹Tar (temperatura do ar); VV(velocidade dos ventos); PPta (pressão atmosférica); PPt (precipitação pluviométrica, obtida da estação meteorológica de Viçosa); ITGU (Índice de temperatura do globo e umidade); CTR (carga térmica radiante).

Ao longo do período experimental, as maiores médias de todos os dados climatológicos e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foram registrados na estação do outono e no mês de abril. As médias de leitura da temperatura do ar no interior do estábulo pela manhã e à tarde apresentaram pequenas amplitudes de variações, e a temperatura máxima (25,40° C) foi observada à tarde no mês de abril e a mínima (17,11° C) pela manhã, em junho. Nos restantes dos meses (maio e junho) foram verificadas menores temperatura do ar. A velocidade do vento foi em média 0,40 km/h.

A umidade relativa do ar expressa em pressão atmosférica (PP_{ta}) foi semelhante nos meses estudados sendo que o mês de abril apresentou as maiores médias de 1,98 pela manhã e 2,04 à tarde, associado às temperaturas ambientes mais elevadas.

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) praticamente não alterou, apresentando médias de 66,43 a 72,60 (manhã) e de 68,72 a 73,15 (tarde) com maiores valores numéricos observados também no mês de abril e a CTR com médias entre 426,18 a 463,98 w/m^2 . Os valores de ITGU e CTR obtidos no presente estudo são considerados normais para proteção dos animais contra a radiação solar.

Na Tabela 4 encontram-se os valores registrados para cada período e horários (manhã/tarde) dos elementos climatológicos e índice de conforto térmico (ITGU) durante as coletas.

Tabela 4- Médias dos elementos meteorológicos e índices de conforto térmico registrados durante os diferentes períodos e horários de coleta

Horário	Períodos ¹			
	P1	P2	P3	P4
	VV (m/s)			
Manhã	0,41	0,02	0,09	0,00
Tarde	0,45	0,19	0,17	0,07
Média	0,43	0,10	0,13	0,04
	Tar (°C)			
Manhã	18,57	16,82	13,92	14,72
Tarde	23,69	22,53	21,55	21,65
Média	21,13	19,67	17,73	18,18
	ITGU			
Manhã	66,68	64,40	62,95	61,43
Tarde	71,86	69,62	70,94	68,84
Média	69,27	67,01	66,95	65,13
	CTR (w/m^2)			
Manhã	415,77	406,24	407,78	392,68
Tarde	443,27	428,86	448,71	430,15
Média	429,52	417,55	428,25	411,41
	PP_{ta}			
Manhã	1,91	1,76	1,44	1,51
Tarde	2,08	1,95	1,79	1,74
Média	1,99	1,85	1,61	1,63

P1 = período 1 (17 a 24 de abril); P2 = período 2 (09 a 16 de maio); P3 = período 3 (31 de maio a 07 de junho); P4 = (22 a 29 de junho). ¹ VV (velocidade dos ventos); Tar (temperatura do ar); ITGU (Índice de temperatura de globo e umidade); ITGU (Índice de temperatura do globo e umidade); CTR (carga térmica radiante); PP_{ta} (pressão atmosférica).

Verificou-se no período 1 (P1) as maiores médias das variáveis meteorológicas e do Índice de Temperatura do Globo e umidade (ITGU) em relação aos demais períodos independente do horário analisado e no período 3 (P3) as mais baixas temperaturas do ar (Tar), pressão atmosférica (PP_{ta}) e menores ITGU.

Em se tratando de animais de aptidão leiteira, a produção de calor tende a ser em quantidades superiores, devido à intensa síntese de leite e à grande quantidade de alimento ingerido (Berbigier, 1988). Existe muita discussão sobre os limites de zona de conforto térmico (ZCT) dos animais; segundo Nãas (1989) a faixa de conforto térmico para vacas em lactação recomendada estaria entre 4 e 24 °C; Huber (1990) indica para animais da raça Holandesa temperaturas no intervalo de 4 a 26 °C. As mudanças na taxa metabólica, temperatura corporal, frequência respiratória e cardíaca são evidentes quando os animais se encontram fora da faixa de temperatura máxima e mínima ideal (McDowell, 1972). De acordo com estes autores considerando a maior (23,69°C) e menor (13,92°C) temperatura do ar, o interior do *free stall* proporcionou um microclima ideal para os animais. É possível que no P1, onde se registraram as maiores médias dos elementos climatológicos e ITGU tenha desencadeado alguma mudança no comportamento animal. Akari et al. (1987) ressaltaram que as vacas em lactação mantidas em sistema intenso de produção de leite podem vivenciar os efeitos do estresse térmico, quando submetidas a temperaturas elevadas durante o dia e então a noite com temperatura inferior a 18°C, há uma recuperação da situação gerada por estresse, conferindo-lhes tolerância.

Baêta (1985) relatou estudos realizados pelo National Weather Service - USA concluído após treze anos que ITGU de até 74 é condizente com um ambiente confortável, até 84 caracteriza situação perigosa e acima de 84 situação de emergência. Entretanto, Hahn (1985) observou que ITGU entre 72 a 82 e acima de 82 estabelecem uma situação de estresse por calor de moderado a severo. Segundo Bunffington et al. (1988), o ITGU é o índice mais seguro na predição do conforto térmico e de desempenho de vacas leiteiras. Embora tenha sido verificado no P1 o valor mais elevado de ITGU (71,86/tarde), as condições ambientais encontradas no interior do *free stall* parecem ser satisfatórias para o conforto térmico dos animais.

A umidade relativa do ar expressa em pressão parcial de vapor (PP_{ta}) foi semelhante nos meses estudados, e a maior média (2,08) foi no P1 e a menor (1,79) no P3, ambos no horário da tarde associado as variáveis climáticas mais elevadas (Tabela 4). É provável que isto possa ter dificultado os processos de dissipação do calor e tornado os animais um pouco

estressados nesta época. Vale ressaltar que, em condições de umidade elevada, o ar saturado irá inibir a evaporação da água pela pele e sistema respiratório, proporcionando ambiente mais estressante para o animal (Sota,1996).

A Carga Térmica Radiante (CTR) está ligada às trocas térmicas por radiação entre o animal e ambiente e, no presente estudo, os valores médios entre 392,68 a 448,71 w/m² são considerados normais para proteção dos animais contra a radiação solar.

5.3.2 Variáveis fisiológicas

Na Tabela 5 são mostradas as médias e seus respectivos erros-padrão para as variáveis fisiológicas nos diferentes períodos de coleta.

Tabela 5 – Médias e erros-padrão para as frequências respiratória (FR) e cardíaca (FC), taxa de sudação (TS) e temperatura retal (TR) em função dos diferentes períodos de coleta

Variável ¹	Período ²				Erro-padrão
	P1	P2	P3	P4	
FR (mov/min)	52,50a	40,58b	34,87b	37,04b	2,53
FC (bat/min)	84,33a	73,71b	73,45b	80,67ab	1,86
TS (g/m ² /h)	92,07	82,60	75,72	86,66	5,53
TR (°C)	39,04a	38,48ab	37,95b	38,29b	0,17

¹FR (frequência respiratória); FC (frequência cardíaca); TS (taxa de sudação); TR (temperatura retal); ² P1 = período 1 (17 a 24 de abril); P2 = período 2 (09 a 16 de maio); P3 = período 3 (31 de maio a 07 de junho); P4 = (22 a 29 de junho). Médias seguidas por letras distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que houve diferenças significativas em todas as variáveis fisiológicas (P<0,05) exceto para a TS nos diferentes períodos estudados.

A média geral da FR foi de 41,24 mov/min, superior a 24 mov/min que é considerado normal para vacas adultas em situação de conforto térmico (18°C) e, de acordo com Pereira (1986), podem oscilar entre 15 a 30mov/min. No P1observou-se maior (P<0,05) FR, de 52,50 mov/min, em relação aos demais períodos. Nos demais períodos a FR acompanhou as oscilações das variáveis meteorológicas e ITGU (Tabela 4). Apesar de a temperatura ambiental estar na faixa da termoneutralidade, as vacas no P1tiveram de recorrer a mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor corporal (aumento da FR como mecanismo adicional de perda de calor por sudorese) para manterem a homeotermia, possivelmente por serem animais de alta produção, o que significa maior sensibilidade ao estresse pelo calor devido a sua

alta taxa metabólica. O aumento da frequência respiratória constitui importante meio de perda de calor do corpo por evaporação (Bacchari, 2001). As médias das FR entre 34,87 a 52,50 mov/mim foram próximas daquelas encontradas por Kawabata (2003) de 45,5 movimentos/ min

para animais à sombra. O primeiro sinal visível de respostas ao estresse térmico é o aumento da FR (taquipnéia), embora este seja o terceiro mecanismo na seqüência de adaptação fisiológica, pois a vasodilatação periférica e o aumento da sudorese ocorrem antes. A frequência respiratória serve como advertência inicial ao estresse, aumentando marcadamente acima de sua normalidade na tentativa de manter a homeostase por meio de dissipação do excesso do calor corporal (Cunningham, 1999). Azevedo et al. (2005), mostraram ser a FR um indicador de estresse térmico melhor que a TR. Estes autores comentaram que os animais ao absorverem calor ambiental alteram a temperatura da pele, ativando o mecanismo homeostático, causando aumento na FR, prevenindo elevação na TR antes da temperatura atingir um ponto crítico.

Os valores de referência da FC para bovino adulto são de 50 a 70 batimentos por minutos. Houve diferença ($P < 0,05$) entre os períodos, quando se analisou a FC. Neste estudo, a FC seguiu a mesma tendência da FR, observando-se a maior média ($P < 0,05$) de 84,33 bat/min no P1 e as menores de 73,45 e 73,71 bat/min nos períodos 2 e 3, respectivamente. O aumento da FC está sujeita a grande número de fatores, além da temperatura ambiente, como a idade, individualidade, temperamento e grau de excitação do animal. A magnitude das variações depende de cada animal, pois as respostas ao estresse são diferentes, quando se comparam animais distintos (Silva e Godim, 1971).

A média geral para a TS de $84,26 \text{ g/m}^2/\text{h}^{-1}$ nos diferentes períodos não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos períodos experimentais observando-se como nas outras variáveis fisiológicas, numericamente a maior média ($92,07 \text{ g/m}^2/\text{h}^{-1}$) no P1 e a menor ($75,72 \text{ g/m}^2/\text{h}^{-1}$) no P3. Segundo Silva (2000), cerca de 2/3 da termólise evaporativa nos bovinos se processa por via cutânea e uma resposta fisiológica em condições de estresse térmico é o aumento da atividade da sudorese, para que haja eliminação de calor juntamente com o vapor d'água. Isto sugere que os animais durante o P1 fizeram uso deste meio de termorregulação, o que pode ser explicado devido a associação que existe com a temperatura retal a qual foi mais elevada ($39,04^\circ\text{C}$), apesar de se manter dentro da faixa de normalidade. Borges (1985), na sua pesquisa com vacas

Holandesas no Brasil, citou TS, no inverno, de 36,90 g/ m²/ h⁻¹ e Salla (2005) de 111g/m²/h durante o inverno com novilhas leiteiras.

A TR diferiu (P<0,05) entre os períodos e a maior média, de 39,04 °C, foi verificada no P1, superior às médias obtidas nos períodos (P3 e P4). A TR nos animais do P3 atingiu 37,95 °C, semelhante à encontrada por Ferreira, et al. (2006), no inverno de 37,94 °C. A TR dos

animais situou-se na faixa de 37,95°C a 39,04°C. O menor valor verificado no P3 deve-se possivelmente as menores médias das variáveis climatológicas e ITGU. Apesar da TR no P1 ser a mais elevada em relação aos demais períodos, esta se encontra dentro da faixa de normalidade para bovinos.

5.3.3 Variáveis produtivas

Na Tabela 6 encontram-se as médias do CMS e PTL, gordura e proteína nos diferentes períodos de coleta.

Tabela 6- Médias estimadas do consumo de matéria seca (CMS), produção total de leite (PTL) e teores de gordura e proteína em função dos períodos de coleta

Variável ²	Período ¹				CV(%)
	P1	P2	P3	P3	
CMS (kg/dia)	18,23b	19,62 ^a	19,71a	19,82a	4,18
PTL (kg/dia)	27,67	26,13	27,75	28,52	7,66
Gordura (%)	3,01	3,20	3,39	3,19	10,80
Proteína (%)	3,22b	3,29b	3,36ab	3,52a	5,49

¹ P1 = período 1 (17 a 24 de abril); P2 = período 2 (09 a 16 de maio); P3 = período 3 (31 de maio a 07 de junho); P4 = (22 a 29 de junho); ²CMS = consumo de matéria seca, PTL= produção total de leite. Médias seguidas por letras distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferenças (P<0,05) entre os períodos quando se analisou o consumo de MS, e foi observado no P1 o menor valor, quando comparado aos demais. Quando avaliado os resultados médios para PTL, estes não diferiram (P>0,05) entre os períodos. Foram encontradas diferenças significativas nos teores de proteína do leite (P<0,05) e os percentuais de gordura não diferiram entre os períodos (P>0,05).

De acordo com Collier et al. (1982), todas as alterações verificadas no organismo animal têm como objetivo reduzir a produção de calor, uma vez que o indivíduo esteja em condições termicamente adequadas. Desta forma, tende a reduzir a ingestão de alimentos na tentativa de diminuir a taxa metabólica e, conseqüentemente a produção de calor. Segundo o NRC (2001), a ingestão de alimentos começa a diminuir quando a temperatura ambiente se situa entre 25 e 26°C; a 30 °C é observada uma queda mais acentuada e aos 40 °C a ingestão da dieta declina em 40% em vacas da raça Holandesa em lactação. A média da temperatura do ar verificada no P1 foi de 21,13 °C; entretanto, os resultados encontrados para a FR foram superiores aos limites de referência, apesar da TR manter-se dentro dos padrões da normalidade, levando a crer que as vacas neste período fizeram uso desta forma de dissipação de calor para manter a homeotermia e, como conseqüência, houve depressão no consumo de MS ou então, por outros fatores não controlados, e não necessariamente devido às variáveis climáticas.

A literatura indica que a redução no consumo de alimentos, em vacas submetidas ao estresse calórico, é devida, principalmente, à redução no consumo de volumoso, sendo agravado quando não há possibilidade do animal selecionar o alimento. Quanto maior a participação do volumoso na dieta, maior será a produção de calor por unidade de energia metabolizável. Neste trabalho, as vacas receberam ração totalmente misturada com 50:50 (silagem de milho: concentrado) e pequena possibilidade de seleção. Pode ser que este sistema de alimentação tenha contribuído para maior produção de calor por unidade de energia metabolizável.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os períodos para a PTL. As médias encontradas foram 27,67 (P1); 26,13 (P2); 27,75 (P3) e 28,52 (P4) kg/dia. Fica difícil quantificar os efeitos diretos do ambiente sobre a produção de leite, uma vez que esta variável é amplamente afetada por outros fatores tais como o manejo nutricional ou mobilização de energia corporal. A principal razão para a diminuição da produção de leite é a redução do consumo de alimentos em ambientes quentes.

Vários índices de conforto térmico têm sido estabelecidos e usados para avaliar o conforto ou desconforto do animal em relação às condições de ambiente. Teixeira (1995) afirmou que o índice de conforto mais usado é o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Porém, para Silva (2000), esse índice é utilizado para avaliar o ambiente e não demonstra

diferenças para animais mantidos em interiores, à sombra ou sob o sol direto. Já Buffinton et al. (1988) afirmaram que o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) é o mais preciso para medir o conforto térmico, pois seu valor absoluto é calculado englobando os efeitos da temperatura do ar, velocidade dos ventos, umidade e da radiação.

Johnson (1980) afirmou que quanto mais alto o índice de produção de uma vaca, maior será a taxa metabólica e maior a sensibilidade ao estresse pelo calor verificando declínio na produção de leite, principalmente para vacas de maiores produções a partir do valor de ITU de 72. Aguiar et al. (1996) constataram redução na produção de leite de vacas Holandesas entre 3,6 e 4,5% com ITU de 72 a 74,4, respectivamente. Matarazzo (2004) constatou redução com 75,8 unidades. Nas condições deste experimento, o maior valor estimado para o ITGU foi de 71,86 unidades no P1, parecendo ser este ainda inexpressivo para proporcionar diminuição significativa na PTL (Tabela 6).

Os animais apresentaram os menores teores de proteína ($P < 0,05$), de 3,22%, no P1 e não foi verificada diferença ($P > 0,05$) nos teores de gordura do leite entre os períodos. Collier et al. (1981) não verificaram variações na percentagem de proteína do leite para vacas à sombra ou ao sol. Barbosa (2004), trabalhando com vacas holandesas à sombra verificou que variáveis meteorológicas mais elevadas influenciaram os teores de proteína e gordura do leite; entretanto, Arcaro Junior et al. (2001) não encontraram efeitos significativos nos teores de gordura do leite em vacas da raça Holandesa mantidas à sombra.

Na Tabela 7 podem ser visualizadas as médias e erros-padrão obtidas para as frequências respiratórias (FR) e cardíaca (FC), taxa de sudação (TS) e temperatura retal (TR) nas diferentes dietas e horários de coleta.

Tabela 7- Médias estimadas e erros-padrão da frequência respiratória, cardíaca, temperatura retal e taxa de sudção nas diferentes dietas e horários de coleta

	Variáveis fisiológicas ¹			
	FR	FC	TR	TS
		Dietas ²		
FS	38,96	78,58	38,48	86,15
SC	40,58	77,25	38,40	83,69
ST	40,92	77,42	38,45	76,30
FSU	44,54	78,92	38,42	90,91
Erro-padrão	3,56	2,57	0,24	7,67
		Horários ³		
Manhã	38,25A	75,92A	38,39A	84,16A
Tarde	44,25B	80,17B	38,49 ^a	84,36A
Erro-padrão	1,41	1,36	0,14	4,27

¹ FR (frequência respiratória); FC (frequência cardíaca); TR (temperatura retal); TS (taxa de sudção); ² farelo de soja (FS); soja crua (SC); soja tostada (ST) e farelo de soja com 5% de uréia. (FSU). ³Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade.

As variáveis fisiológicas não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas. O aumento da FR e FC à tarde ($P<0,05$) já eram esperados, uma vez que a combinação dos elementos climáticos e ITGU foram maiores neste período, podendo ter promovido maior grau de desconforto aos animais e dificultando os processos de dissipação de calor.

Independente da dieta, os dados fisiológicos da FR e de FC como já foram comentados anteriormente, mantiveram-se acima dos valores considerados como referência, demonstrando que os animais tiveram que acionar o mecanismo de termólise respiratória evaporativa como forma de dissipar calor. Entretanto, de maneira geral, a TR manteve-se dentro da normalidade, sugerindo que os mecanismos de termorregulação usados, tenham sido suficientes para que fosse mantida a homeotermia.

Na Tabela 8 e Figuras 1 e 2 encontram-se os coeficientes de correlação de Pearson e a relação entre as variáveis meteorológicas: CTR, PP{ta}, Tar, VV e ITGU com as fisiológicas: FR, FC, TR e TS e produtivas: CMS, PTL, proteína e gordura.

Tabela 8 – Coeficientes de correlação de Pearson das variáveis meteorológicas com as características fisiológicas e produtivas de vacas da raça Holandesa

	Variáveis meteorológicas ¹				
	CTR (W/m ²)	ITGU	PP(kpa)	Tar(°C)	VV(m/s)
	Variáveis fisiológicas ²				
FR (mov/min)	0,2212 ⁴ (0,0303) ⁵	0,4216 (<0,0001)	0,5437 (<0,0001)	0,5613 (<0,0001)	0,2428 (0,0171)
FC (bat/min)	-0,0482 (0,6406)	0,2905 (0,0041)	0,5097 (<0,0001)	0,3023 (0,0028)	-0,0359 (0,7283)
TR (°C)	0,0507 (0,6236)	0,3169 (0,0017)	0,3645 (0,0003)	0,3670 (0,0002)	-0,0111 (0,9141)
TS (g/m ² /h)	-0,0273 (0,7919)	0,1728 (0,0922)	0,2140 (0,0663)	0,1995 (0,0513)	-0,0596 (0,5641)
	Variáveis produtivas ³				
CMS (kg/dia)	-0,0965 (0,0772)	-0,1492 (0,0062)	-0,1285 (0,0184)	-0,1559 (0,0042)	-0,0692 (0,2054)
PTL (kg/dia)	0,0168 (0,7585)	0,0331 (0,5449)	0,0400 (0,4646)	0,0317 (0,5626)	-0,017 (0,7544)
Proteína (%)	-0,2077 (0,1566)	-0,2726 (0,0608)	-0,2475 (0,0899)	-0,2325 (0,1117)	-0,2238 (0,1263)
Gordura (%)	-0,0055 (0,9705)	-0,1712 (0,2446)	-0,2725 (0,0610)	-0,2901 (0,0455)	-0,2230 (0,1276)

¹carga térmica radiante (CTR) ; Índice de temperatura do globo e umidade (ITGU); pressão parcial de vapor (PP{ta}); temperatura do ar (Tar); velocidade dos ventos (VV), ²freqüência respiratória (FR); freqüência cardíaca (FC); temperatura retal (TR); taxa de sudação (TS).³ consumo de matéria seca (CMS); produção total de leite (PTL).⁴Coeficiente de correlação. ⁵Valor-P.

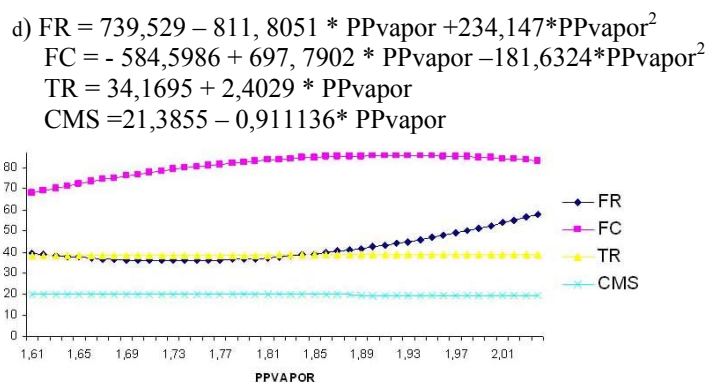
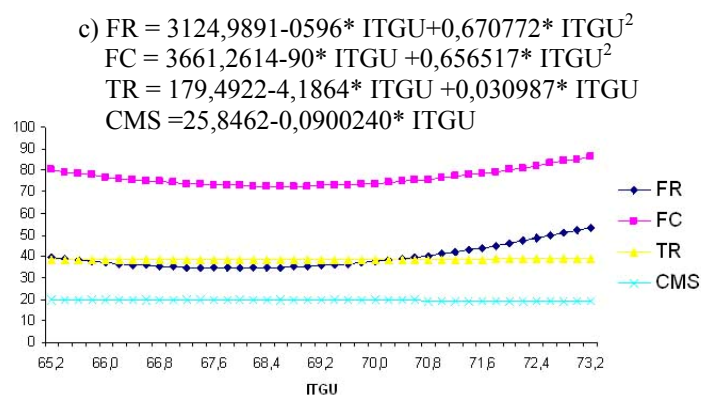
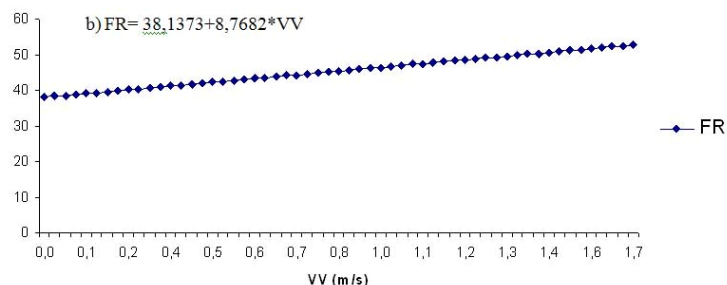
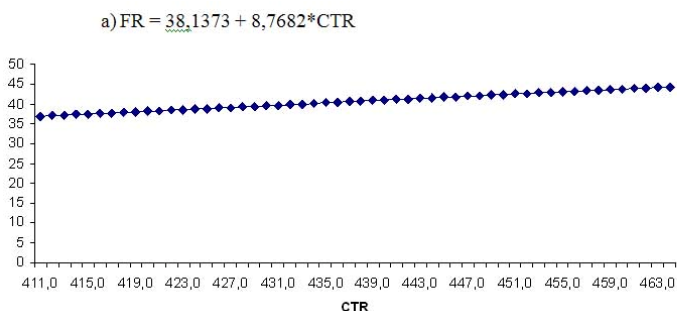
A CTR e a VV correlacionou-se apenas com a FR, não apresentando efeitos (P>0,05) com as demais variáveis fisiológicas ou produtivas. Excetuando a TS, o ITGU, PP e Tar se correlacionaram (P<0,05) com as demais variáveis fisiológicas e com o CMS, sendo que a Tar também se correlacionou (P<0,05) com o percentual de gordura do leite.

A TS não foi influenciada (P>0,05) pela condição ambiental, os animais não tiveram maior necessidade de acionar este mecanismo de termorregulação.

A FR correlacionou-se de maneira positiva com todas as variáveis meteorológicas estudadas, revelando efeito quadrático (P<0,05), indicando que nas épocas mais quentes os animais recorreram aos mecanismos adaptativos fisiológicos de perda de calor para evitar a hipertermia. Este aumento da FR (taquipnéia) é necessário para promover a termólise, visando manter a temperatura corporal dentro dos limites fisiológicos.

Analisando os efeitos das variáveis meteorológicas com as fisiológicas, os resultados observados para TR, determinada pelo equilíbrio entre a perda e ganho de calor, apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$) para ITGU e linear ($P < 0,05$) para $PP\{ta\}$ e Tar (Figura1). Os coeficientes positivos entre o ITGU e as variáveis fisiológicas indicam efeito quadrático ($P < 0,05$) para a FR, a FC e a TR. A $PP\{ta\}$ apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) para a FR e FC e linear ($P < 0,05$) para a TR. A Tar indicou efeito quadrático ($P < 0,05$) para a FR e linear ($P < 0,05$) para a FC e TR. A elevação no ITGU e nestes elementos meteorológicos ocasionam desconforto térmico traduzidas por maiores elevações nestas variáveis fisiológicas.

Quanto a comparação do ambiente térmico e seus efeitos no consumo de MS, o ITGU, a $PP\{ta\}$ e a Tar revelaram efeito linear ($P < 0,05$). Estas variáveis foram as que mais influenciaram, correlacionando positivamente, ou seja, condições climáticas desfavoráveis são responsáveis, em parte, pela depressão no consumo de alimentos. A percentagem de gordura do leite apresentou efeito linear ($P < 0,05$) com a temperatura do ar.



e) $FR = 206,7641 - 18,6869 * Tar + 0,508983 * Tar^2$
 $FC = 59,1146 + 0,93542 * Tar$
 $TR = 35,9754 + 0,121835 * Tar$

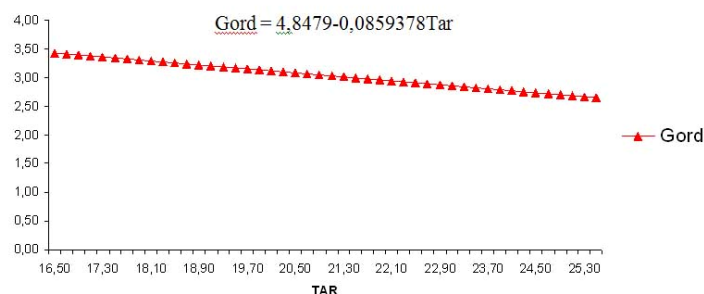
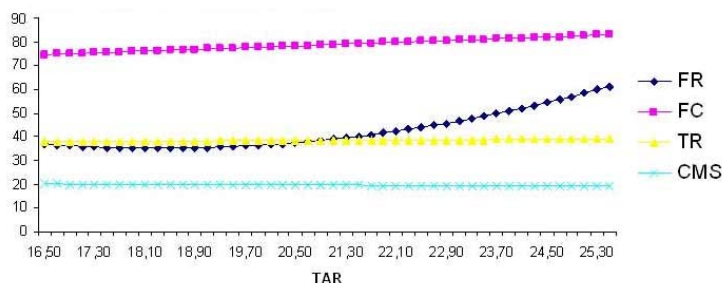


Figura1-Variáveis termorreguladoras (frequência respiratória-FR; cardíaca-FC; temperatura retal-TR; taxa de sudção-TS) e produtivas (consumo de matéria seca-CMS; produção total de leite-PTL; gordura-G; proteína-P) em função das variáveis meteorológicas (carga térmica radiante-CTR; índice de temperatura do globo e umidade-ITGU; pressão atmosférica-PP; temperatura do ar-Tar; velocidade do vento-VV).

Na Tabela 9 são exibidos as correlações de Pearson entre as variáveis fisiológicas e produtivas.

Tabela 9 – Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis fisiológicas e produtivas

Variáveis ¹ Produtivas	Variáveis fisiológicas ²			
	FR	FC	TR	TS
CMS (kg/dia)	-0,3685 ³ (0,0002) ⁴	-0,7859 (<0,0001)	0,9603 (<0,0001)	-0,2248 (0,0268)
PTL (kg/dia)	-0,3314 (<0,0001)	0,1017 (0,1603)	-0,0614 (0,3973)	-0,1775 (0,0138)

¹ consumo de matéria seca (CMS); produção total de leite (PTL); ² frequência respiratória (FR); frequência cardíaca (FC); temperatura retal (TR); taxa de sudção (TS). ³ Coeficiente de correlação. ⁴ Valor-P.

Houve correlação positiva entre o consumo de MS e a TR e, negativa com as demais variáveis, apresentando efeito quadrático ($P < 0,05$) com todas as variáveis fisiológicas estudadas (Figura 2). A TR apresentou o maior coeficiente de correlação ($r = 0,9603$) indicando que esta variável influenciou na redução do CMS. A PTL correlacionou-se de maneira negativa com a FR e TS, revelando efeito linear ($P < 0,05$). A redução no consumo de MS em situação de estresse térmico é devida possivelmente à ação do calor no centro da saciedade ocasionando aumento da FR, e como consequência diminuição da atividade do trato gastrintestinal, resultando em lenta taxa de passagem e rápido enchimento do rúmen, redução na preensão, mastigação e ruminação do alimento ocasionando menor produção de leite.

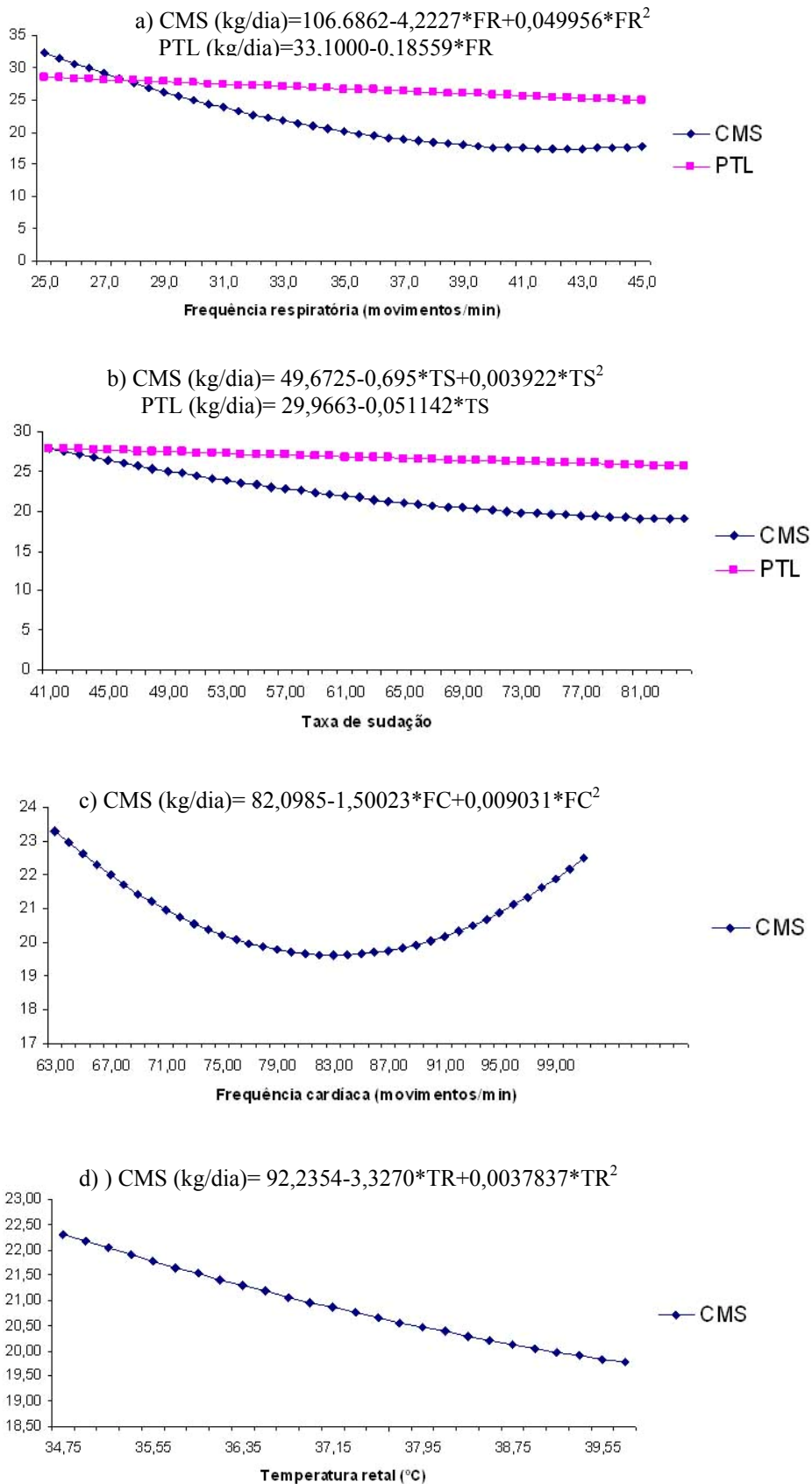


Figura 2 – Consumo de matéria seca (CMS) e produção total de leite (PTL) em função das variáveis fisiológicas (frequência respiratória; cardíaca-FC; temperatura retal-TR; taxa de sudção-TS).

5.4 Conclusões

As variáveis fisiológicas: temperatura retal, frequência respiratória, cardíaca e taxa de sudação não foram alteradas pelas dietas, contudo o ambiente térmico reduziu o consumo de matéria seca na época mais quente. Porém os mecanismos de dissipação de calor foram eficientes para que os animais mantivessem a homeotermia sem prejuízo para a produção de leite.

As condições de criação intensiva exigem a adaptação fisiológica dos animais. Muitos dos problemas especialmente de vacas leiteira criadas em sistema de confinamento não podem ser solucionados apenas por pesquisa em nutrição, fisiologia e controle de doenças, necessitando de investigações do comportamento do animal estabulado para que possa então ter respostas positivas no sistema de criação como um todo.

5.5 Literatura citada

- ARCARO JÚNIOR, I.; ARCARO, J.R.P.; POZZI, C.R. et al. Efeitos da climatização em sala de espera sobre a produção e a composição do leite e os parâmetros fisiológicos de vacas em lactação. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 3., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá, 2001. CD-Rom.
- AGUIAR, A. S.; TARGA, A.L. Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso à sombra natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.9-21, 1996
- AKARI, C.T.; NAKAMURA, R. M.; KAM, L.W.G. Diurnal temperature sensitivity of dairy cattle in a naturally cycling environment. **Journal of Thermal Biology**, v.12, n.1, p.23-26, 1987.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M., et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v., n. p., 2005.
- BACARRI, Jr. F.A. A temperatura corporal dos bovinos. **Revista do Gado holandês**, n.152, p.15-19, 1990.
- BAÊTA, F.C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and air velocity in the warm season. 1985. 218p. Tesis (Doctor of Philosophy) – University of Missouri, Columbia.
- BARBOSA, O.R.; BOZA, P.R.; SANTOS, G.T.; et al. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vaca da raça Holandesa durante o verão. **Revista Acta Scientiarum. Animal sciences**, v. 26, n.1, p.115-122, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. Normas Climatológicas (1961-1990). Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84p.
- BERBIGIER, P. Bioclimatologie des ruminants domestiques em zona tropicale, Paris: INRA, 1988. 233p.
- BORGES, F.M.A. **Relação entre as características do pelame, a taxa de sudorese e o comportamento na pastagem de vacas Holandesas**, Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1985. 65p. Monografia de graduação.

- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2071, 1997.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A; CATON, G. H. et al. Black Globe-Humidity Index (BGHI) as confort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24 p. 711 – 714, 1988.
- COLLIER, R.J.; ELEY, R.M.; SHARMA, A. K. et al. Shade management in subtropical environment for milk yield and composition in Holstein and jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.844-849, 1981
- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Riodejaneiro: Guanabara Koogan, 1999 454 p.
- DAMASCENO, J. C.; BACARRI JR., F.; TARGA, L.A. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3 p. 595-602, 1998.
- FERREIRA, F.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec.**, v.58, n.5 p.732-738, 2006.
- HAHN, L.G. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. **Journal of Animal Science**, Menasha, v. 52, n.1, p.175-186, 1981.
- HUBER, J.T. Alimentação de vacas de alta produção sob condições de estresse térmico. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA. Piracicaba: FEALQ, 1990. p.33-48.
- JOHNSON, H.D.Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **International Journal of biometeorology**, Berlim. V.24, p.65-78,1980.
- KAWABATA, C.Y. **Desempenho térmico de diferentes tipos de telhados em bezerreiros individuais**. Dissertação de mestrado, Pirassununga-SP, 2003. 94p.
- MATARAZZO, S.V. Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo free stall para vacas em lactação. 2004. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba.
- McDOWELL, R.E. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: freeman, 1972. 711p.
- MULLER, R.P. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 1989, 262 p.

- NÃAAS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989, 183p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, D.C. National Academic Press, 2001. 381p.
- PEREIRA, K.S.; GWAZDAUSKAS, F. C.; PEARSON, R. E. et al. Effect of season and stage of lactation on performance of Holstein. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.28-236, 1986.
- PIRES, M.F.A. **Comportamento, parâmetros fisiológicos e reprodutivos de fêmeas da raça Holandesa confinada em “freestall”, durante o verão e inverno**, 1997. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais – Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 1997.
- SALLA, L.E. Comportamento de pastejo e características adaptativas de novilhas leiteiras em sistema de pastejo rotacionado. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais – UFV, 2005.
- SAS INSTITUTE. User’s guide: statistics. SAS (Release 8.1). SAS Inst. Inc. Cary, 1999 – 2000. 620p.
- SCHLEGER, A.V.; TURNER, H. G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. **Australian journal of Agricultural Research**, v. 16, p.92 -106, 1965.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo. Nobel. 2000. 286p.
- SILVA, D.J. ; QUEIROZ. A.C. *Análise de alimentos* (métodos químicos e biológicos). 3ª.ed. Viçosa: UFV. 2002.
- SILVA, R. G.; GONDIM, A. G. Comparação entre as raças Sindi e Jersey e seus mestiços, relativamente a tolerância ao calor na região Amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 37-44, 1971.
- STOTT, G. H. What is animal stress and how is it measured? **Journal of Animal Science**, v.52, n.1, p.150-153, 1981.
- SOTA, R.L. Fisiologia ambiental: mecanismos de respuestas del animal al estresse calórico. In: JORNADA DE MANEJO DEL ESTRESS CALÓRICO, 1., La Plata, 1996. *Anais...* La Plata: EDULP, 1996. p.1-43.
- TEIXEIRA, V.H. **Resfriamento adiabático evaporativo na edificação de maternidade para suínos**. 1995. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1995.
- YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. v.2. Ungulates. Flórida: Boca Raton, 1985. 171p.

ZANELLA, A.J. Indicadores fisiológicos e comportamentais do bem-estar animal. **A hora Veterinária**, n.83, p.48-50, 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 1A – Tratamento, tempo, repetição, degradabilidade da matéria seca (DMS) e proteína bruta (DPB) dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem

TRATAMENTO	TEMPO	REPETIÇÃO	DMS	DPB
1	0	1	20,91	20,95
1	0	2	20,89	21,60
1	0	3	20,19	19,30
2	0	1	28,91	21,72
2	0	2	21,14	16,96
2	0	3	21,20	16,94
3	0	1	22,93	19,27
3	0	2	32,94	22,82
3	0	3	32,54	21,78
4	0	1	17,58	20,54
4	0	2	22,19	17,38
4	0	3	22,87	18,98
5	0	1	22,44	15,39
5	0	2	30,20	26,76
5	0	3	29,78	25,50
6	0	1	20,57	16,40
6	0	2	23,20	19,00
6	0	3	22,80	18,90
1	2	1	49,33	36,78
1	2	2	52,31	40,50
1	2	3	47,36	38,46
2	2	1	37,85	21,23
2	2	2	45,37	26,88
2	2	3	40,67	22,66
3	2	1	40,44	23,09
3	2	2	39,16	24,82
3	2	3	35,23	15,17
4	2	1	38,36	18,12
4	2	2	37,92	17,58
4	2	3	33,97	14,87
5	2	1	42,81	32,33
5	2	2	38,69	30,05
5	2	3	37,24	29,09
6	2	1	40,58	20,28
6	2	2	41,46	24,83
6	2	3	39,07	28,35
1	4	1	60,27	46,35
1	4	2	56,75	40,38
1	4	3	58,06	49,55
2	4	1	47,82	33,39
2	4	2	45,05	29,11
2	4	3	46,96	32,25
3	4	1	46,68	30,63
3	4	2	46,50	31,53
3	4	3	48,92	33,72
4	4	1	42,40	27,34
4	4	2	41,92	26,78
4	4	3	43,46	29,45
5	4	1	49,01	39,26

Continuação 1A

TRATAMENTO	TEMPO	REPETIÇÃO	DMS	DPB
5	4	2	48,20	37,53
6	4	2	47,60	37,10
6	4	3	50,14	41,72
1	8	1	57,13	48,55
1	8	2	47,42	41,82
1	8	3	56,21	50,30
2	8	1	51,08	37,47
2	8	2	61,74	50,40
2	8	3	46,72	33,92
3	8	1	53,53	35,32
3	8	2	40,97	31,72
3	8	3	45,25	34,36
4	8	1	46,70	30,30
4	8	2	42,57	27,64
4	8	3	42,30	29,63
5	8	1	48,66	39,82
5	8	2	53,91	41,18
5	8	3	49,34	38,40
6	8	1	52,12	45,00
6	8	2	40,26	37,16
6	8	3	49,55	42,14
1	16	1	77,07	75,72
1	16	2	69,76	67,65
1	16	3	76,85	73,18
2	16	1	69,32	60,37
2	16	2	63,67	50,15
2	16	3	58,29	50,10
3	16	1	70,98	61,15
3	16	2	72,35	65,54
3	16	3	70,57	62,15
4	16	1	62,71	51,73
4	16	2	61,22	49,26
4	16	3	56,97	44,46
5	16	1	69,97	62,70
5	16	2	62,46	65,13
5	16	3	73,08	70,10
6	16	1	68,99	62,21
6	16	2	74,38	67,61
6	16	3	73,75	69,14
1	24	1	91,68	95,95
1	24	2	94,85	97,73
1	24	3	95,32	98,27
2	24	1	89,00	89,74
2	24	2	92,84	93,87
2	24	3	90,28	89,23
3	24	1	89,83	89,97
3	24	2	94,56	93,96
3	24	3	95,67	95,67
4	24	1	83,95	79,89
4	24	2	79,53	73,39
4	24	3	75,71	68,10

Continuação 1A

TRATAMENTO	TEMPO	REPETIÇÃO	DMS	DPB
5	24	1	95,32	97,46
5	24	2	95,73	97,48
5	24	3	95,47	96,80
6	24	1	95,31	97,47
6	24	2	91,54	94,08
6	24	3	90,09	92,83
1	48	1	96,79	98,81
1	48	2	96,78	98,96
1	48	3	96,73	98,82
2	48	1	99,26	99,69
2	48	2	98,96	99,36
2	48	3	98,93	99,55
3	48	1	99,08	99,28
3	48	2	98,78	99,01
3	48	3	98,40	98,82
4	48	1	96,16	95,20
4	48	2	94,74	93,65
4	48	3	97,43	96,92
5	48	1	98,65	99,29
5	48	2	97,06	98,39
5	48	3	96,26	97,00
6	48	1	98,99	99,50
6	48	2	98,39	98,87
6	48	3	97,55	98,33

Tabela 2A – Tratamento, repetição, proteína bruta não degradada no rúmen (PNDR) após 16 horas de incubação dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem

TRATAMENTO	REPETIÇÃO	PNDR
1	1	38,00
1	2	36,85
1	3	36,37
1	4	38,68
1	5	40,01
1	6	39,96
1	7	38,53
1	8	35,26
1	9	38,68
1	10	38,90
2	1	57,57
2	2	60,07
2	3	55,08
2	4	60,79
2	5	62,55
2	6	56,86
2	7	57,89
2	8	57,92
2	9	57,27
2	10	57,79
3	1	59,72
3	2	57,61
3	3	59,65
3	4	59,05
3	5	59,48
3	6	60,84
3	7	62,79
3	8	59,51
3	9	60,45
3	10	62,85
4	1	61,86
4	2	75,01
4	3	74,56
4	4	68,53
4	5	68,58
4	6	70,27
4	7	70,15
4	8	64,25
4	9	60,97
4	10	63,01
5	1	57,36
5	2	52,84
5	3	54,91
5	4	56,19
5	5	55,29
5	6	66,26
5	7	56,07
5	8	53,88

Continuação 2A

TRATAMENTO	REPETIÇÃO	PNDR
5	9	59,48
5	10	65,40
6	1	49,69
6	2	57,81
6	3	53,61
6	4	56,86
6	5	53,42
6	6	54,09
6	7	58,89
6	8	56,10
6	9	53,70
6	10	62,61

Tabela 3A – Tratamento, repetição, digestibilidade da proteína bruta não degradada no rúmen (DPNDR) após 16 horas de incubação dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem

Tratamento	Repetição	DPNDR
1	1	88,03
1	2	84,68
1	3	86,03
1	4	86,05
1	5	86,23
2	1	67,40
2	2	81,84
2	3	72,21
2	4	72,21
2	5	77,03
3	1	76,06
3	2	66,55
3	3	76,06
3	4	61,80
3	5	85,56
4	1	88,83
4	2	75,50
4	3	79,95
4	4	71,06
4	5	71,06
5	1	74,10
5	2	69,16
5	3	98,80
5	4	88,92
5	5	98,80
6	1	70,00
6	2	80,00
6	3	70,00
6	4	95,00
6	5	75,00

Tabela 4A – Tratamento, repetição, proteína bruta não degradada no rúmen (PNDR), digestibilidade da proteína não degradada no rúmen (DigPNDR), proteína não degradada no rúmen digestível no intestino (PNDR_D) após 16 horas de incubação dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem

Tratamento	Repetição	PNDR	DigPNDR	PNDR _D
1	1	38	88,03	33,45
1	2	36,85	84,68	31,20
1	3	36,37	86,03	31,29
1	4	38,68	86,05	33,28
1	5	40,01	86,23	34,50
1	6	39,96	88,03	35,18
1	7	38,53	84,68	32,63
1	8	35,26	86,03	30,33
1	9	38,68	86,05	33,28
1	10	38,9	86,23	33,54
2	1	57,57	67,4	38,80
2	2	60,07	81,84	49,16
2	3	55,08	72,21	39,77
2	4	60,79	72,21	43,90
2	5	62,55	77,03	48,18
2	6	56,86	67,4	38,32
2	7	57,89	81,84	47,38
2	8	57,92	72,21	41,82
2	9	57,27	72,21	41,35
2	10	57,79	77,03	44,52
3	1	59,72	76,06	45,42
3	2	57,61	66,55	38,34
3	3	59,65	76,06	45,37
3	4	59,05	61,8	36,49
3	5	59,48	85,56	50,89
3	6	60,84	76,06	46,27
3	7	62,79	66,55	41,79
3	8	59,51	76,06	45,26
3	9	60,45	61,8	37,36
3	10	62,85	85,56	53,77
4	1	61,86	88,83	54,95
4	2	75,01	75,5	56,63
4	3	74,56	79,95	59,61
4	4	68,53	71,06	48,70
4	5	68,58	71,06	48,73
4	6	70,27	88,83	62,42
4	7	70,15	75,5	52,96
4	8	64,25	79,95	51,37
4	9	60,97	71,06	43,33
4	10	63,01	71,06	44,77
5	1	57,36	74,1	42,50
5	2	52,84	69,16	36,54
5	3	54,91	98,8	54,25
5	4	56,19	88,92	49,96
5	5	55,29	98,8	54,63
5	6	66,26	74,1	49,10
5	7	56,07	69,16	38,78
5	8	53,88	98,8	53,23

Continuação 4ª

Tratamento	Repetição	PNDR	DigPNDR	PNDR_p
5	9	59,48	88,92	52,89
5	10	65,4	98,8	64,62
6	1	49,69	70	34,78
6	2	57,81	80	46,25
6	3	53,61	70	37,53
6	4	56,86	95	54,02
6	5	53,42	75	40,07
6	6	54,09	70	37,86
6	7	58,89	80	47,11
6	8	56,1	70	39,27
6	9	53,7	95	51,02
6	10	62,61	75	46,96

Tabela 5A – Tratamento, repetição, proteína bruta não degradada no rúmen (PNDR), proteína degradada no rúmen (PDR), digestibilidade da proteína não degradada no rúmen (DigPNDR), proteína não degradada no rúmen digestível no intestino (PNDR_D) após 16 horas de incubação dos grãos de soja crus e tostados com diferentes temperaturas e procedimento de tostagem

Tratamento	Repetição	PNDR	PDR	DigPNDR	PNDR _D
1	1	38,00	62,00	88,03	33,45
1	2	36,85	63,15	84,68	31,20
1	3	36,37	63,63	86,03	31,29
1	4	38,68	61,32	86,05	33,28
1	5	40,01	59,99	86,23	34,50
1	6	39,96	60,04	88,03	35,18
1	7	38,53	61,47	84,68	32,63
1	8	35,26	64,74	86,03	30,33
1	9	38,68	61,32	86,05	33,28
1	10	38,9	61,1	86,23	33,54
2	1	57,57	42,43	67,4	38,80
2	2	60,07	39,93	81,84	49,16
2	3	55,08	44,92	72,21	39,77
2	4	60,79	39,21	72,21	43,90
2	5	62,55	37,45	77,03	48,18
2	6	56,86	43,14	67,4	38,32
2	7	57,89	42,11	81,84	47,38
2	8	57,92	42,08	72,21	41,82
2	9	57,27	42,73	72,21	41,35
2	10	57,79	42,21	77,03	44,52
3	1	59,72	40,28	76,06	45,42
3	2	57,61	42,39	66,55	38,34
3	3	59,65	40,35	76,06	45,37
3	4	59,05	40,95	61,8	36,49
3	5	59,48	40,52	85,56	50,89
3	6	60,84	39,16	76,06	46,27
3	7	62,79	37,21	66,55	41,79
3	8	59,51	40,49	76,06	45,26
3	9	60,45	39,55	61,8	37,36
3	10	62,85	37,15	85,56	53,77
4	1	61,86	38,14	88,83	54,95
4	2	75,01	24,99	75,5	56,63
4	3	74,56	25,44	79,95	59,61
4	4	68,53	31,47	71,06	48,70
4	5	68,58	31,42	71,06	48,73
4	6	70,27	29,73	88,83	62,42
4	7	70,15	29,85	75,5	52,96
4	8	64,25	35,75	79,95	51,37
4	9	60,97	39,03	71,06	43,33
4	10	63,01	36,99	71,06	44,77
5	1	57,36	42,64	74,1	42,50
5	2	52,84	47,16	69,16	36,54
5	3	54,91	45,09	98,8	54,25
5	4	56,19	43,81	88,92	49,96
5	5	55,29	44,71	98,8	54,63
5	6	66,26	33,74	74,1	49,10
5	7	56,07	43,93	69,16	38,78
5	8	53,88	46,12	98,8	53,23

Continuação 5 A

Tratamento	Repetição	PNDR	PDR	DigPNDR	PNDR_D
5	9	59,48	40,52	88,92	52,89
5	10	65,4	34,6	98,8	64,62
6	1	49,69	50,31	70	34,78
6	2	57,81	42,19	80	46,25
6	3	53,61	46,39	70	37,53
6	4	56,86	43,14	95	54,02
6	5	53,42	46,58	75	40,07
6	6	54,09	45,91	70	37,86
6	7	58,89	41,11	80	47,11
6	8	56,1	43,9	70	39,27
6	9	53,7	46,3	95	51,02
6	10	62,61	37,39	75	46,96

APÊNDICE B

Tabela 1B - Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais NDT expresso kg/dia, consumo de matéria seca por peso vivo (CMSPV%), de fibra detergente neutro (CFDNPV%) e peso vivo médio (PVMg/dia) dos animais nas diferentes dietas.

QL	A	T	P	CMS	CMO	PB	EE	FDN	CNF	NDT	CMS (%PV)	CFDN (%PV)	PVM (g/dia)
3	3009	1	1	19,33	18,29	3,31	0,62	6,46	8,52	14,14	3,59	1,20	0,538
		4	2	20,01	18,74	3,52	0,66	8,14	8,7	13,89	3,79	1,43	0,528
		2	3	21,2	19,90	3,59	1,35	7,57	8,55	13,45	3,92	1,36	0,541
		3	4	21,4	19,85	3,63	1,30	9,77	8,61	13,30	4,00	1,20	0,535
3	2043	2	1	19,04	18,04	3,25	1,35	6,41	8,39	13,97	3,06	1,26	0,621
		3	2	21,28	20,00	3,74	1,30	7,43	9,03	14,35	3,43	1,27	0,620
		4	3	20,94	19,41	3,59	0,48	9,71	9,26	14,19	3,32	1,20	0,630
		1	4	22,46	20,8	4,03	0,55	10,17	9,49	14,11	3,54	1,45	0,633
3	1067	3	1	17,92	16,66	3,05	1,31	8,14	7,83	12,89	2,80	1,09	0,639
		2	2	19,41	18,02	3,29	1,29	8,8	8,28	14,17	3,11	1,03	0,624
		1	3	20,43	19,1	3,45	0,51	8,2	8,74	14,29	3,24	1,18	0,630
		4	4	20,72	19,22	3,44	0,56	9,48	8,23	14,05	3,34	0,94	0,620
3	2062	4	1	17,74	16,47	3,09	0,51	8,13	8,11	13,24	3,13	1,42	0,567
		1	2	18,31	16,97	3,05	0,51	8,3	8,01	13,68	3,28	1,16	0,558
		3	3	18,57	17,50	3,18	1,38	6,44	9,49	12,56	3,28	1,40	0,566
		2	4	18,78	17,43	3,09	1,41	8,65	7,83	11,88	3,23	1,17	0,580
2	2025	1	1	18,89	17,68	3,4	0,62	7,63	8,61	14,74	3,62	1,49	0,522
		4	2	19,23	18,01	3,43	0,63	7,74	8,01	13,90	3,64	1,54	0,528
		2	3	17,83	16,67	3,04	1,43	7,22	7,75	12,39	3,28	1,10	0,544
		3	4	18,23	16,92	3,00	1,34	8,31	7,32	11,66	3,21	1,63	0,567
2	3026	2	1	17,86	16,80	2,98	1,37	6,26	7,82	12,45	3,61	1,41	0,495
		3	2	18,45	17,15	2,99	1,43	8,27	7,55	12,47	3,64	1,20	0,507
		4	3	19,15	17,79	3,07	0,5	8,89	8,02	13,28	3,76	1,28	0,508
		1	4	17,31	16,07	2,97	0,56	7,58	6,82	11,98	3,56	1,56	0,486
2	64	4	1	17,84	16,71	3,26	0,63	7,18	8,05	13,32	2,97	1,66	0,600
		1	2	19,47	18,43	3,28	0,63	6,55	8,51	14,29	3,17	1,15	0,615
		3	3	19,32	18,04	3,33	1,31	7,75	8,15	11,94	3,03	0,99	0,637
		2	4	19,45	18,04	3,26	1,39	8,73	7,59	13,61	3,05	1,30	0,638
2	46	3	1	18,37	17,2	3,25	1,41	7,43	8,34	12,62	2,97	1,22	0,617
		2	2	21,93	20,64	3,65	1,38	7,99	9,23	14,58	3,50	1,40	0,625
		1	3	19,95	18,71	3,35	0,53	7,16	8,27	13,42	3,19	1,30	0,625
		4	4	20,34	18,95	3,39	0,54	9,35	8,17	14,13	3,27	1,75	0,621
1	1006	2	1	17,85	16,57	3,05	1,42	8,16	8,00	12,62	2,97	1,24	0,602
		3	2	20,8	19,46	3,75	1,31	8,35	8,86	14,27	3,50	1,14	0,595
		4	3	22,02	20,42	3,69	0,48	10,25	9,49	15,48	3,56	1,58	0,618

Continuação 1B

QL	A	T	P	CMS	CMO	PB	EE	FDN	CNF	NDT	MS (%PV)	FDN (%PV)	PVM (g/dia)
1	1065	1	4	22,88	21,20	4,03	0,56	10,5	9,46	15,08	3,68	1,71	0,621
		3	1	17,81	16,73	3,1	1,39	6,00	7,89	13,17	3,29	1,48	0,541
		2	2	19,12	18,10	3,28	1,39	6,35	8,74	14,52	3,57	1,51	0,536
1	7056	1	3	20,34	18,84	3,49	0,51	9,24	8,36	14,31	3,64	1,57	0,558
		4	4	21,05	19,53	3,49	0,50	9,71	8,52	15,29	3,65	1,54	0,576
		1	1	18,76	17,55	3,37	0,61	6,4	8,57	13,65	3,30	1,62	0,569
		4	2	19,08	18,05	3,33	0,68	6,09	8,19	13,91	3,36	1,58	0,568
1	2031	2	3	18,54	17,53	2,98	1,49	6,44	7,61	12,25	3,27	1,41	0,566
		3	4	18,38	17,16	3,01	1,36	8,27	7,36	11,96	3,37	1,83	0,546
		4	1	17,39	16,46	3,1	0,66	5,67	7,86	13,57	2,88	1,54	0,603
		1	2	18,41	17,22	3,38	0,65	7,17	8,44	14,83	2,99	1,06	0,616
		3	3	18,18	17,15	3,07	1,51	6,17	7,9	11,87	2,91	1,48	0,625
		2	4	16,88	15,66	2,69	1,35	7,54	6,77	11,64	2,72	1,49	0,557

Tabela 2B - Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), coeficiente de digestibilidade da matéria a seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da fibra em detergente neutra (CDFDN), do carboidrato não fibroso (CDCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados através da utilização da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno durante 6 dias de coleta de fezes.

QL	A	T	P	CDMS	CDMO	CDPB	CDEE	CDFDN	CDCNF	NDT
3	3009	1	1	62,1	65,62	66,50	76,51	42,16	84,16	73,15
		4	2	58,02	61,93	66,09	82,15	43,53	83,88	69,41
		2	3	69,14	73,68	74,63	80,55	57,91	82,50	63,42
		3	4	55,55	59,88	59,59	74,85	41,46	84,45	62,14
3	2043	2	1	74,66	78,80	76,77	87,10	57,04	89,76	73,41
		3	2	67,18	71,49	76,27	88,15	47,27	83,61	67,43
		4	3	67,83	73,20	72,41	76,91	57,46	90,30	72,52
		1	4	69,08	74,60	72,27	77,22	55,42	92,71	71,72
3	1067	3	1	70,52	75,87	71,67	82,50	57,79	90,40	71,92
		2	2	75,46	81,25	81,13	90,72	66,56	92,48	73,02
		1	3	66,50	71,13	67,96	74,58	46,55	92,36	69,95
		4	4	64,40	69,42	66,42	86,02	51,47	89,28	67,82
3	2062	4	1	69,31	74,65	74,35	83,12	59,85	89,68	74,66
		1	2	72,12	77,77	74,71	89,74	61,05	92,45	74,70
		3	3	62,11	65,91	67,93	79,87	43,86	82,61	67,65
		2	4	55,86	60,19	58,43	73,17	44,29	84,04	63,28
2	2025	1	1	67,71	72,33	72,68	80,36	56,47	88,69	74,04
		4	2	64,73	69,12	73,71	86,01	48,46	88,76	72,27
		2	3	73,61	78,77	75,48	86,64	64,59	89,72	69,50
		3	4	62,36	67,20	64,66	82,33	51,35	84,27	63,92
2	3026	2	1	69,23	73,57	69,14	81,98	54,05	87,05	69,71
		3	2	67,53	72,66	71,48	87,90	54,11	87,99	67,58
		4	3	65,79	70,85	69,01	76,04	56,66	88,16	69,34
		1	4	68,31	73,57	68,58	89,67	53,10	90,46	69,23
2	64	4	1	65,80	70,25	69,38	87,16	51,59	88,89	74,66
		1	2	66,72	70,49	70,27	88,79	41,72	90,11	73,39
		3	3	62,52	66,96	66,50	78,64	56,23	79,06	61,82
		2	4	61,44	66,27	69,99	83,15	44,65	90,72	69,95
2	46	3	1	64,50	68,90	72,25	81,90	56,54	81,57	68,71
		2	2	65,34	69,42	70,81	78,60	53,66	81,91	66,50
		1	3	66,44	70,82	71,54	86,99	49,62	84,17	67,26
		4	4	66,24	71,13	68,68	80,81	52,35	90,85	69,48
1	1006	2	1	65,70	70,80	69,71	67,87	54,98	90,52	70,67
		3	2	67,70	72,33	75,18	89,11	57,91	83,93	68,62
		4	3	67,34	72,62	70,76	76,62	57,65	89,80	70,31
		1	4	67,71	73,07	70,93	86,52	55,38	91,00	70,34

Continuação 2B

QL	A	T	P	CDMS	CDMO	CDPB	CDEE	CDFDN	CDCNF	NDT
1	1065	3	1	72,66	77,37	72,98	85,15	56,98	92,26	73,95
		2	2	75,40	79,63	79,87	93,47	57,79	90,03	75,96
		1	3	68,44	73,88	70,36	84,95	56,72	91,38	70,35
		4	4	66,32	71,48	68,12	85,95	54,47	95,53	72,64
	7056	1	4	69,10	73,88	73,05	83,43	53,63	86,64	72,74
		4	2	75,61	79,95	78,80	90,91	57,88	90,24	72,91
		2	3	67,23	71,11	68,77	87,90	50,77	85,31	66,08
		3	4	62,91	67,37	64,11	85,39	53,27	85,55	65,05
1	2031	4	1	72,53	76,66	79,85	88,17	51,05	90,66	78,00
		1	2	73,02	78,06	77,62	89,66	57,93	92,97	80,54
		3	3	65,93	69,91	71,27	87,48	52,04	80,32	65,27
		2	4	69,40	74,79	72,87	85,05	56,09	90,50	68,98

Apêndice 3B - Quadrado Latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), produção total de leite kg/dia (PTL), produção de leite corrigida para 3,5% (PLCG3,5%) e eficiência por litro corrigido de gordura (Efi.LCG), litros por quilogramas de matéria seca (LKMS), de proteína bruta (LKPB), G (gordura), P (proteína), L (lactose) e EST (estrato seco total) das vacas alimentadas com soja de diferentes formas.

QL	A	T	P	PTL	PTLCG (3,5%)	Efi. LCG	LkMS (kg)	LkPB (kg)	G (%)	P (%)	L (%)	EST (%)
3	3009	1	1	33,04	27,49	1,42	1,709	9,982	2,88	2,84	4,63	11,55
		4	2	31,72	28,20	1,41	1,585	9,011	3,26	3,14	4,34	11,68
		2	3	30,07	24,34	1,15	1,418	8,376	2,73	3,17	4,36	11,20
		3	4	32,66	26,83	1,25	1,526	8,997	2,81	3,13	5,24	12,35
3	2043	2	1	31,93	26,04	1,37	1,677	9,825	2,77	2,91	4,37	11,17
		3	2	24,52	19,44	0,91	1,152	6,556	2,62	2,93	4,16	10,62
		4	3	28,14	24,55	1,17	1,344	7,838	3,15	3,22	4,08	11,33
		1	4	33,66	25,73	1,15	1,499	8,352	2,43	3,46	4,72	11,64
3	1067	3	1	32,61	26,59	1,48	1,820	10,692	2,77	2,56	4,46	10,96
		2	2	31,08	30,43	1,57	1,601	9,447	3,86	2,52	4,15	11,40
		1	3	37,84	30,57	1,50	1,852	10,968	2,72	2,8	4,33	10,77
		4	4	35,86	31,66	1,53	1,731	10,424	3,22	2,88	4,98	12,20
3	2062	4	1	21,35	18,79	1,06	1,203	6,909	3,20	2,97	4,34	11,66
		1	2	26,00	25,26	1,38	1,420	8,525	3,81	3,44	4,06	12,18
		3	3	27,70	26,29	1,42	1,492	8,711	3,66	3,09	4,05	11,37
		2	4	25,02	22,77	1,21	1,332	8,097	3,40	3,15	4,61	12,21
2	2025	1	1	28,65	22,12	1,17	1,517	8,426	2,48	3,20	3,98	10,61
		4	2	27,00	20,36	1,06	1,404	7,872	2,36	3,31	3,95	10,50
		2	3	26,00	25,77	1,45	1,458	8,553	3,94	3,87	3,69	12,30
		3	4	28,00	23,04	1,26	1,536	9,333	2,82	4,30	4,27	12,30
2	3026	2	1	23,10	20,61	1,15	1,293	7,752	3,28	3,51	4,52	12,47
		3	2	23,68	21,16	1,15	1,283	7,920	3,29	3,40	4,11	11,69
		4	3	24,48	22,31	1,17	1,278	7,974	3,41	3,36	4,33	12,04
		1	4	25,17	23,24	1,34	1,454	8,475	3,49	3,48	5,15	13,28
2	64	4	1	25,00	21,93	1,23	1,401	7,669	3,18	4,16	4,21	12,31
		1	2	22,30	19,09	0,98	1,145	6,799	3,04	3,80	4,37	12,17
		3	3	23,00	20,24	1,05	1,190	6,907	3,2	3,90	4,34	12,39
		2	4	22,00	20,25	1,04	1,131	6,748	3,47	3,97	5,04	13,6
2	46	3	1	26,14	23,08	1,26	1,423	8,043	3,22	3,60	4,46	12,26
		2	2	28,08	24,92	1,14	1,280	7,693	3,25	3,53	5,31	13,26
		1	3	29,81	27,17	1,36	1,494	8,899	3,41	3,29	4,44	12,09
		4	4	28,35	24,95	1,23	1,394	8,363	3,20	3,50	5,25	12,06
1	1006	2	1	28,06	23,89	1,34	1,572	9,200	3,01	3,15	4,38	11,65
		3	2	23,39	19,71	0,95	1,125	6,237	2,95	3,41	4,06	11,30
		4	3	27,45	24,16	1,10	1,247	7,439	3,20	3,25	4,33	11,73
		1	4	28,42	25,95	1,13	1,242	7,052	3,42	3,60	5,26	13,45
1	1065	3	1	25,11	20,14	1,13	1,410	8,100	2,68	2,99	4,58	11,40
		2	2	24,70	21,11	1,10	1,292	7,530	3,03	2,93	4,30	11,17

Continuação 3B

QL	A	T	P	PTL	PTLCG (3,5%)	Efi. LCG	LkMS (kg)	LkPB (kg)	G (%)	P (%)	L (%)	EST (%)
		1	3	28,76	27,81	1,37	1,414	8,241	3,78	3,23	4,33	12,27
		4	4	28,37	24,50	1,16	1,348	8,129	3,09	3,49	5,14	12,86
1	7056	1	1	32,00	28,16	1,50	1,706	9,496	3,20	3,37	4,32	11,06
		4	2	27,15	26,25	1,38	1,423	8,153	3,78	3,39	4,09	12,14
		2	3	23,00	21,97	1,18	1,241	7,718	3,70	3,44	3,97	11,97
		3	4	27,77	23,85	1,30	1,511	9,226	3,06	3,40	4,72	12,24
1	2031	4	1	25,00	22,06	1,27	1,438	8,065	3,55	3,43	4,06	12,11
		1	2	24,00	19,81	1,08	1,304	7,101	3,17	3,63	3,97	11,64
		3	3	26,70	24,40	1,34	1,469	8,697	3,76	3,76	4,08	12,49
		2	4	27,00	25,00	1,48	1,600	10,037	3,84	3,86	4,55	13,28

Tabela 4B - Consumo de matéria seca (MS) do volumoso

Animais	FS	SC	ST	FSU
	MS (%)	MS (%)	MS (%)	MS (%)
1	30,25	31,48	31,61	31,42
2	30,96	32,01	31,55	31,38
3	33,39	31,37	31,73	31,56
4	31,69	30,74	30,52	30,85
5	31,09	31,34	31,60	31,00
6	31,11	30,75	30,07	30,18
7	32,24	32,66	33,13	31,06
8	31,91	33,41	32,20	32,66
9	32,32	31,30	32,53	31,78
10	31,85	33,30	32,85	32,17
11	32,97	32,80	32,13	31,93
12	32,19	32,46	32,95	32,49
Total (kg/dia)	381,97	383,62	382,87	378,48

¹ FS (farelo de soja); SC(soja crua); ST(soja tostada); FSU(farelo de soja mais 5% de uréia); MS (matéria seca).

Tabela 5B - Consumo de matéria seca (MS) do concentrado

Animais	FS	SC	ST	FSU
	MS (%)	MS (%)	MS (%)	MS (%)
1	10,01	9,58	9,68	9,44
2	9,86	9,33	9,38	9,27
3	10,58	10,03	9,36	9,37
4	9,89	10,24	10,69	9,83
5	10,90	10,50	9,37	10,07
6	9,45	10,17	11,11	10,58
7	10,53	9,42	9,30	10,71
8	10,04	9,46	10,28	9,09
9	10,57	10,76	9,45	10,65
10	12,18	10,18	9,20	10,18
11	9,24	10,10	9,26	10,10
12	12,20	10,51	10,85	10,51
Total (kg/dia)	125,45	120,28	117,93	119,80

¹FS (Farelo de soja); SC (soja crua); ST (soja tostada); FSU(farelo de soja mais 5% de uréia); MS = matéria seca

APÊNCIDE C

Apêndice 1C- Tratamento, animal, tempo (0, 2 e 4 horas de coleta após a alimentação) e valores referentes ao pH ruminal nas diferentes dietas

Tratamento	Animal	Tempo (horas)	pH
1	1006	0	7,02
1	3026	0	7,05
1	2043	0	6,83
1	1006	2	6,50
1	3026	2	6,55
1	2043	2	6,54
1	1006	4	6,18
1	3026	4	6,30
1	2043	4	6,45
2	64	0	7,03
2	2031	0	6,79
2	2062	0	6,99
2	64	2	6,82
2	2031	2	6,85
2	2062	2	6,63
2	64	4	6,73
2	2031	4	6,68
2	2062	4	6,45
3	7056	0	7,33
3	3009	0	7,25
3	2025	0	7,11
3	7056	2	6,76
3	3009	2	6,67
3	2025	2	6,78
3	7056	4	6,57
3	3009	4	6,41
3	2025	4	6,31
4	1067	0	7,25
4	1065	0	6,42
4	46	0	7,11
4	1067	2	6,85
4	1065	2	6,58
4	46	2	6,78

Tabela 2C- Tratamento, Animal (A), tempo (T) repetições (1, 2 e 3), média e valores referentes amônia ruminal (NH₃) nos diferentes tempos de coleta após alimentação (0, 2, 4 horas)

Tratamento	A	Tempo(h)	NH ₃			Média	(mg/100mL)
			1	2	3		
1	1006	0	2,10	2,00	1,80	1,97	8,27
1	3026	0	2,00	2,00	2,00	2,00	8,41
1	2043	0	1,90	2,00	2,00	1,97	8,27
1	1006	2	6,80	4,20	4,80	5,27	22,15
1	3026	2	6,50	5,80	4,50	5,60	23,56
1	2043	2	6,70	5,00	6,00	5,90	24,82
1	1006	4	1,70	1,70	2,00	1,80	7,57
1	3026	4	1,70	1,60	2,00	1,77	7,43
1	2043	4	2,50	2,30	2,30	2,37	9,95
2	64	0	1,60	1,70	1,90	1,73	7,29
2	2031	0	2,00	2,00	1,80	1,93	8,13
2	2062	0	3,00	3,10	3,00	3,03	12,76
2	64	2	3,30	3,60	4,30	3,73	15,70
2	2031	2	5,00	4,00	3,10	4,03	16,97
2	2062	2	5,30	3,10	3,10	3,83	16,12
2	64	4	1,60	1,80	1,50	1,63	6,87
2	2031	4	1,00	1,00	1,00	1,00	4,21
2	2062	4	2,00	2,30	2,10	2,13	8,97
3	7056	0	2,10	2,10	1,50	1,90	7,99
3	3009	0	1,70	1,70	2,10	1,83	7,71
3	2025	0	2,00	1,50	1,50	1,67	7,01
3	7056	2	2,80	2,80	2,50	2,70	11,36
3	3009	2	2,80	2,00	2,40	2,40	10,10
3	2025	2	2,50	2,20	2,10	2,27	9,53
3	7056	4	1,00	1,00	1,50	1,17	4,91
3	3009	4	1,30	1,50	1,60	1,47	6,17
3	2025	4	1,40	1,50	1,70	1,53	6,45
4	1067	0	1,00	1,00	1,00	1,00	4,21
4	1065	0	1,30	1,20	1,50	1,33	5,61
4	46	0	1,00	2,00	2,00	1,67	7,01
4	1067	2	7,00	8,37	8,70	8,02	33,75
4	1065	2	8,30	8,50	8,50	8,43	35,47
4	46	2	6,80	9,50	9,30	8,53	35,89
4	1067	4	2,80	2,40	2,60	2,60	10,94
4	1065	4	2,90	2,60	2,80	2,77	11,64
4	46	4	4,00	3,50	4,00	3,83	16,12

Tabela 3C - Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), volume urinário (VU), excreção de uréia na urina (EUU), nitrogênio ureico no plasma (NUP), uréia no plasma (UL) e a relação entre nitrogênio ureico no leite e plasma (NUL:NUP) nas diferentes dietas

QL	A	T	P	VU (L)	EUU mg/kgPV	NUP (mg/dL)	NUL (mg/dL)	NUL:NUP
3	3009	1	1	19,99	522,3	19,00	12,61	0,66
		4	2	19,77	580,1	20,18	13,80	0,68
		2	3	22,09	572,33	20,00	11,42	0,57
		3	4	19,95	560,45	21,00	14,57	0,69
3	2043	2	1	21,49	482,38	20,00	13,71	0,69
		3	2	18,27	552,59	24,00	14,52	0,61
		4	3	18,91	531,59	20,00	16,00	0,80
		1	4	19,33	589,32	19,00	10,66	0,56
3	1067	3	1	21,58	438,87	11,00	17,52	1,59
		2	2	21,59	525,22	25,00	14,57	0,58
		1	3	21,09	551,72	21,00	10,38	0,49
		4	4	18,99	572,13	24,00	12,00	0,50
3	2062	4	1	19,13	588,55	15,00	16,09	1,07
		1	2	19,79	589,32	20,00	13,80	0,69
		3	3	19,14	522,3	22,00	12,00	0,55
		2	4	20,48	564,07	14,00	17,61	1,26
2	2025	1	1	20,95	567,36	16,00	14,47	0,90
		4	2	18,41	586,29	21,00	13,80	0,66
		2	3	21,46	564,07	24,00	12,95	0,54
		3	4	19,67	568,89	16,00	16,00	1,00
2	3026	2	1	20,7	466,26	21,00	19,04	0,91
		3	2	18,8	572,28	22,00	13,04	0,59
		4	3	19,96	588,05	20,00	17,52	0,88
		1	4	19,42	559,75	14,00	14,57	1,04
2	64	4	1	18,06	575,27	13,00	18,38	1,41
		1	2	24,61	556,1	19,00	11,80	0,62
		3	3	20,54	563,83	15,00	13,04	0,87
		2	4	20,89	558,96	19,00	17,61	0,93
2	46	3	1	19,9	436,86	17,00	14,47	0,85
		2	2	21,63	508,19	21,00	18,38	0,88
		1	3	23,58	569,1	16,00	10,80	0,68
		4	4	17,21	575,86	20,00	13,00	0,65
1	1006	2	1	18,49	473,51	20,00	12,95	0,65
		3	2	19,77	514,6	19,00	15,33	0,81
		4	3	18,65	566,18	24,00	12,28	0,51
		1	4	19,46	581,22	20,00	13,09	0,65
1	1065	3	1	19,8	473,91	17,00	10,66	0,63
		2	2	19,28	553,9	20,00	13,8	0,69
		1	3	18,01	549,05	19,00	12,95	0,68
		4	4	18,38	589,49	20,00	11,42	0,57
1	7056	1	1	21,17	536,26	16,00	10,14	0,63
		4	2	19,07	596,63	22,00	15,33	0,70
		2	3	21,6	571,26	27,00	16,09	0,60
		3	4	18,03	536,26	19,00	16,00	0,84

Continuação 3C

QL	A	T	P	VU (L)	EUU mg/kgPV	NUP (mg/dL)	NUL (mg/dL)	NUL:NUP
1	2031	4	1	19,57	558,42	17,00	17,61	1,04
		1	2	21,59	567,23	23,00	15,33	0,67
		3	3	22,47	552,04	25,00	16,09	0,64
		2	4	21,12	555,66	25,00	19,8	0,79

Tabela 4C- Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), nitrogênio ingerido (N ingerido), fecal (N-fecal), urina (N-urina), leite (N-leite), balanço de nitrogênio (BN), retenção do nitrogênio consumindo (RNc), digerido (RNd) nas diferentes dietas

QL	A	T	P	N-ingerido (g/dia)	N-fecal (g/dia)	N-urina (g/dia)	N-leite (g/dia)	Balanço de N (g/dia)	RNc (%N consumido)	RNd (% N digerido)
3	3009	1	1	529,60	156,00	130,00	147,07	96,53	18,23	34,41
		4	2	563,20	152,00	149,30	156,11	105,79	18,78	33,35
		2	3	474,40	145,60	173,60	149,41	5,79	1,22	2,57
		3	4	480,80	135,20	136,10	160,23	49,27	10,25	21,31
3	2043	2	1	490,00	120,00	135,00	145,64	89,36	18,24	37,22
		3	2	598,40	142,40	154,16	112,61	189,23	31,62	52,85
		4	3	574,40	158,40	150,00	142,02	123,98	21,58	37,58
		1	4	544,80	179,20	155,00	182,54	28,06	5,15	9,45
3	1067	3	1	488,00	137,60	120,00	130,85	99,55	20,40	41,80
		2	2	526,40	110,20	111,10	122,76	182,33	34,64	65,80
		1	3	552,00	177,60	146,00	166,07	62,33	11,29	20,46
		4	4	550,40	185,60	145,47	161,88	57,45	10,44	18,96
3	2062	4	1	492,80	126,40	145,00	99,39	122,01	24,76	50,24
		1	2	548,00	123,20	120,00	140,19	164,61	30,04	54,82
		3	3	508,80	163,20	125,00	134,16	86,44	16,99	33,39
		2	4	494,40	124,80	130,00	123,53	116,07	23,48	47,49
2	2025	1	1	480,00	169,60	107,00	143,70	59,70	12,44	25,91
		4	2	513,60	140,80	127,08	140,08	105,65	20,57	40,05
		2	3	548,80	114,40	135,41	157,71	141,28	25,74	46,91
		3	4	486,40	138,40	145,82	188,71	13,46	2,77	5,69
2	3026	2	1	473,60	145,60	145,00	127,09	55,91	11,81	24,93
		3	2	578,40	136,00	135,00	126,19	181,21	31,33	54,16
		4	3	560,20	152,00	173,60	128,92	105,68	18,86	33,67
		1	4	575,20	148,80	137,14	137,29	151,97	26,42	45,93
2	64	4	1	492,80	150,40	145,00	163,01	34,39	6,98	14,16
		1	2	524,80	136,80	152,77	132,82	102,41	19,51	37,18
		3	3	532,80	177,60	145,00	140,60	69,60	13,06	24,52
		2	4	421,60	156,80	163,53	136,90	-35,63	-8,45	-20,04
2	46	3	1	491,20	136,00	130,00	147,50	77,70	15,82	32,20
		2	2	584,00	169,60	141,00	155,36	118,04	20,21	34,61
		1	3	536,00	152,00	136,00	153,72	94,28	17,59	32,82
		4	4	542,40	169,60	114,58	155,53	102,70	18,93	34,91
1	1006	2	1	488,00	147,20	115,00	138,54	87,26	17,88	36,64
		3	2	580,00	148,80	138,00	125,02	168,18	29,00	50,00
		4	3	590,40	162,80	145,00	139,83	142,77	24,18	40,96
		1	4	544,80	187,20	137,00	160,36	60,24	11,06	20,29
1	1065	3	1	492,80	132,80	132,00	117,68	110,32	22,39	45,43
		2	2	524,80	105,60	155,00	113,43	150,77	28,73	54,74
		1	3	558,40	164,80	131,94	145,60	116,06	20,78	37,22
		4	4	558,40	177,60	180,54	155,19	45,07	8,07	14,45
1	7056	1	1	536,00	144,00	220,47	169,03	2,50	0,47	0,87
		4	2	532,80	112,00	160,00	144,26	116,54	21,87	41,05
		2	3	476,80	148,80	150,34	124,01	53,65	11,25	23,60
		3	4	481,16	172,80	146,52	147,99	13,85	2,88	5,98

Continuação 4C

QL	A	T	P	N-ingerido (g/dia)	N-fecal (g/dia)	N-urina (g/dia)	N-leite (g/dia)	Balço de N (g/dia)	RNc (%Nconsumido)	RNd (%Ndigerido)
1	2031	4	1	430,40	116,80	135,00	134,40	44,20	10,27	23,86
		1	2	496,00	130,20	116,66	136,55	112,59	22,70	45,76
		3	3	540,80	121,60	122,21	157,35	139,63	25,82	47,74
		2	4	510,20	160,80	161,45	163,35	24,60	4,82	9,45

Tabela 5 C - Quadrado latino (QL), animal (A), tratamento (T), período (P), alantoína na urina (ALU), no leite (ALL), ácido úrico (ACU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PA), nitrogênio microbiano (Nmic) e eficiência microbiana (Emic) nas diferentes dietas.

QL	A	T	P	ALU (mmol/dia)	ALL (mmol/dia)	ACU (mmol/dia)	PT (mmol)	PA (mmol/dia)	Nmic (g/dia)	Emic (gPBmic/kgNDT)
3	3009	1	1	465,12	16,07	44,43	525,62	447,33	322,45	142,53
		4	2	396,29	12,20	41,53	450,02	383,07	276,13	124,29
		2	3	401,29	15,38	37,02	453,69	386,19	278,38	129,41
		3	4	445,65	15,91	41,66	503,22	428,29	308,73	145,12
3	2043	2	1	450,67	16,17	36,11	502,95	428,07	308,57	138,01
		3	2	427,57	12,11	40,49	480,17	408,7	294,60	128,33
		4	3	429,31	13,19	41,41	483,91	411,88	296,90	122,16
		1	4	431,50	10,74	44,29	486,53	414,11	298,50	123,46
3	1067	3	1	414,64	15,53	35,05	465,22	395,99	285,44	138,42
		2	2	448,46	16,02	38,73	503,21	428,28	308,72	136,15
		1	3	455,45	11,31	44,92	511,68	435,48	313,91	137,27
		4	4	428,92	13,98	43,56	486,46	414,05	298,46	132,78
3	2062	4	1	330,50	11,11	43,87	385,48	328,21	236,58	111,67
		1	2	442,28	12,93	42,70	497,91	423,78	305,47	139,61
		3	3	378,25	12,50	40,07	430,82	366,75	264,37	131,52
		2	4	383,58	12,23	39,78	435,59	370,81	267,29	140,58
2	2025	1	1	460,55	14,70	37,71	512,96	436,57	314,69	133,44
		4	2	417,11	11,24	41,76	470,11	400,15	288,44	129,73
		2	3	387,59	13,19	38,82	439,60	374,22	269,75	136,02
		3	4	362,82	14,15	41,55	418,52	356,30	256,83	137,72
2	3026	2	1	381,82	11,58	36,21	429,61	365,73	263,63	132,38
		3	2	433,47	11,87	39,71	485,05	412,85	297,60	149,16
		4	3	375,78	11,46	40,92	428,16	364,49	262,74	123,65
		1	4	424,76	10,92	43,16	478,84	407,57	293,79	153,23
2	64	4	1	462,02	10,47	40,61	513,10	436,69	314,78	147,68
		1	2	408,75	10,62	35,16	454,53	386,91	278,90	122,02
		3	3	416,76	13,12	36,57	466,45	397,04	286,20	149,80
		2	4	322,71	11,07	37,78	371,56	316,38	228,06	104,75
2	46	3	1	401,48	15,50	34,63	451,61	384,43	277,11	137,22
		2	2	426,60	13,56	37,13	477,29	406,25	292,84	125,52
		1	3	376,24	11,25	40,43	427,92	364,29	262,59	122,34
		4	4	503,55	11,55	35,47	550,57	468,54	337,74	149,34
1	1006	2	1	417,80	13,74	33,44	464,98	395,79	285,30	141,33
		3	2	377,67	11,05	34,26	422,98	360,09	259,56	113,68
		4	3	519,45	10,79	42,78	573,02	487,62	351,49	141,87
		1	4	409,47	13,78	41,44	464,69	395,54	285,12	118,16
1	1065	3	1	353,35	12,71	30,05	396,11	337,25	243,10	115,36
		2	2	504,07	11,81	34,30	550,18	468,21	337,50	145,28
		1	3	406,61	12,93	32,41	451,95	384,72	277,32	121,14
		4	4	497,68	11,44	40,95	550,07	468,12	337,44	137,96

Continuação 5C										
QL	A	T	P	ALU (mmol/dia)	ALL (mmol/dia)	ACU (mmol/dia)	PT (mmol)	PA (mmol/dia)	Nmic (g/dia)	Emic (gPBmic/kgNDT)
1	7056	1	1	453,99	13,75	42,39	510,13	434,17	312,96	143,30
		4	2	352,43	13,31	40,62	406,36	345,96	249,38	112,03
		2	3	444,91	11,44	37,40	493,75	420,25	302,93	154,55
		3	4	412,25	13,55	36,96	462,76	393,90	283,94	148,44
1	2031	4	1	332,68	13,05	41,10	386,83	329,36	237,41	109,37
		1	2	482,67	10,59	44,77	538,03	457,88	330,05	139,11
		3	3	358,34	13,28	33,29	404,91	344,73	248,49	130,89
		2	4	374,96	12,66	35,50	423,12	360,21	259,65	139,36

APÊNDICE D

Apêndice 1 D – Quadrado latino (QL), Animal, tratamento (T), período (P), frequência respiratória pela manhã (FRM) e tarde (FRT), frequência cardíaca pela manhã (FCM) e tarde (FCT), temperatura retal pela manhã (TRM) e tarde (TRT), taxa de sudção pela manhã (TSM) e tarde (TST) em função dos períodos

QL	Animal	T	P	FRM	FRT	FCM	FCT	TRM	TRT	TSM	TST
3	3009	1	1	38	64	82	86	38,9	39,3	77,20	73,31
		4	2	34	40	88	72	38,6	38,9	98,58	100,38
		2	3	32	32	80	76	38,4	38,9	49,29	58,42
3	2043	3	4	24	36	92	78	38,1	38,6	80,09	80,09
		2	1	32	56	82	62	38,4	38,9	85,81	160,19
		3	2	62	30	72	68	38,5	38,6	64,39	78,62
3	1067	4	3	40	26	78	66	38,1	37,2	74,22	87,77
		1	4	40	40	76	84	38,3	38,2	64,07	114,42
		3	1	38	66	98	104	39,2	39,8	78,62	77,15
3	2062	2	2	36	40	84	68	37,9	38,4	80,09	96,84
		1	3	32	30	76	64	37,8	38,0	107,99	87,37
		4	4	48	30	70	84	37,9	38,5	71,19	79,76
3	2062	4	1	78	100	100	92	43,0	40,4	90,89	80,94
		1	2	40	42	70	60	38,7	38,5	65,16	60,14
		3	3	37	39	72	70	38,3	38,4	75,04	85,90
2	2025	2	4	30	34	70	74	38,4	38,6	90,45	92,14
		1	1	36	54	86	84	38,5	38,8	98,07	55,63
		4	2	42	44	89	70	38,6	39,1	98,58	99,86
2	3026	2	3	38	28	80	82	37,7	38,3	53,39	63,45
		3	4	36	44	84	80	38,8	38,3	59,05	105,33
		2	1	36	60	78	76	38,5	38,6	85,81	88,58
2	64	3	2	44	32	68	58	38,0	37,9	73,93	77,98
		4	3	36	44	78	66	38,5	32,2	102,25	62,01
		1	4	34	40	88	90	38,6	38,1	109,22	99,08
2	46	4	1	44	60	86	92	39,2	39,3	71,32	70,12
		1	2	38	40	76	68	38,6	38,4	105,33	66,63
		3	3	34	36	70	68	38,2	38,0	69,30	82,15
2	46	2	4	28	36	72	76	38,3	38,5	100,12	84,49
		3	1	34	44	88	76	38	38,5	93,09	90,10
		2	2	44	52	84	72	38,2	38,5	96,12	50,14
1	1006	1	3	35	46	76	80	37,9	38,0	76,36	80,81
		4	4	32	44	80	88	37,1	37,8	80,09	91,10
		2	1	44	60	80	74	37,0	40,2	110,47	90,73
1	1065	3	2	40	34	80	70	38,0	39,2	45,76	52,02
		4	3	32	36	71	68	38,6	38,6	102,79	84,31
		1	4	36	46	88	76	38,7	39,1	85,05	64,07
1	7056	3	1	46	80	82	88	38,5	39,2	66,05	60,70
		2	2	40	58	76	70	38,5	38,8	97,58	49,99
		1	3	30	32	80	70	38,2	38,6	42,71	58,60
1	7056	4	4	34	35	74	80	37,9	38,6	102,79	80,09
		1	1	26	34	92	76	38,2	38,6	100,20	106,50
		4	2	30	30	74	68	38,1	38,0	75,38	79,14
		2	3	42	34	80	80	37,7	38,2	87,62	68,04

Continuação 1D

QL	Animal	T	P	FRM	FRT	FCM	FCT	TRM	TRT	TSM	TST
1	2031	3	4	36	44	78	76	37,9	37,8	109,84	68,65
		4	1	50	80	84	76	38,9	39	167,89	130,40
		1	2	38	44	86	72	38,6	39,0	90,03	179,65
		3	3	34	32	72	66	38,6	38,5	78,50	78,94
		2	4	46	36	78	100,00	38,3	38,5	61,91	106,79

Tabela 2 D- Quadrado latino, animal, tratamento, período, consumo de matéria seca (CMS), produção total de leite (PTL), proteína (P) e gordura (G) em função dos períodos

Quadrado latino	Animal	Tratamento	Período	Cons.MSkg/dia	PTLkg/dia	%Proteína	%Gordura
3	3009	1	1	19,33	33,04	2,84	2,88
		4	2	20,01	31,72	3,14	3,26
		2	3	21,2	30,07	3,17	2,73
		3	4	21,4	32,66	3,13	2,81
3	2043	2	1	19,04	31,93	2,91	2,77
		3	2	21,28	24,52	2,93	2,62
		4	3	20,94	28,14	3,22	3,15
		1	4	22,46	33,66	3,46	2,43
3	1067	3	1	17,92	32,61	2,56	2,77
		2	2	19,41	31,08	2,52	3,86
		1	3	20,43	37,84	2,8	2,72
		4	4	20,72	35,86	2,88	3,22
3	2062	4	1	17,74	21,35	2,97	3,20
		1	2	18,31	26,00	3,44	3,81
		3	3	18,57	27,70	3,09	3,66
		2	4	18,78	25,02	3,15	3,40
2	2025	1	1	18,89	28,65	3,20	2,48
		4	2	19,23	27,00	3,31	2,36
		2	3	17,83	26,00	3,87	3,94
		3	4	18,23	28,00	4,30	2,82
2	3026	2	1	17,86	23,10	3,51	3,28
		3	2	18,45	23,68	3,40	3,29
		4	3	19,15	24,48	3,36	3,41
		1	4	17,31	25,17	3,48	3,49
2	64	4	1	17,84	25,00	4,16	3,18
		1	2	19,47	22,30	3,8	3,04
		3	3	19,32	23,00	3,9	3,2
		2	4	19,45	22,00	3,97	3,47
2	46	3	1	18,37	26,14	3,60	3,22
		2	2	21,93	28,08	3,53	3,25
		1	3	19,95	29,81	3,29	3,41
		4	4	20,34	28,35	3,50	3,20
1	1006	2	1	17,85	28,06	3,15	3,01
		3	2	20,8	23,39	3,41	2,95
		4	3	22,02	27,45	3,25	3,20
		1	4	22,88	28,42	3,60	3,42
1	1065	3	1	17,81	25,11	2,99	2,68
		2	2	19,12	24,70	2,93	3,03
		1	3	20,34	28,76	3,23	3,78
		4	4	21,05	28,37	3,49	3,09
1	7056	1	1	18,76	32,00	3,37	3,20
		4	2	19,08	27,15	3,39	3,78
		2	3	18,54	23,00	3,44	3,70
		3	4	18,38	27,77	3,40	3,06
1	2031	4	1	17,39	25,00	3,43	3,55
		1	2	18,41	24,00	3,63	3,17
		3	3	18,18	26,70	3,76	3,76
		2	4	16,88	27,00	3,86	3,84