

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIENCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE VACAS LEITEIRAS MANTIDAS EM
PASTAGENS COM VIRGINIAMICINA E SOJA CRUA OU TOSTADA**

Randerson Cavalcante Silva
Zootecnista

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE VACAS LEITEIRAS MATIDAS EM
PASTAGENS COM VIRGINIAMICINA E SOJA CRUA OU TOSTADA**

Randerson Cavalcante Silva

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Neves Pereira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

2013

Silva, Randerson Cavalcante
S586s Suplementação da dieta de vacas leiteiras mantidas em
pastagens com virginiamicina e soja crua ou tostada/ Randerson
Cavalcante Silva. – – Jaboticabal, 2013
iv, 69p. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientador: Gustavo Rezende Siqueira
Banca examinadora: Alexandre Mendonça Pedroso, Mauro
Dal Secco de Oliveira
Bibliografia

1. *Leite*. 2. Soja. 3. Virginiamicina. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.087.6

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

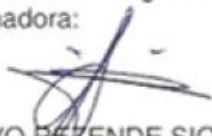
TÍTULO: SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE VACAS LEITEIRAS MANTIDAS EM PASTAGENS
COM VIRGINIAMICINA E SOJA CRUA OU TOSTADA

AUTOR: RANDERSON CAVALCANTE SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCOS NEVES PEREIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Colina/SP



Prof. Dr. MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. ALEXANDRE MENDONÇA PEDROSO

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / São Carlos/SP

Data da realização: 08 de agosto de 2013.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Randerson Cavalcante Silva—Nascido em Santana do Ipanema – Alagoas, no dia 11 de abril de 1986. Concluiu o curso de graduação na Universidade Federal de Alagoas – campus Arapiraca em 2011, sob a orientação de Prof. Dr. Daniel de Noronha Figueiredo Vieira da Cunha. Durante a graduação foi monitor de algumas disciplinas e bolsista de iniciação científica do CNPq. Ingressou no Mestrado em Zootecnia (bolsista CNPq), em 2011, pelo programa de pós - graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira.

Aos meus Pais

Lenilda Marcelino Silva

Renato Cavalcante Almeida

Aos meus irmãos,

Renata Cavalcante Conde Plácido

Renan Cavalcante Silva

Reury Cavalcante Silva

À minha esposa,

Patrícia Gomes Souza

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tornar tudo possível;

Aos meus pais, minha Mãe: Lenilda Marcelino Silva e ao meu Pai: Renato Cavalcante Almeida, por serem meu alicerce, por seus ensinamentos, por apoiarem minhas decisões, me respeitarem e por toda ajuda e afeto;

Aos meus Irmãos: Renata, Renan e Reury, por todo apoio e por apostarem em minha capacidade;

Aos meus sobrinhos Rayllane, Rayana, Thamires, Maria Luiza, Maria Clara, Arthur e Sophia por trazerem tanta alegria para toda a família;

A minha esposa: Patrícia Gomes Souza, de forma especial, por todo amor, por toda compreensão, por suportar todo meu mau humor e estresse, por todas as palavras de apoio quando mais precisei e por compartilhar e apoiar incondicionalmente meus sonhos e metas;

A meu orientador Dr. Gustavo Rezende Siqueira, pela orientação, confiança, ensinamentos e por todas as palavras ditas nos momentos em que mais precisei;

Ao meu coorientador Dr. Marcos Neves Pereira e ao Dr. Flávio Dutra de Resende, diretor da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA-Colina), por toda colaboração na execução do projeto;

Ao Dr. Ricardo Dias Signorretti, por estar presente diariamente durante toda a realização da pesquisa e por todo apoio oferecido;

Aos amigos que conquistei de forma especial, durante a minha estadia, com quem aprendi muito: João Alexandrino Alves Neto, João Marcos Beltrame Benatti e Aline Domingues Moreira, por ter sido meus irmãos na fazenda;

Aos companheiros de trabalho e moradia: João Alexandrino, João Marcos, Aline Domingues, Maurícia, Matheus Moretti, Andressa, Beatriz, João Paulo, Verônica, Naiara e Maurício. Ao Rodolfo (Dorfo) e ao Rodolfo (Toga);

Aos funcionários do setor de bovino de leite: Marcelo, Luizinho, Francisco, Milton e Marquinho. Aos estagiários do setor: Bruna, José Cícero e Lucas Angelo, por toda ajuda e colaboração durante a execução do projeto grandiosamente;

Aos ex-estagiários do setor de gado de corte e hoje bons zootecnistas : Vitor, Lucas, Paulo e Wellington. Aos estagiários: Guilherme Berti, Paloma, Michele e Natã, por toda ajuda e compreensão;

Aos velhos amigos de graduação que mesmo que de longe continuam demonstrando todo seu apoio e afeto: Luana Paula, Catharina, Gerlane e Madson.

A empresa Phibro Animal Health, pelo apoio no financiamento da pesquisa;

Enfim, a todos que direto ou indiretamente contribuiu para a concretização desta etapa hoje concluída.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO-1 Considerações gerais.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Produção de leite em pastagem.....	2
2.2. Suplementação de vacas leiteiras em pastagens.....	4
2.3. Utilização de soja na suplementação de vacas leiteiras.....	6
2.4. Fontes e formas de obtenção de PNDR.....	9
2.5. Metabolismo de nitrogênio.....	11
2.6 Efeito da nutrição na composição do leite.....	14
2.7. Sincronismo energia e proteína.....	17
2.8. Utilização de aditivos antimicrobiano na suplementação de gado de leite...19	
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO 2 - INCREMENTO DA PRODUÇÃO DE LEITE COM A UTILIZAÇÃO DA SOJA TOSTADA DE VACAS MANTIDAS EM PASTAGENS.....	30
RESUMO.....	30
4. INTRODUÇÃO.....	31
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
5.1. Local e clima.....	32
5.2. Animais e delineamento experimental	33
5.3. Área e instalações.....	33
5.4. Manejo de pastagem e mensuração do pasto.....	34
5.5. Manejo dos animais.....	35
5.6. Fornecimento aditivo.....	37
5.7. Composição percentual do suplemento e bromatológica da dieta.....	37
5.8. Produção e composição do leite.....	38
5.9. Coleta de Sangue para determinação de GLI e NUP.....	38
5.10. Consumo.....	39
5.11. Coleta de urina.....	40
5.12. Análises Estatísticas.....	40

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
6.1. Massa e composição da forragem.....	42
6.2. Dados de consumo e alantoína.....	44
6.3. Produção e composição de leite.....	46
6.4. Nitrogênio uréico no plasma e glicose.....	50
7. CONCLUSÃO.....	52
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE VACAS LEITEIRAS COM VIRGINIAMICINA E SOJA CRUA OU TOSTADA EM PASTAGENS

RESUMO – A utilização de fontes de proteína não degradável no rúmen em substituição a proteína degradável no rúmen constitui-se em uma possibilidade de aumento da eficiência de utilização do nitrogênio. Outra opção para a diminuição da perda da qualidade natural da proteína é através da utilização de aditivos, como por exemplo, a virginiamicina, que tem o efeito potencial de reduzir a desaminação de aminoácidos no rúmen evitando grandes perdas de nitrogênio. O presente estudo objetivou avaliar o efeito da inclusão de soja tostada (ST) e da virginiamicina (VM) na suplementação da dieta de vacas leiteiras em pastagens. Foram utilizadas 16 vacas mestiças Holandês x Zebu (com predominância de animais $\frac{3}{4}$ Holandês), em lactação, com peso corporal médio de $550 \pm 11,96$ kg, produção $21 \pm 1,23$ kg de leite/vaca/dia, divididas em quatro quadrados latinos 4×4 em arranjo fatorial 2×2 , sendo duas doses de VM (0 e 340 mg/vaca/dia) e duas formas de inclusão de soja (crua *versus* tostada). A produção média de leite (Kg/dia) e a produção corrigida para 4% de gordura foram maiores ($P < 0,10$) nas vacas alimentadas com ST. A suplementação de vacas leiteiras com ST em sistema intensivo a pasto aumenta a produção de leite. A VM aumenta a concentração de glicose plasmática ($P > 0,10$) nos tempos 2 e 3 horas após a oferta matinal de concentrado, porém não altera a produção de leite.

Palavras-chave: antimicrobiano, proteína “by-pass”, forragem, eficiência, produção de leite, vacas mestiças

DIET SUPPLEMENT OF DAIRY COWS WITH SOY VIRGINIAMYCIN RAW OR ROASTED SOY IN PASTURES

ABSTRACT - The use of rumen undegradable sources of proteins to replace rumen degradable protein in a possibility of increasing the efficiency of nitrogen utilization. Another option for reducing losses of high quality protein is through the use of additives, as virginiamycin, which has the effect of reducing the potential deamination of amino acids in the rumen, avoiding great losses of nitrogen. The present study aimed to evaluate the effect of adding roasted soybean (ST) and virginiamycin (VM) supplementation in the diet of dairy cows on pasture. We used 16 crossbred (predominantly $\frac{3}{4}$ Holstein) lactating cows with average body weight of 550 ± 11.96 kg, producing 21 ± 1.23 kg / cow / day, divided into four 4x4 Latin squares in a 2x2 factorial arrangement, with two doses of VM (0 and 340 mg / cow / day) and two forms of soybean (raw versus roasted). Milk production (kg / day) and production 4% fat corrected milk were higher ($P < 0.10$) in cows fed ST. Supplementation of dairy cows with roasted soybean in intensive systems on pasture increases milk production. VM increases the concentration of plasma glucose ($P < 0.10$), 2 and 3 hours after the morning supply of concentrate, but does not change milk production.

Keywords: antimicrobial "by-pass", protein, forage, efficiency, milk production, crossbred cows

CAPÍTULO 1- Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

Apesar dos entraves à produção de leite em pastagens no Brasil, o potencial destes sistemas é indiscutível, por isso existe uma grande procura por informações, na tentativa de superar as dificuldades, atender as necessidades nutricionais dos animais e manter a produção leiteira constante durante o ano (SILVA et al., 2010). Portanto, a utilização de ferramentas como a suplementação contribui para superar as adversidades e atender as necessidades dos animais a pasto.

Os produtos derivados da soja são suplementos alimentares comumente utilizados como fonte protéica na alimentação de ruminantes. Porém, a proteína do grão de soja cru ou aquela encontrada no farelo de soja é facilmente degradada pelos microrganismos do rúmen levando a uma perda da qualidade “natural” desta proteína, além da liberação de quantidades elevadas de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) oriundo da degradação da proteína no rúmen (FALDET et al., 1991). Apesar da conversão de parte desta proteína ser transformada em proteína microbiana de alta qualidade. A inclusão de grãos ricos em proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta é uma opção para reduzir a ineficiência de utilização da proteína. Esta inclusão pode se dar de várias formas, dentre elas o processamento térmico, que consiste na aplicação de calor para a complexação da proteína. O tratamento térmico cria pontes de ligação entre as cadeias de peptídeos com os carboidratos (reação de “Maillard”) reduzindo a degradação da proteína no rúmen e proporcionando melhor aproveitamento dessa proteína verdadeira no intestino delgado. Contudo, este aproveitamento é dependente do tipo de processamento do grão, pois em altas temperaturas há perda da disponibilidade no intestino.

Outra opção para a diminuição da perda da qualidade natural da proteína é através da utilização de aditivos como, por exemplo, a virginiamicina (VM), que tem o potencial efeito de reduzir a degradação proteica no rúmen (Nagaraja et al., 1997), evitando grandes perdas de nitrogênio e aumentando consequentemente o aporte de aminoácidos ao intestino.

A VM é qualificada como antimicrobiano e é composta por combinação de dois peptídeos chamados fatores M e S, produzidos pelas bactérias *Streptomyces virginiae*, descoberta na Bélgica em 1956 (DESOMER; VAN DIJCK, 1955). Esses

fatores são componentes químicos que combinados na proporção de 4:1 (M:S) agem ligando-se irreversivelmente às unidades ribossomais, como resultado, há uma inibição na síntese proteica da membrana celular dos microrganismos afetados.

Este estudo objetivou avaliar o efeito da inclusão de soja tostada (ST) e da VM na suplementação da dieta de vacas leiteiras em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia irrigada e adubada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Produção de leite em pastagens

A importância das pastagens no Brasil pode ser facilmente evidenciada pelo fato de ser a base do sistema de produção de bovinos (FREITAS et al. 2005). Fica clara a importância e a necessidade de buscar práticas e manejos que resultem no aumento da eficiência desse sistema de produção.

No último censo agropecuário no Brasil em 2006, cerca de 5,2 milhões de estabelecimentos agropecuários do país ocupavam 36,75% do território nacional e tinham como atividade comum a produção de bovinos. A área total dos estabelecimentos agropecuários no país diminuiu 23,7 milhões de hectares (-6,69%), em relação ao censo agropecuário de 1995. Entre 1995 e 2006 houve redução de 26,6% das áreas de pastagens naturais e aumento de 1,8% da área de pastagens cultivadas (1,7 milhões de hectare). O crescimento do rebanho bovino nacional ocorreu simultaneamente com a redução da área de pastagens nativas e aumento da área de pastagens cultivadas (IBGE, 2006). Os dados evidenciam a tendência na utilização racional do pasto e aumento da intensificação dos sistemas de produção, mesmo que muito aquém de onde podem chegar.

O manejo adequado de pastagens e a utilização de tecnologias para aumentar a eficiência de utilização de sistemas a pasto, como exemplo a adubação, irrigação e a suplementação animal, são fundamentais para elevar a taxa de lotação e conseqüentemente a produção por área, tornando-se mais eficiente a exploração da terra (VILELA et al. 2006). Foi apontado por esses autores que o conhecimento sobre a produção e utilização de forragens manejadas intensivamente é um dos principais gargalos do setor leiteiro, pois a redução dos custos de produção e a

especialização da pecuária leiteira envolvem o uso intensivo e racional de forrageiras.

Em condições de sistemas tradicionais, manejados sem adubação, a taxa de lotação usualmente não ultrapassa 1 UA/ha, mesmo durante a época das chuvas. Entretanto, em pastagens estabelecidas adequadamente, formadas com gramíneas de elevado potencial de produção e com manejo correto, as taxas de lotação podem ser superior a 5 UA/ha (DERESZ et. al. 2006).

Voltolini et. al. (2010), avaliaram a produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a duas frequências de pastejo que consistiram na entrada dos animais com 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e frequência fixa de 26 dias. Os resultados obtidos com a interceptação de 95% e dias fixos foram: taxa de lotação 7,18 vs 5,05 vacas/ha; taxa de lotação UA/ha de 8,27 vs 5,85; produção de leite 114 vs 75 kg/ha/dia e 16,72 vs 14,09 kg/dia. Os autores evidenciam que o manejo por interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa resulta em maior produção de leite por unidade de área.

Em experimento conduzido por Deresz (2001) que avaliou os efeitos da suplementação do pasto de capim elefante com concentrado sobre a produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu, os tratamentos consistiram em sem concentrado (SC) e com 2,0 kg de concentrado (CC). As pastagens permaneceram com taxa de lotação de 4,5 vacas/ha, em sistema rotativo, e receberam adubação nitrogênio e de K_2O de 200 kg/ha/ano, durante a estação chuvosa. O tratamento com suplementação elevou em 1,5 kg de leite/vaca/dia ($P < 0,05$), houve aumento na produção de leite corrigido para 4% de gordura de 1,2 kg de leite/vaca/dia. Esses dados demonstram que mesmo em condições de bom manejo e com pastagens adubadas a complementação da dieta dos animais com alimentos concentrados apresenta resultados positivos. Porém, deve-se atentar ao potencial produtivo dos animais, pois de acordo com o trabalho citado, animais com o potencial de produção de até 15 kg de leite/dia podem ser manejados em pastagens de capim-elefante no início da lactação sem suplementação no período das águas.

2.2. Suplementação da dieta de vacas leiteiras em pastagens

Os fatores que interferem na produção e no consumo de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais são referentes à disponibilidade e qualidade do pasto (OLIVEIRA; SOUZA, 2009). As forrageiras tropicais perdem o valor nutritivo rapidamente à medida que a idade fisiológica avança, por ocorrer aumento da lignificação da parede celular e redução do conteúdo celular (BALSALOBRE, 2002). Essas forrageiras apresentam teores de PB entre 8 e 14%, e 60 a 75% de FDN (COWAN; LOWE, 1998; SANTOS, et al., 2005). Porém, em condições adequadas de manejo os valores observados são melhores, PB de 13 a 20% e FDN de 53 a 65%, o que pode ser constatado em várias avaliações experimentais (ALVIM et al., 1997; COWAN; LOWE, 1998).

Em trabalho realizado por Marques et al. (2010), foi avaliado o efeito de suplementos contendo três combinações de energia e proteína sobre a produção leiteira em pastagens. O pasto era composto por cerca de 30,8% de *Cynodon dactylon*, 26% de *Axonopus affinis*, 14% de *Eragrostisplis* Nees, 14% de *Sporobolus indicus* e composição química: 7,58% PB, 77,1% de FDN e 42,14% de FDA, os suplementos consistiam em: baixo nível de energia e proteína; baixo nível de energia e alto nível de proteína e alto nível de energia e proteína. Comparado ao suplemento com baixos níveis de energia e proteína o grupo tratamento com altos que recebeu níveis de energia e proteína aumentou em 50% a produção de leite de vacas de baixa produção e em 18% o escore de condição corporal das vacas. Além desses resultados, de houve de aumento na concentração dos componentes do leite e melhora no perfil bioquímico sanguíneo das vacas: 13% no teor de lactose, 9% no extrato seco desengordurado, 21% nos níveis plasmáticos de glicose, e reduziu em 40% o teor de nitrogênio uréico no plasma.

Avaliando os dados de 108 lactações de vacas da raça holandesa mantidas em pastagens de *Coastcross* em sistema de lotação intermitente, fertilizada com 200 kg de N/ha/ano e irrigadas, durante três anos consecutivos (outubro de 2000 a outubro de 2003), Vilela et al. (2006) constataram que o aumento da suplementação de 3 para 6 kg de concentrado elevou a produção de 15,5 kg para 19,1 kg de leite/vaca/dia mantendo a taxa de lotação fixa em 5 vacas/ha.

Em trabalho realizado por Pereira et al. (2009), foi avaliado o efeito da utilização de concentrados com diferentes teores de PB para vacas em lactação com média de produção de leite de 19,8 kg de leite/dia, sob pastejo intermitente, pastagem de capim-elefante adubada. O pasto apresentou teor de 13,9% de PB, na MS, 66,1% de FDN na MS e 67,4% de DIVMS e suplementos com 15,2; 18,2 ou 21,1 % de PB, composto por farelo de soja e polpa cítrica. Os autores não observaram diferença significativa na produção de leite, porém, o tratamento com 21,1% de PB elevou o N-uréico no plasma ($P < 0,05$) indicando que o concentrado suplementar com 15,2% pode ser utilizado na suplementação das vacas em lactação em pastagem de capim elefante.

Danes et. al. (2013), avaliaram efeito de níveis de proteína bruta na dieta de vacas mestiças mantidas em pastagem de capim elefante (70 % *Cameroon* e 30 % *Napier*) adubada com 50 Kg de nitrogênio/ha/ciclo de pastejo com taxa de lotação de 5 UA/ha e em sistema de pastejo sob lotação intermitente. Os tratamentos consistiram em controle a base de milho com 8,7 % de PB e dois níveis de PB (13,4 e 18,1%) com inclusão farelo de soja, com o critério de fornecimento de 1kg de concentrado para 3kg de leite produzido. Observaram que vacas em lactação com média de produção de leite de 20 kg/dia em pastagens tropicais com manejo intensivo apresentando altos níveis de PB (18,5% de PB), não respondem a suplementação através da inclusão de farelo de soja no concentrado e reduziram a eficiência de utilização de N. Portanto, a suplementação com 8,7% de PB no concentrado resultou em uma dieta com níveis entre 15,3 e 15,7% de PB na matéria seca que foi suficiente para atender as exigências de proteína para a produção de leite com maior eficiência na utilização do N (18,4%). Os autores trabalharam com pasto de 18,5% de PB na dieta colhida pelos animais (pastejo simulado), não sendo limitante a PDR. Não foi o alvo do estudo, mas cabe salientar que o suprimento de aminoácidos para o intestino, quando PDR não é limitante, pode gerar resultados positivos na produção de vacas de média a alta produção.

A proteína das forragens de clima tropical ou temperado é de alta degradação ruminal, quando bem manejadas, e em virtude dessa degradação é possível que haja uma limitação no fluxo de proteína metabolizável para o intestino, principalmente para animais de alta produção suplementados ou não com concentrados (SANTOS

et al., 2005). Essas limitações parecem ser mais significantes quanto maior o teor de proteína bruta da forragem. Portanto, a suplementação de vacas em pastagens com concentrado contendo fontes ricas de PNDR pode ser uma forma de aumentar o aporte de aminoácidos para animais mantidos em forragens manejadas intensivamente, e com alto teor de proteína.

2.3. Utilização de soja na suplementação de vacas leiteiras

A soja grão e os produtos derivados do seu processamento são considerados as fontes de proteína mais importante na ração para animais de produção. O grão de soja contém em média 38% de PB, 17,7% de óleo e energia digestível equivalente a 3962 kcal/kg de MS, já o farelo contém 45% de PB, aproximadamente 1,4% de óleo e 3448 kcal/kg de MS de energia digestível (SILVA et al., 2002).

Os produtos derivados da soja são suplementos alimentares comumente utilizados como fonte protéica na alimentação de ruminantes. Além de ser uma fonte de nutrientes de elevada qualidade, é uma importante fonte de lisina, mas deficiente em metionina. Devido ao fato das proteínas do grão de soja e do farelo de soja apresentar alta degradabilidade no rúmen, a utilização desbalanceada pode resultar em eventual sobrecarga hepática de amônia e perda de nitrogênio na urina (ALVES, 2001). Portanto, tem-se buscado formas de redução de perdas de nitrogênio e aumento do aporte de aminoácidos oriundos da dieta para o intestino delgado de vacas leiteiras, através do balanceamento de PDR e PNDR na dieta.

O balanço entre a degradação de proteína no rúmen e a síntese de proteína microbiana de vacas leiteiras é ferramenta importante para maximizar a produção e composição do leite, a eficiência de uso de nitrogênio e reduzir a excreção de N para o ambiente (SANTOS et al., 2011).

Santos et al. (1998) realizaram revisão sobre a substituição parcial ou total de fontes de PDR por fontes de PNDR. Utilizaram trabalhos publicados entre 1985 e 1997, onde o farelo de soja foi utilizado como tratamento controle nas pesquisas. Foram compiladas 29 comparações oriundas de 15 ensaios metabólicos com uso de animais canulados, e 127 comparações de 88 ensaios de produção, realizados com vacas de alta produção. Nos ensaios metabólicos foi constatado que a substituição parcial ou total do farelo de soja por fontes ricas em PNDR não afetou o consumo de matéria seca, reduziu a passagem de proteína microbiana para o intestino e

aumentou a passagem da proteína oriunda da dieta. Os autores concluíram que a passagem total de proteína e aminoácidos essenciais (AAE) para o intestino não foi aumentada pelas fontes ricas em PNDR. O aumento no fluxo de proteína e AAE para o intestino delgado é um dos argumentos para a suplementação com fontes ricas em PNDR.

Em pesquisas com produção, as fontes utilizadas foram: farelo de soja tostado, farelo de soja tratado quimicamente, farelo de soja, farelo de glúten de milho, farinha de carne e ossos, farinha de sangue, farinhas de penas e farinha de peixes. Os autores observaram que das 127 comparações, em apenas 17% a suplementação com PNDR aumentou a produção de leite em comparação ao farelo de soja. Os autores citam algumas possíveis causas de falta de respostas positivas, que podem ser: redução da síntese de proteína microbiana por falta de PDR, baixa qualidade das fontes de PNDR em relação ao balanço de AAE, baixa digestibilidade das fontes de PNDR no intestino delgado e dietas utilizadas como tratamento controle já adequadas em PNDR (SANTOS et al. 1998; 2011).

A revisão citada foi fundamentada em pesquisas com animais em confinamento, porém, para vacas leiteiras em pastagens manejadas intensivamente em condições não limitantes de PDR na dieta, a inclusão de fontes ricas em PNDR na suplementação possivelmente pode gerar respostas positivas. Essa hipótese pode ser comprovada pelo estudo de Vilela et. al. (2003), que trabalharam com a inclusão da ST no concentrado suplementar de vacas da raça Holandesa em pastagem de *Coastcross* manejadas com lotação intermitente, com um dia de ocupação dos piquetes, por 25 dias de descanso e pasto com 12,1% de PB e 57,0% de DIVMS no pastejo simulado. Os tratamentos consistiram de concentrado padrão (testemunha) contendo farelo de soja (23,5% PB e 80% NDT) e concentrado com ST (19,5% PB, 86% NDT), fornecidos diariamente 9 kg de concentrado por vaca. A inclusão de ST aumentou a produção de leite de 19,8 para 22,2 e a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, de 19,7 para 23,6 kg de leite/vaca/dia. Contudo, o teor de NDT dos tratamentos pode ter influenciado.

Em outro estudo que demonstra o benefício da inclusão da ST na dieta de vacas em pastagens. Mourthé et al. (2012), avaliaram o consumo, metabólitos sanguíneos, a produção e a composição do leite de vacas Holandês x Gir, com

média de produção de 20,5 kg, manejadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, suplementadas com 6 kg/vaca/dia (a base da matéria natural) de concentrado contendo 0; 1,3; 2,6 e 3,9 kg/vaca/dia de ST. A produção de leite foi de 19,9; 20,4; 20,2; 20,4 kg de leite/vaca/dia (EPM= 0,259), respectivamente. Não houve efeito ($P>0,05$) da adição do ST sobre a produção e composição do leite, contudo houve tendência de aumento no teor ($P=0,10$) e produção ($P=0,08$) de gordura no leite. A inclusão crescente de ST no suplemento concentrado das vacas resultou em maior eficiência alimentar (kg de leite/kg de MS ingerida) sendo de 1,36; 1,37; 1,42 e 1,58 nos tratamentos contendo 0; 1,3; 2,6 e 3,9 kg/vaca/ dia de ST, respectivamente. O concentrado foi fornecido individualmente em cochos do tipo “calan-gate”, foi utilizado o óxido crômico para estimar consumo através da produção fecal.

Em pesquisa realizada por Alves et al. (2001), foi avaliado o metabolismo de vacas leiteiras suplementadas com grão de soja cru e tostado termicamente, através de metabolitos do plasma e do leite, vacas com média de produção de 26,3 kg/vaca/dia. Os tratamentos foram: concentrado proteico comercial, farelo de soja, grão de soja cru e grão de soja tostado, as dietas foram isonitrogenadas com 17,4% de PB e azevém pré-seco como volumoso. Os autores não encontraram efeito de tratamento ($P>0,05$) na concentração de ureia plasmática (mmol/L), de proteína do leite, glicose no plasma e ureia no leite (mmol/L). Porém, observaram que as vacas suplementadas com grão de soja tostada apresentaram numericamente menor teor de ureia no plasma, evidenciando que o tratamento com calor com grão de soja foi efetivo na redução da degradação protéica no rúmen e melhorou a relação energia/proteína da ração.

Para obter resultados satisfatórios na produção de vacas leiteiras alguns cuidados tem que ser observados, como o balanceamento de AAE, garantir o fornecimento adequado de carboidratos (CHO) fermentáveis no rúmen e a oferta de forragem de alta qualidade, atende níveis de PDR na dieta em torno de 10 e 11% da matéria seca para otimizar a síntese de proteína microbiana. Portanto, uma vez otimizada a síntese microbiana, o fornecimento de PNDR, de alta qualidade, na dieta para a complementação principalmente em relação ao teor de lisina, para atingir a

concentração adequada na proteína metabolizável no intestino é uma das formas de aumentar o aporte de aminoácidos (AA) para o animal (SANTOS et al., 2011).

2.4. Fontes e formas de obtenção de PNDR

Alguns alimentos são fontes ricas em PNDR, como por exemplo, o farelo de glúten de milho (protenose e glutenose), grãos destilados, resíduo de cervejaria, farelo de soja tratado a altas temperaturas, farelo de soja tratado quimicamente, farelo de soja “expeller” (oriundo de prensa) e grãos de soja tostado. De forma geral, os alimentos ricos em PNDR passam por processo que resulta na redução da solubilidade da proteína. Alguns produtos de origem animal, como: farinha de carne e ossos, farinha de sangue, farinha de penas entre outros são normalmente ricos em PNDR. Porém, no Brasil a utilização de produtos proteicos de origem animal na dieta de ruminantes é proibida de acordo com a Normativa Nº 8/2004/MAPA. Os tratamentos utilizados para obtenção de PNDR podem ser térmicos ou químicos, o primeiro consiste em submeter o alimento a altas temperaturas para que ocorra a reação de “Maillard”, como será apresentado adiante, aumentando as pontes de dissulfeto e elevando a insolubilidade (SANTOS; PEDROSO, 2011).

A produção de proteína insolúvel por meio de aquecimento por complexação de açúcares com grupo amino dos aminoácidos diminui a taxa de hidrólise proteolítica, não só através da acessibilidade reduzida do substrato, mas também através da formação de ligações resistentes ao ataque enzimático. Produz ligações fortes reduzindo a disponibilidade da proteína. Além do tratamento por aquecimento há também os químicos, por formaldeído e complexos de tanino, realizados para que as ligações sejam resistentes à degradação no rúmen e sejam quebradas pela acidez gástrica e pela digestão enzimática, tornando a proteína protegida disponível para a digestão no intestino e aproveitamento pelo animal (TAMMINGA, 1979; VAN SOEST, 1994).

As reações químicas que resultam na reação de “Maillard” foram inicialmente descritas em 1912 pelo pesquisador bioquímico francês Louis-Camille Maillard, que publicou o primeiro estudo sistemático mostrando que aminoácidos e açúcares redutores iniciam uma complexa cascata de reações durante o aquecimento,

resultando na formação final de substâncias marrons chamadas de melanoidinas (FRIEDMAN, 1996; FRINOT, 2005; SHIBAO; BASTOS, 2011).

A reação de “Maillard” inicia-se com temperaturas superiores a 40°C, onde ocorre um ataque nucleofílico do grupo D-carbonila de um açúcar redutor, por exemplo, ao grupamento amina dos aminoácidos. A reação em alimentos depende de vários fatores: temperaturas elevadas, água, pH na faixa de 6 a 8 (preferencialmente alcalino), umidade relativa de 30% a 70%, presença de íons metálicos de transição como Cu^{2+} e Fe^{2+} , que podem catalisar a reação. Além disso, a composição do alimento também interfere na ocorrência da reação (HODGE, 1953; SHIBAO; BASTOS, 2011).

O tipo de açúcar redutor interfere na velocidade de reação com os grupamentos amina, sendo o açúcar redutor mais reativo a xilose, seguida de arabinose, glicose, maltose e frutose, indicando que as pentoses são mais reativas do que as hexoses. Os açúcares redutores ainda diferem na via de escurecimento, sendo que as cetoses são mais reativas para a formação de produtos de “Heyns” (cetonas com aldosaminas), enquanto as aldoses são para a formação de produtos de Amadori (Aldeído com cetosamina). Além dos açúcares, os tipos de aminoácidos também interferem na velocidade de reação. A lisina é cerca de 2 a 3 vezes mais reativa quando comparada aos outros aminoácidos, devido à presença de grupamentos D e H-amino em sua estrutura. Na sequência, os aminoácidos básicos e não polares (arginina, fenilalanina, leucina, isoleucina e valina) são os mais reativos, seguidos dos aminoácidos (ácido glutâmico e ácido aspártico). A cisteína, por ser um aminoácido sulfurado, é menos reativa. Portanto, como nos alimentos há mais de 5 diferentes açúcares reativos e 20 aminoácidos estão presentes, tem-se só no primeiro passo mais de 100 produtos diferentes obtidos da reação que pode gerar resultados diferentes em cada processo e temperatura utilizada para a obtenção do produto da reação (MORALES et al., 1997; MARTINS et al., 2000; SHIBAO; BASTOS, 2011).

Em pesquisa realizada por Faldet et al. (1992), avaliou-se diferentes tratamentos térmicos e processamentos da soja, *in vitro* e *in vivo*, e verificou que o processo de “steeping” (redução da temperatura lenta em recipiente de metal com dupla camada) por meia hora após a tostagem de 146°C parece resultar em um

tratamento térmico mais completo e extenso. Portanto, o processo de manter a soja a uma temperatura elevada durante cerca de 30 minutos após a tostagem, provavelmente, é benéfico por duas razões. Primeiro, o tempo de permanência do grão da soja nas tostagens comerciais não é maior que dois minutos e este tempo não é suficiente para que o calor seja transferido até o interior do grão; segundo, a reação de “Maillard”, que é causada por temperaturas elevadas, depende do tempo para que ocorra a proteção adequada às proteínas do grão resultando em uma proteção da proteína da degradação ruminal mais adequada. Ainda segundo os autores a disponibilidade da lisina em soja tratada termicamente depende da severidade do tratamento. A 154 ° C o tratamento resultou na maior perda de lisina disponível (33% em relação à soja grão). Provavelmente em temperaturas elevadas acima de 154 ° C, há perda da digestibilidade de proteína pelo animal, pois a exposição do grão de soja a uma temperatura mais elevada ou a um maior tempo de tratamento térmico pode levar a uma demasiada proteção da proteína e parte pode tornar-se insolúvel no intestino. Segundo Van Soest (1994), o balanceamento entre a desnaturação desejada para a ocorrência de resultados deletérios provocados pelo excesso de calor ainda não estão completamente evidenciados, mas teoricamente estão próximos do ponto de máxima insolubilidade sem perder a digestibilidade intestinal das proteínas.

A proteína microbiana é excelente fonte de aminoácidos para o animal, a quantidade que chega ao duodeno não é suficiente para satisfazer elevadas exigências de vacas leiteiras de alta produção. Portanto, para o atendimento da demanda proteica não suprida de origem microbiana, torna-se necessária a inclusão de fontes proteicas de maior escape ruminal (CABRAL et al. 2001).

2.5. Metabolismo de Nitrogênio

A proteína bruta presente na dieta de ruminantes é composta de PDR e PNDR. Após a ingestão do alimento a degradação da proteína no rúmen acontece por ações enzimáticas (proteases, peptidases e deaminases) que são sintetizadas pelos microrganismos ruminais gerando amônia no rúmen, que pode ser originária da degradação da proteína verdadeira, do nitrogênio não proteico (NNP) da ração, do N reciclado para o rúmen na forma de ureia, e da degradação de células

microbiana mortas no rúmen. A concentração máxima de amônia no rúmen depende do teor de N da dieta. Em alimentos com fontes de N rapidamente solúvel, como por exemplo, a ureia, o pico de N no rúmen ocorre entre 1 e 2 horas após o consumo. Para alimentos ricos em proteína verdadeira esse pico ocorre ao redor de 3 a 5 horas após o consumo do alimento, dependendo da degradabilidade da proteína (SANTOS; PEDROSO, 2011).

A característica proteolítica de algumas bactérias (*Butyrivibrio amylophilus*, *Butyrivibrio ruminicola*, *Butyrivibrio* sp. e *Selenomonas ruminantium*) já era conhecida desde a década de 1960. Também era sabido que apesar de várias bactérias fermentarem aminoácidos no rúmen elas não seriam capazes de crescer, tendo o aminoácido como único substrato. Na década de 1980 foi possível o isolamento de três espécies bacterianas fermentadoras estritas de aminoácidos, que não utilizam carboidratos como fonte de energia para o crescimento (*Peptostreptococcus* sp., *Clostridium aminophilum* e *Clostridium sticklandii*). Essas bactérias desaminam 20 vezes mais que outras bactérias proteolíticas ruminais (ARCURI et al., 2011).

A porcentagem de PB e de PDR podem interferir no crescimento microbiano, uma vez que as principais fontes de nitrogênio para os microrganismos do rúmen são: amônia, aminoácidos e peptídeos. As bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos (bactérias gram +) utilizam amônia como fonte de nitrogênio e as fermentadoras de carboidratos não fibrosos, requerem mais aminoácidos e peptídeos do que amônia (SANTOS; PEDROSO, 2011).

Os componentes nitrogenados da dieta são convertidos em amônia no rúmen por ação das enzimas bacterianas. Esta amônia é utilizada pela microflora para a produção de aminoácidos, juntamente com o esqueleto carbônico oferecido pelos carboidratos ou AA oriundos da proteína da dieta. A amônia que não é utilizada para a síntese de proteína microbiana pela flora ruminal passa rapidamente para o sangue, através da parede deste órgão, e vai ao fígado onde se processa a formação de ureia. Esta, por sua vez, sendo não tóxica e hidrossolúvel, circula no sangue e é eliminada principalmente na urina e no leite ou reciclada para o rúmen via saliva ou por difusão na parede deste (CHURCH, 1988). A excreção de nitrogênio na forma de ureia representa um gasto em energia para o animal.

As exigências de proteína pelos ruminantes são atendidas pela proteína metabolizável, que consiste na proteína que chega ao intestino delgado. Podendo ela ser de origem microbiana, da fração não degradada no rúmen e da proteína endógena. (VALADARES FILHO, 1997). O fornecimento de quantidades adequadas de PDR é fundamental para otimização de proteína microbiana, e completá-la adequadamente com PNDR, suprimindo as exigências em proteína metabolizável dos animais (SANTOS et al., 2011).

Segundo Kozloski (2009), no processo de síntese de ureia no fígado há um gasto de quatro moléculas de ATP para cada molécula de ureia sintetizada, esse processo parece ser contrabalanceado, em parte, pela formação de uma molécula de fumarato. No ciclo de Krebs, o fumarato libera um NADH, o qual pode resultar na síntese de três moléculas de ATP. Portanto, o gasto líquido de energia, pra sintetizar uréia, pode ser menor do que o tradicionalmente proposto.

O excesso de proteína degradável no rúmen, leva ao excesso de N-NH_3 que pode afetar os valores de energia disponível para o animal. Nos rins, músculos e cérebro, o ácido glutâmico reage com o N-NH_3 para formar glutamina. A fonte imediata de ácido glutâmico é o α -cetoglutarato, um composto intermediário do ciclo do ácido cítrico, o qual é essencial para a formação de energia no animal. Se a demanda de α -cetoglutarato é alta em função da grande quantidade de N-NH_3 circulante (GARCIA-BOJALIL et al., 1998).

A digestão pós-ruminal das proteínas tem início no abomaso pela atividade pepsinogênica. A digestão intestinal de ruminantes ocorre de forma similar nos monogástricos. O pâncreas secreta formas inativas da tripsina, quimotripsina e elastase, assim como das carboxipeptidases. A tripsina é ativada inicialmente pela enteroquinase, uma proteína presente na membrana luminal dos enterócitos. O produto final da atividade dessas enzimas são AA e oligopeptídeos e são absorvidos no intestino delgado, principalmente através de sistemas de transporte ativo dependentes de sódio ou prótons. Os oligopeptídeos absorvidos são hidrolisados por oligopeptidases presentes na membrana lumial dos enterócito, e desse modo, entram na circulação sanguíneas como aminoácidos. A digestibilidade intestinal das proteínas de origem bacteriana é relativamente constante, em torno de 75 a 85%. Porém, a digestibilidade da proteína residual do alimento pode ser altamente

variável, dependendo do tipo de processamento do alimento. Por exemplo, a digestibilidade da proteína diminui se o alimento for processado a temperaturas muito elevadas (KOZLOSKI, 2009).

Em dietas com excesso de proteína os animais apresentam concentrações elevadas de ureia no sangue, urina e no leite. A ureia é uma pequena molécula neutra, e rapidamente se difunde através das membranas celulares. O leite é secretado pelas células alveolares da glândula mamária, portanto, a ureia se difunde para dentro ou para fora das células secretoras, entrando em equilíbrio com a ureia plasmática. (ROSELVER et al., 1993).

Os AA não essenciais são absorvidos como AA livres, a partir do sangue, e outros são sintetizados na própria glândula mamária. A quantidade de AAE e sua proporção na proteína metabolizável no intestino determinam a eficiência de utilização dessa proteína pelos ruminantes. Quando a proteína metabolizável é de alta qualidade e com perfil adequado de AAE, o teor de proteína bruta da dieta pode ser reduzido, a eficiência de utilização da proteína metabolizável é otimizada, a excreção de ureia na urina e no leite é reduzida e o desempenho animal é maximizado (SANTOS et al., 2011).

2.6. Efeito da nutrição na composição do leite

O processo de síntese do leite pela glândula mamária se dá pela utilização de nutrientes derivados da digestão e do metabolismo da dieta. O leite possui componentes oriundos diretamente dos alimentos (ácidos graxos de cadeia longa, minerais e vitaminas) e componentes sintetizados por tecidos extra-mamários (ácidos graxos oriundos do tecido adiposo e proteínas específicas do leite). Portanto, cada fonte de componentes do leite é influenciada em algum nível pela nutrição da vaca, de forma direta ou indireta (THOMAS, 1984; SUTTON, 1989; CORASSIN et. al., 2004).

Para entendimento dos efeitos dos fatores nutricionais sobre a composição do leite é necessária a compreensão dos caminhos para sua síntese, a qual envolve o suprimento de precursores através do sangue para a glândula mamária, sua conversão em leite, a ejeção desse leite pela glândula, órgão extremamente complexo, composto por células especializadas que trabalham em conjunto com

todo o organismo animal durante a lactação. Os nutrientes ingeridos pelas vacas constituem-se nos precursores, diretos ou indiretos dos principais componentes sólidos do leite. Esses precursores oriundos do sangue possuem concentrações bastante diferentes daqueles encontrados no leite. Portanto, os principais substratos extraídos do sangue pela glândula mamária são glicose, aminoácidos, ácidos graxos, β -hidroxibutirato e minerais (LARSON, 1985).

Existe alta correlação entre consumo de energia digestível, captação de propionato e síntese de glicose pelo fígado de ruminantes. Outros precursores importantes neoglicogênicos são os AA, o lactato, o isobutirato e o glicerol (KOZLOSKI, 2009). O propionato e a glicose estimulam a secreção de insulina pelo pâncreas, e dietas com baixa fibra proporcionam aumento na produção de propionato no rúmen e na taxa de gliconeogênese hepática. Dietas com baixa quantidade de fibra resultam em um aumento no balanço energético líquido, em função da maior ingestão de energia e redução da secreção de gordura no leite. Todos esses fatores fazem com que aumente a concentração de insulina no sangue, podendo reduzir o aporte de precursores de gordura na glândula mamária (acetato, β -hidroxibutirato, e ácidos graxos de cadeia longa oriundos da dieta), sendo que essas substâncias passariam a ser utilizada para a lipogênese no tecido adiposo. Portanto, haveria competição entre o tecido adiposo e a glândula mamária por substrato, assim como diferenças entre esses tecidos em relação à resposta à ação da insulina (BAUMAN; GRIINARI, 2001, 2003).

A glicose é o principal precursor de lactose, ácido cítrico e maior parte do glicerol dos triglicerídeos sintetizados nas células mamárias. Todos os aminoácidos essenciais e alguns não-essenciais necessários para a síntese de proteína do leite também são oriundos do sangue (LARSON, 1985; MATTOS et al, 2005).

O aumento de um determinado nutriente em particular na dieta não faz com que obtenha um aumento correspondente na secreção de um componente similar no leite nem em um consequente aumento na concentração relativa aos outros componentes do leite. Portanto, não há relação simples e direta entre os componentes do leite da dieta e os componentes individuais do leite (SUTTON, 1989; MATTOS; PEDROSO, 2005).

Os principais constituintes avaliados no leite são: gordura, proteína, nitrogênio, sólidos totais e lactose. A gordura do leite é derivada de reservas de gordura corporal no tecido adiposo ou dos triglicerídeos presentes no sangue que são sintetizados na glândula mamária a partir de ácidos graxos de cadeia curta produzidos no rúmen oriundos da forragem consumida pelas vacas. Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) considerados como precursores dos triglicerídeos são o ácido acético e o ácido butírico (β -hidroxibutirato). A manutenção adequada de forragens e suplementos melhora a proporção de propionato:acetato no rúmen mantendo teores de gordura no leite adequado. As bactérias celulolíticas fermentam as frações fibrosas das forragens produzindo acetato no rúmen e dieta rica em fibra de qualidade resulta em maior síntese de gordura no leite. Em dietas com altas proporções de grãos ou açúcares gera situações de pH ruminal baixo, afeta a degradação da forragem, reduz a produção de acetato e consequentemente, diminui a gordura no leite (SIMILI; LIMA, 2007).

A síntese de proteína do leite tem como precursores os aminoácidos livres do sangue em 90% e proteínas séricas em 10%. E entre estas últimas estão as imunoglobulinas. A maior parte do nitrogênio utilizado para a síntese das proteínas do leite procede dos AA livres absorvidos pela glândula mamária (GONZALÉZ et al., 2001). O teor de proteína do leite depende do perfil de AA absorvidos no intestino delgado do animal sendo reflexo do perfil de AA da proteína metabolizável disponível no intestino delgado.

A lactose possui importante função na síntese do leite, por ser o principal fator osmótico no leite. É responsável por 50% desta variável e “atrai” água para as células epiteliais mamárias. Há estreita relação entre a síntese de lactose e a quantidade de água drenada para o leite. A lactose é o componente do leite que menos tem variação. A lactose é um dissacarídeo composto pelos monossacarídeos D-glicose e D-galactose, ligados por ponte glicosídica β -1,4. A glicose, oriunda do sangue, vai para a síntese de lactose (79%) e quando não é utilizada para a síntese de lactose vai para síntese de glicerol e fornecimento de energia. A disponibilidade de glicose sanguínea é um fator limitante para a síntese de leite. Outros precursores da glicose para a síntese de lactose são propionato, glicerol, pentoses-fosfatos e lactato (GONZALÉZ et al., 2001).

O volume de leite produzido por vacas em lactação é quase que totalmente dependente da quantidade de lactose sintetizada pela glândula mamária. O volume produzido em grande parte ocorre por osmose, e a lactose é a partícula molecular predominante no leite. O precursor básico da lactose é a glicose, portanto, uma elevada produção de leite é responsável por grande absorção de glicose plasmática, oriundas quase que totalmente da gliconeogênese (KANEKO, 2008).

Níveis de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e nitrogênio uréico no leite (NUL) são utilizados como ferramentas para a obtenção de informações sobre a situação da nutrição proteica dos bovinos, a resposta metabólica dos animais a determinado tipo de dieta. Em situações em que o NUP ou NUL excedem 19-20 mg/dL, a taxa de concepção pode ser diminuída em torno de 20% (BUTLER et al., 1998).

Em dietas em que há aumento do teor de proteína, mantendo o nível de energia, resulta em pouco ou nenhum efeito na proteína do leite. A adição de gordura na dieta de vacas em lactação geralmente reduz o teor de gordura no leite. Esses resultados ocorrem pelas complexas transformações que os nutrientes ingeridos sofrem no rúmen, pelas influências de hormônios e pelas restrições fisiológicas e bioquímicas resultantes da forma como os sólidos do leite são sintetizados e secretados pelas células epiteliais dos alvéolos mamários. Os AA que chegam ao duodeno são oriundos da proteína dietética que passa intacta pela fermentação ruminal (PNDR), proteína microbiana sintetizada no rúmen e de pequena quantidade de proteína endógena. O fornecimento de PNDR é um dos caminhos para aumentar a disponibilidade de AA no duodeno, mas para que estes sejam efetivos no aumento da proteína do leite, eles devem possuir elevada digestibilidade no intestino (MATTOS et al., 2005).

O teor de ureia plasmática é uma ferramenta que pode ser utilizada para monitorar a ingestão de proteína bruta da dieta, o qual deve ser mais próximo possível das necessidades do animal, pois pode resultar em excesso de nitrogênio (N) prejudicando o desempenho reprodutivo (BRODERIK; CLAYTON, 1997). Concentrações de ureia elevadas no sangue e no leite podem ser correlacionadas à ingestão de nitrogênio e associadas a maior taxa de excreção de ureia na urina. Essa correlação pode ser utilizada como forma de avaliar o teor protéico da dieta e a

eficiência de utilização do nitrogênio, resultando em indicadores do balanceamento entre nitrogênio e energia (VASCONCELOS et al., 2010).

2.7. Sincronismo energia e proteína

A palavra sincronia deriva do grego *syn* (juntamente) + *chrónos* (tempo), para descrição de ocorrências simultâneas. Em relação à nutrição de ruminantes “sincronia nutricional” refere-se comumente ao fornecimento de proteína dietética (fontes de nitrogênio e proteína verdadeira) e energia (carboidratos fermentados no rúmen). O conceito está relacionado ao fornecimento de nutrientes para satisfazer necessidades diárias e prevenir deficiências. Teoricamente, o sincronismo refere-se à disponibilidade de nutrientes para permitir uma utilização mais eficiente destes, aumentando a produção microbiana e consequentemente os produtos da fermentação, aumentando a disponibilidade de nutrientes para o animal e potencializando o desempenho do rúmen (HALL; HUNTINGTON, 2008). Porém, na prática, os mesmos autores não observaram benefícios significativos no desempenho animal em trabalhos revisados que buscaram a sincronização da degradação entre energia e proteína no rúmen. No entanto, apesar da falta de respostas em desempenho animal é importante atender a quantidades de nutrientes para obtenção da máxima produção microbiana, de forma que as fontes de energia e proteína não sejam limitantes do desenvolvimento microbiano.

Há muita discussão sobre as vantagens de formulação de dietas considerando as taxa de degradação de CHO's e proteínas. Em geral os sistemas proteicos, como é o caso do modelo mais complexo e aprimorado de Cornell (CNCPS), buscam atingir esse objetivo. O CNCPS busca integrar a degradação das diferentes frações de CHO com as diferentes degradações das frações proteicas levando em consideração o tipo de população microbiana. Essa sincronização da degradação de CHO e da proteína no rúmen dá condições para a maximização do uso de PDR e redução de perdas de amônia (SANTOS; PEDROSO, 2011).

Danes et. al. (2013), avaliaram efeito de níveis de proteína bruta na dieta de vacas mestiças (Holandês x Jersey) mantidas em pastagem de capim elefante, os tratamentos consistiram em controle a base de milho com 8,7 % de PB e dois níveis de PB (13,4 e 18,1%) com inclusão farelo de soja. A suplementação com 8,7% de PB no concentrado resultou em uma dieta com níveis entre 15,3 e 15,7% de PB na

matéria seca que foi suficiente para atender as exigências de proteína para a produção de leite com maior eficiência na utilização do N (18,4%) a concentração de NUP e NUL foi mensurada 4 horas após o fornecimento do concentrado pela manhã resultando em maiores valores no tratamento com 18,1 % de PB.

Ultimamente a imposição de sincronia nutricional de proteínas e energia no rúmen não tem gerado resultados consistentemente esperados na eficiência microbiana e produtividade animal. O conceito pode exigir uma maior precisão na manipulação dietética em relação ao que é atualmente proposto. É certo que qualquer expectativa de sucesso com este conceito deve abranger a complexidade da interação do animal, o seu meio ambiente, os microrganismos do rúmen, a dieta, e talvez tornando denominação mais específica de nutrientes a ser sincronizado para além de proteína e energia. Para este fim, é preciso verificar se as interações biológicas relevantes foram corretamente descritas, e que possa caracterizar quantitativamente com precisão os fatores que se deseja manipular. O conjunto de fatores internos e externos à dieta que podem alterar o resultado de manipulações desta precisa ser delineada, e a magnitude do seu impacto como efeitos diretos e interações deve ser contabilizadas. Deve-se considerar equilíbrio; foco na geração de condições no rúmen e animal para que substratos necessários ou nutrientes que estão disponíveis a partir da dieta ou acessível a partir de recursos endógenos para atender necessidades de nutrientes e aumentar a produtividade e eficiência. Esta abordagem envolve o animal inteiro, e não apenas aspectos do rúmen e alimentar (HALL & HUNTINGTON, 2007).

2.8. Utilização de aditivos antimicrobianos na suplementação de gado de leite em pastagens

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

A virginiamicina é um aditivo antimicrobiano utilizado na suplementação de bovinos para melhorar o desempenho produtivo. É um produto da fermentação de

Streptomyces virginiae (ROGERS et al., 1995). É composto por dois componentes químicos, M (C₂₈H₃₅N₃O₇) e S(C₄₃H₄₉N₇O₁₀), que funcionam sinergicamente (BOON; DWART, 1974).

Segundo Cocito (1979), a virginiamicina apresenta atividade principalmente contra bactérias gram (+), tanto aeróbicas quanto anaeróbicas, mas não apresenta efeito sobre a maioria das bactérias gram(-) em função da impermeabilidade da parede celular. No interior das células, ambos os componentes químicos se ligam especifica e irreversivelmente a subunidades 50S dos ribossomos, inibindo a formação de ligações peptídicas durante a síntese protéica bacteriana. Processos metabólicos são rompidos dentro da célula resultando em paralisação da célula ou morte da célula bacteriana. Quando pequenas concentrações de VM entram em contato com a parede celular bacteriana por curtos períodos, inibe seu crescimento continuamente mesmo após a retirada do antibacteriano, e este efeito é conhecido por bacteriopausa. Portanto, este antibiótico inibe a síntese protéica da célula bacteriana com ação no ribossomo, ao inibir a formação dos enlaces peptídicos em bactérias gram (+).

A monensina tem sido estudada mais intensamente que a virginiamicina e mais informações sobre os efeitos da monensina estão disponíveis em comparação a VM. Apesar da VM e monensina afetarem as bactérias gram (+), muito pouco se sabe sobre o efeito da VM em gado de leite, especialmente quando os animais são mantidos em pastagens. A VM age alterando a população microbiana ruminal. As alterações nas bactérias gram (+) em produtos de fermentação ruminal são semelhantes aos da monensina, ou seja, um aumento de propionato em detrimento do acetato e metano, embora com modo de ação diferente (NAGARAJA et al., 1997). Portanto, a alteração na fermentação ruminal dá-se pela mudança de bactérias gram (+) ineficientes por gram (-) mais eficientes na utilização do substrato. Segundo Nagaraja et al. (1997), os objetivos da manipulação da fermentação ruminal são: melhorar processos benéficos e minimizar, alterar ou eliminar processos ineficientes que levem prejuízos tanto para os microrganismos do rúmen quanto para o hospedeiro.

Segundo Kozloski (2009), a conversão de um mol de glicose, quimicamente, para um dos ácidos graxos voláteis ou lactato dá-se da seguinte forma:

Glicose $\rightarrow$ 2 acetato + 2 CO₂ + 4H₂ ($\Delta H = - 251$ kcal/mol)

Glicose $\rightarrow$ butirato + 2 CO₂ + 2H₂ ($\Delta H = - 118$ kcal/mol)

Glicose + 2H₂ $\rightarrow$ 2 propionato ($\Delta H = + 60$ kcal/mol)

Glicose $\rightarrow$ 2 lactato ($\Delta H = - 16$ kcal/mol)

As variações de entalpia são mais negativas quanto mais forem oxidados os produtos da fermentação. A maior eficiência alimentar de animais que recebem ionóforos (assim como os antimicrobianos) é consequência do aumento da produção de propionato, da diminuição da energia perdida na forma de metano e do aumento da passagem de proteína do alimento para os intestinos sem sofrer o processo de degradação ruminal. Há alta correlação entre o consumo de energia digestível, captação de propionato e síntese de glicose pelo fígado dos ruminantes. Em animais alimentados, a quantidade de propionato captado do sangue portal pode atingir em até 75% da glicose total sintetizada pelo fígado dos bovinos (KOZLOSKI, 2009).

As duas principais bactérias responsáveis pela desaminação (consiste na remoção do grupo amina do aminoácido por enzimas bacterianas) de proteínas no rúmen são: *Clostridium aminophilum* e *Clostridium stickandii*, bactérias gram (+), que têm seu crescimento afetado pela adição de VM. Desta forma, alguns estudos com animais confinados sugerem que o decréscimo da amônia ruminal é resultado da redução na degradação ruminal de peptídeos e na desaminação de aminoácidos facilitando a passagem pelo rúmen para ser aproveitado pelo animal na forma de proteína verdadeira (VAN NEVEL; DEMEYER, 1977; WHETSTONE et al., 1981).

Clayton et al. (1999), avaliaram os efeitos destes antimicrobianos e de NaHCO₃ sobre o pH ruminal e fecal, proporções de AGCC, metabólitos no sangue, produção e composição de leite. O estudo foi realizado durante 28 dias e envolveu 71 vacas leiteiras em pastagem de azevém, aveia e trevo, que foram alimentadas com 10 kg de concentrado/vaca/dia em “pellets”. Os animais receberam pellets contendo o aditivo, 30mg de VM, 20 g de NaHCO₃, ou 30 mg de VM e 20 g de NaHCO₃ com base na MS. Foi observado que o pH ruminal tende a ser maior em vacas alimentadas com “pellets” contendo VM. Os resultados da incubação *in vitro* do líquido ruminal com glicose mostraram um potencial para o acúmulo de ácido L-lactato no líquido ruminal significativamente mais baixo ($P < 0,05$) em vacas alimentadas com VM (15,5 vs 35,3 mmol/L). As vacas alimentadas com VM tiveram

significativamente maior pH fecal (6,72 vs 6,57) e a produção de leite foi elevada em 0,62 kg/dia (23,94 vs 23,32 kg /dia) com mais lactose do que aquelas não alimentadas com VM. Não houve efeito de NaHCO_3 , mas o pH ruminal tendeu a possuir proporção mais elevada de acetato no rúmen que foi maior nas vacas alimentadas com NaHCO_3 . A gordura do leite e porcentagem de proteína do leite não diferiram significativamente nas vacas dos tratamentos, e a produção de AGCC não diferiu ($P>0,05$).

Em estudo realizado por Nunez et. al. (2008), avaliou-se o uso combinado de ionóforo e VM em novilhos Nelore confinados com dietas de alto concentrado, com dois níveis (73 e 91%) e dois níveis de VM (0 e 15 mg/kg MS. O consumo de matéria seca foi menor nos animais do tratamento com VM, tanto em kg/dia (7,98 vs. 8,76; $P<0,01$) como em porcentagem de peso vivo (1,88 vs. 2,01; $P=0,01$), assim como o consumo de energia metabolizável (21,97 vs. 24,09 Mcal/dia; $P<0,01$). No entanto, o ganho de peso diário não diferiu ($P>0,05$) entre os animais dos tratamentos. Os animais tratados com VM apresentaram maior eficiência alimentar (0,206 vs. 0,183 kg/kg; $P=0,02$), maior eficiência de utilização da energia metabolizável (75,05 vs. 67,47 g/Mcal, maior teor de energia líquida para manutenção (2,25 vs. 2,08 Mcal/kg MS; $P=0,01$) e para ganho (1,56 vs. 1,41 Mcal/kg MS; $P=0,01$). Estudos com a VM são realizados em grande parte com bovinos de corte em confinamento, porém há pouco tempo começaram as pesquisas com animais em pastagens. Contudo, são escassos trabalhos com o uso da VM em bovinos de leite.

Ferreira et al. (2011), avaliaram o efeito da inclusão de VM e salinomicina ao suplemento mineral sobre parâmetros ruminiais e degradabilidade da FDN, para novilhos de corte no período de verão, manejados em sistema rotacionado de *Brachiaria decumbens*. Os tratamentos consistiram em controle, apenas salinomicina 108mg/animal/dia e VM 100 mg/animal/dia. Houve diferença significativa ($P<0,05$) na degradabilidade efetiva nas três taxas de passagem avaliadas (2, 5 e 8%/h). A VM proporcionou nos animais maior degradabilidade efetiva nas taxas de passagem em 2 e 5%/h, não houve efeito ($P>0,05$) no pH e degradação potencial (%). O autor infere que o uso da VM como manipulador ruminal promoveu, no presente trabalho, maior digestibilidade efetiva da FDN.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do Rúmen. In: **NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**. BERCHIELLI, T. T. et al., 2ª. p. 115-160. Ed. 2011.

ALVES, M. S. C. C.; **Avaliação metabólica de vacas leiteiras alimentadas com grão de soja cru e tratado com calor**. Porto Alegre, 2001. 81p. Dissertação (Mestre em Patologia Animal) Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ALVIM, M.J.; VILELA, D.; LOPES, R.S. Efeito de dois níveis de concentrado sobre a produção de leite de vacas da raça Holandesa em pastagem de *coast-cross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 967-975, 1997.

BALSALOBRE, M. A. A. **Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**. V. 70, n. 1, p. 15-29, 2001.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition** v. 23, p. 203-227, 2003.

BOON, B.; R. DWART. Method for identification and assay of Virginiamycinin: **Animal Feeds**. Analyst. V. 99, p. 19-25, 1974.

BRODERIK, A. G.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.

BUTLER, W. R.; Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2533-2539, 1998.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C., MALAFAIA, P. A. M.; LANA, R. P.; SILVA, J. F. C.; VIEIRA, R. A. M. ; PEREIRA, E. S. Estimação da digestibilidade Intestinal da proteína de alimentos por intermédio da técnica de três estádios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 546-552, 2001.

CHURCH, D. C. The Ruminant Animal, Digestive Physiology and Nutrition. A Reston Book. Prentice Hall, **Englewood Cliffs**, New Jersey, 1988.

CLAYTON, E. H.; LEAN, I. J.; ROWE J. B.; COX, J. W. Effects of feeding virginiamycin and sodium bicarbonate to grazing lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**.v.82, p.1545–1554, 1999.

COCITO, C. Antibiotics of the Virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiology. Rev.** v. 43, p.145-1980, 1979.

CORASSIN, C. H.; MACHADO, P. F.; COLDEBELLA, A.; CASSOLI, L. D.; SORIANO, S. Avaliação de ferramentas utilizadas no balanceamento de dietas completas para vacas em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 26, p. 241-249, 2004.

COWAN, R. T.; K. F. LOWE. **Tropical and Subtropical Grass Management and Quality. IN: Grass for Dairy Cattle**. Eds. J. H. Cherney and D. J. R. Cherney. CABI Publishing. Oxon OX10 8DE. UK. p. 101-135, 1998.

DANES, M. A. C.; CHAGAS, L. J.; PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P. Effect of Protein Supplementation on Milk Production and Metabolism of Dairy Cows Grazing Tropical Grass. **Journal Dairy Science**. v. 96, p. 407-419, 2013.

DERESZ, F. Produção de Leite de Vacas Mestiças Holandês x Zebu em Pastagem de Capim-Elefante, Manejada em Sistema Rotativo com e sem Suplementação durante a Época das Chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30. p. 197-204, 2001.

DERESZ, F.; PAIM-COSTA, M.L.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C. E.; ABREU, J. B. R. Composição química, digestibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.863-869, 2006.

DESOMER; VAN DIJCK, P. A preliminar reporto n antibiotic number 899, a streptogramin like substance. **Antibiotics and Chenotherapy**, Washington, v. 5, p 11, 1955.

DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DECUYPERE, J. A.; HENDERICKX, H. K. Influence of the gut flora and of some growth-promoting feed additives on nitrogen metabolism in pigs. 1. Studies *in vitro*. **Livestock Production Science**, v.14, p.161–176, 1986.

DUTTA, U.; DAIN, J. A. Capillary electrophoretic analysis of advanced glycation end products formed from the reaction of reducing sugars with the amino group of glucosamine. *Analytical Biochemistry*, **Elsevier**, v. 343, p. 237–243, 2005.

FALDET, M. A.; SATTER, L. D. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 3047-3054, 1991.

FALDET, M. A.; SON, Y. S.; SATTER L. D. Chemical, *in vitro*, and *in vivo* evaluation of soybeans heat-treated by various processing methods. **Journal Dairy Science**, v. 75, p. 789-795. 1992.

FERREIRA, S. F.; FURTADO, R. G.; FREITAS NETO, M D.; ARAUJO, E. P.; PADUA, J. T.; ARNHOLD, E. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48**. Parâmetros ruminais e digestibilidade da FDN em dieta de bovinos de corte sob pastejo no período chuvoso com uso de Virginiamicina e Salinomycin. Belém – PA, 18 a 21 de Julho de 2011. CD-ROOM.

FINOT, P. A. Historical perspective of the Maillard reaction in food science. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1043, p. 1-8, 2005.

FREITAS, K. R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J.; NASCIMENTO, J. L.; HEINEMAM, A. B.; FERREIRA, P. H.; MACEDO, R. Avaliação do capim mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetido a diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, p. 83-89, 2005.

FRIEDMAN M. Food browning and its prevention: an overview. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 44, p. 631-53, 1996.

GARCIA-BOJALIL, C. M.; STAPLES, C. R.; RISCO, C. A.; SAVIO, J. D.; THATCHER, W. W. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1385-1395, 1998.

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

HALL, M. B.; HUNTINGTON, G. B. Nutrient synchrony: sound in theory, elusive in practice. **Journal Animal Science**. 86, p. 287-292, 2008.

HODGE J. E. Chemistry of browning reactions in models systems. **Agricultural and Food Chemistry**; v. 1, p. 928-43, 1953.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1464&id_pagina=1>> Acessado em: 15 de março de 2013.

KANEKO, J. J. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. Academic Press, San Diego. 932p. 2008.

KOSLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 2 ed. - Santa Maria: Ed. UFSM, 2009. p. 214.

LARSON, B. L. Biosynthesis and cellular secretion of milk.Ch. 4. In: LARSON, B. L. (ed.). **Lactation**. The Iowa State University Press, Ames. P. 129-163, 1985.

MARQUES, L. T.; FISCHER, V.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; JUNIOR, W. S.; MANZKE, N. Fornecimento de suplementos com diferentes níveis de energia e proteína para vacas Jersey e seus efeitos sobre a instabilidade do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2724-2730, 2010.

MARTINS, S. I. F. S.; JONGEN, W. M. F.; BOEKEL, M. A. J. S. V. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetics modelling. **Trends Food Science & Technology**. v. 11, p. 364-373, 2000.

MORALES, F; ROMERO, C. & JIMENEZ-PEREZ, S. Chromatographic determination of bound hydroxymethylfurfural as an index of milk protein glycosylation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 1570-1573, 1997.

MOURTHE M. H. F., REIS, R. B., LOPES, F. C. F., GAMA, M. A. S., SOUZA, R. C., Desempenho, composição do leite e metabólitos sanguíneos de vacas Holandês x Gir manejadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e suplementadas com grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.64, p.1223-1231, 2012.

NAGARAJA, T. G., C. J. NEWBOLD, C. J. VAN NEVEL, AND D. I. DEMEYER. Manipulation of ruminal fermentation. **The Rumen Microbial Ecosystem**, 2nd edn, pp. 523–632. Edited by P. N. Hobson. New York: Blackie, 1997.

NUNEZ, A. J. C. **Uso combinado de ionóforo e virginiamicina em novilhos nelores confinados com dietas de alto concentrado**. 2008. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

OLIVEIRA, M. D. S.; SOUSA, C. C., **Bovinocultura leiteira: Fisiologia, nutrição e alimentação de vacas leiteiras**. São Paulo. Funep, 2009. p. 199-200.

PAULINO, M.F.; ACEDO, T.S.; SALES, M.F.L. et al. Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: **Volumosos na produção de ruminantes**, 2003. Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: 2003. p. 87-100.

MATTOS, W. R. S.; PEDROSO, A. M. Influência da Nutrição Sobre a Composição e Sólidos Totais no Leite. In: **Anais do 5º Simpósio Sobre Bovinocultura Leiteira: Visão Técnica e Econômica da Produção Leiteira**. Ed. SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 315.

PEREIRA, F. R.; SATURNINO, H. M.; SALIBA, E. O. S.; GONÇALVES, L. C.; REIS, R. B.; MIRANDA, P. A. B.; MOURÃO, R. C.; SILVETRE, D. T.; CALDEIRA, P. N. S. Teores de proteína para vacas lactantes em pastejo de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.61, n.5, p.1139-1147, 2009.

ROGERS, J. A.; BRANINE, M. E.; MILLER, C. R.; WRAY, M. I.; BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; GILL, D. R.; PRITCHARD, R. H.; STILBORN, R. P.; BECHTOL, D. T. Effects of dietary virginiamycin on performance and liver abscess incidence in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v.73, p. 09-20, 1995.

ROSELER, D. K.; FERGUSON, C. J.; SNIFFEN, C. J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.

SANTOS, F. A. P.; SANTOS, J. E. P.; THEURER, C. B.; HUBER, J. T.; Effects of Rumen-Undegradable Protein on Dairy Cow Performance: A 12-Year Literature Review. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 3182, 1998.

SANTOS, A. P.; MACEDO, F. L.; CHAGAS, L. J. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Bovinos Leiteiros. IN: III **Simpósio Nacional de Bovinocultura Leiteira**. Viçosa, MG, 2011.

SANTOS, F. A. F.; PEDROSO, A. M.; MARTINEZ, J. C.; PENATI, M. A. Influência da Nutrição Sobre a Composição e Sólidos Totais no Leite. In: Anais do **5º Simpósio Sobre Bovinocultura Leiteira: Visão Técnica e Econômica da Produção Leiteira**. Ed. SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 315.

SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M. Metabolismo de Proteínas. In: **NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**. BERCHIELLI, T. T. et al., p. 265-297. 2ª Ed. 2011

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: Implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, v. 24, p. 895-904, 2011.

SILVA, L. D. F.; RAMOS B. M. O.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; ROCHA, M. A. F. L. Z. M. Degradabilidade ruminal in situ da matéria seca e proteína bruta de duas variedades de grão de soja com diferentes teores de inibidor de tripsina, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, p.1251-1257, 2002.

SILVA, J. J.; CARVALHO, D. M. G.; GOMES, R. A. B.; RODRIGUES, A. B. C. Produção de leite de animais criados em pastos no Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, v.17, p.26-36, 2010.

SIMILI, F. F; LIMA, M. L. P. Como os Alimentos Podem Afetar a Composição do Leite das Vacas. Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA). **Pesquisa & Tecnologia**, V. 4, 2007.

SUTTON, J. D. Altering milk composition by feeding. **Journal Dairy Science**, Amsterdam, v.72, p.2801-14, 1989.

TAMMINGA, S. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.49, p. 1615-1632, 1979.

THOMAS, P. C.; CHAMBERLAIN, D. G. Manipulation of milk composition to meet market needs. In: **Recent advances in animal nutrition**, Butterworths, Londres. p. 219-243. 1984.

VALADARES FILHO, S. C. Digestão pós-ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: TEIXEIRA, J. C. (Ed). **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES**, 1997, Lavras, MG. Anais. FAEPE. p.87 – 113, 1997.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Effect of monensin on rumen metabolism in vitro. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 34, p. 251,1977.

VAN SOEST, P. J. Nutrition ecology of the ruminant.2.ed. Ithaca: **Cornell University Press**, 1994. 476p

VASCONCELOS, A. M.; LEÃO, M. I.; FILHO, S. C. V.; VALADARES, R. F. D.; DIAS, M.; MORAIS, D. A. E. F. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.425-433, 2010.

VILELA, D.; LIMA, J. A.; RESENDE, J. C.; VERNEQUE, R. S. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de *coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.555-561, 2006.

VILELA, D.; MATOS, L. L.; ALVIM, M. J.; MATIOLLI, J. B. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de Coastcross (Cynodon dactylon, L. Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.32, p.1243-1249, 2003.

VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, F. A. P.; MARTINEZ, J. C. et al. Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagens de capim-elefante submetidas a duas frequências de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, p.121-127, 2010.

WHETSTONE, H. D., DAVIS, C. L.; BRYANT, M. P. Effect of monensin on breakdown of protein by ruminal microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 53, p.803-809, 1981.

CAPÍTULO 2 – Desempenho de vacas leiteiras em pastagem suplementadas com grãos de soja crua ou tostada com ou sem adição de virginiamicina

RESUMO – A suplementação de vacas leiteiras em pastagem intensivamente manejada com concentrado proteico rico em proteína não degradável no rúmen associada a inibidores de proteólise ruminal, como a Virginiamicina (VM), pode aumentar o desempenho animal e reduzir a excreção de nitrogênio uréico no leite. Objetivou-se avaliar a resposta de vacas leiteiras em pastejo a substituição de soja crua por soja tostada, com ou sem VM. Dezesesseis vacas mestiças Holandês x Zebu (com predominância de $\frac{3}{4}$ Holandês), (126 ± 18 dias em lactação no início do experimento), receberam os tratamentos em quadrados latinos 4x4 em esquema fatorial 2x2, com períodos de 21 dias, 11 dias de adaptação e 10 de coleta. Os tratamentos foram: soja crua (SC) sem ou com 340 mg/vaca/dia de VM e soja tostada (ST) sem ou com 340 mg/vaca/dia de VM. Os concentrados foram ofertados de acordo com a produção de leite (3 litros de leite: 1 kg de concentrado). A forragem utilizada foi *Panicum maximum* cv. Tanzânia. A produção de leite dos animais que receberam soja crua sem VM foi de 20,9 kg/dia e de 20,2 kg/dia com VM e com ST sem VM foi de 21,2 kg/dia; 21 kg/dia com VM. (EPM = 0,22). Houve aumento nas produções de leite e o leite corrigido para gordura quando ST substituiu a crua ($P=0,018$), e VM tendeu a reduzir a produção de leite ($P=0,105$). O uso de VM com ST reduziu o teor de gordura ($P=0,034$). A VM aumentou a concentração de glicose plasmática nos tempos 2 e 3 horas após a oferta matinal de concentrado. O teor de nitrogênio uréico no leite foi 17,03 mg/dL na SC e 17,87 na tostada ($P=0,064$). A ST também aumentou o teor de nitrogênio uréico no plasma uma ($P=0,010$) e duas ($P=0,049$) horas após a oferta de concentrado. A VM não determinou o teor de N uréico no leite e no plasma ($P> 0,10$). A substituição de SC por tostada tendeu a aumentar a produção de leite de vacas em pastejo, enquanto a VM não determinou o desempenho animal. A ST aumentou a perda de nitrogênio uréico no leite, mas a VM não induziu resposta detectável nesta variável.

Palavras-chave: aditivo, soja tostada, pasto, gado de leite, vacas mestiças, produção de leite

4. INTRODUÇÃO

Em sistemas intensivos de produção de leite a pasto, cresce a utilização de altas adubações nitrogenadas, o que permite elevadas produções de matéria seca e altas lotações. Contudo, a fração proteica no pasto adubado, é de rápida degradação pelos microrganismos no rúmen sendo necessário o fornecimento de uma fonte de proteína de lenta degradação ou de ingredientes na dieta ricos em proteína não degradável no rúmen (PNDR) via suplementação para aumentar o aporte de proteína metabolizável que chega ao intestino de origem dietética (MALAFAIA et. al.1999; VIEIRA et. al. 2000a). A inclusão de PNDR via ST na dieta pode ser uma alternativa. A obtenção deste alimento consiste na aplicação de calor para a complexação da proteína. O tratamento térmico cria pontes de ligação entre as cadeias de peptídeos com os carboidratos (reação de “Maillard”) reduzindo a degradação da proteína no rúmen e favorecendo o aproveitamento dessa proteína verdadeira no intestino delgado. Outra opção é a utilização de aditivos, como por exemplo, a virginiamicina, que têm o potencial efeito de reduzir a desaminação de aminoácidos no rúmen evitando grandes perdas de nitrogênio e aumentando consequentemente o aporte de aminoácidos chegando ao intestino.

A VM é apontada como potencial redutor da desaminação de proteína pelas bactérias ruminais, causando economia de proteína aumentando a eficiência do uso do nitrogênio e compostos nitrogenados não-amônia para o intestino delgado. Alguns dos objetivos da manipulação da fermentação ruminal com antimicrobianos, segundo Nagaraja et al. (1997), incluem: melhorar processos benéficos e minimizar, alterar ou eliminar processos ineficientes que levem prejuízos tanto para os microrganismos do rúmen quanto para o hospedeiro.

Considerando os efeitos positivos dos aditivos antimicrobianos na produtividade e na viabilidade econômica da produção de bovinos, fica claro que validar método de implantação de tal tecnologia para animais em pastagem no Brasil é de grande importância econômica e ambiental (GOULART, 2010). Diferentemente da monensina, estudos que avaliam a virginiamicina na suplementação da dieta de vacas leiteiras são raros e precisam ser realizados, para fomentar pesquisas e o setor produtivo com informações sobre esse aditivo.

Objetivou-se avaliar o desempenho de vacas leiteiras em pastagem suplementada com a utilização de soja (crua ou tostada) com ou sem adição de virginiamicina.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Local e clima

O presente trabalho de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso dos Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista – *Campus* Jaboticabal, por estar de acordo com os princípios éticos na experimentação animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

O experimento foi desenvolvido na Unidade de pesquisa do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana (PRDTA – Alta Mogiana), em Colina/SP - Brasil, (latitude de 20° 43' 05" S; longitude 48° 32' 38" W), O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio superior a 18°C. O experimento foi conduzido de 13 de setembro a 06 de dezembro de 2011.

As temperaturas máximas e mínimas (médias: temperatura máxima de 30,59 °C e de temperatura mínima de 17 °C) durante todo o período experimental foram obtidas do Centro Integrado de Informações Agrometeorológica (CIIAGRO–IAC, Campinas/SP) situada na unidade de pesquisa em que foi desenvolvida a pesquisa (Figura 1).

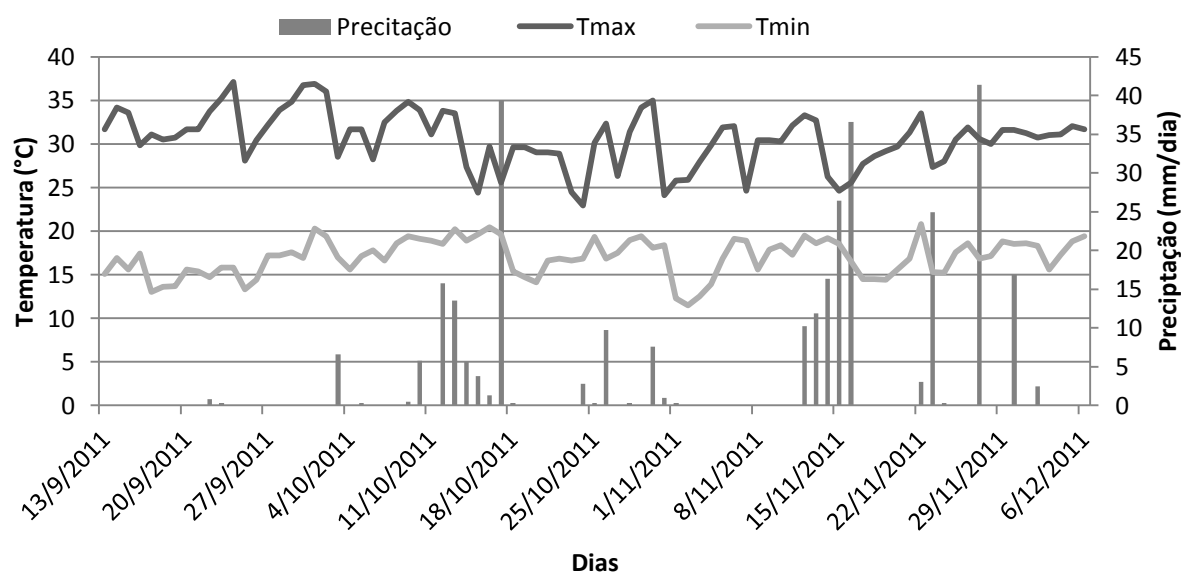


Figura 1. Precipitação, temperatura máxima e mínima, entre 13 de setembro a 06 de dezembro de 2011. Fonte: Estação meteorológica da Apta – Colina/SP-Brasil

5.2. Animais e delineamento experimental

Foram utilizadas 16 vacas mestiças Holandês x Zebu (Gir) multíparas (com predominância de $\frac{3}{4}$ Holandês). Os animais receberam a mesma dieta e manejo durante 30 dias para padronizar a produção antes do início do período experimental, para posterior distribuição nos quadrados de acordo com a produção de leite e a ordem de lactação.

O delineamento experimental utilizado foi em quadrado latino 4x4, quatro quadrados, em arranjo fatorial 2x2, com ou sem virginiamicina (Phigrow®) da empresa Phibro Animal Health (0 mg e 340 mg/vaca/dia) e duas formas de inclusão de soja (soja crua *versus* tostada). Cada período experimental consistiu de 21 dias, sendo 11 dias de adaptação e 10 dias de colheita de dados. Os tratamentos eram fornecidos duas vezes ao dia após a ordenha da manhã e após a ordenha da tarde.

5.3. Área e instalações

A área experimental consistiu de 24 piquetes com 1750 m² (total de 4,2 ha) formados com *Panicum maximum* cv. Tanzânia irrigada com sistema de malha, manejada em sistema de pastejo intermitente e cercados por cerca elétrica.

5.4. Manejo da pastagem e mensuração do pasto

As medidas de altura eram realizadas diariamente no piquete em que as vacas iriam permanecer durante um dia, as médias consistiam em amostragens de 50 pontos realizados em zigue-zague. Os critérios de ajuste de lotação e período de descanso foram as alturas de entrada e saída, o pasto de capim Tanzânia foi manejado com 70 cm de entrada conforme preconizado por Barbosa et al. (2007) e de 30 a 40 a saída dos animais testers. A carga animal era ajustada pela altura residual do pasto utilizando animais de repasse quando a altura de saída do piquete era superior a 40 cm, para manter a altura residual de 30 a 40 cm. Quando a altura de entrada estava superior a 70 cm o período de descanso foi reduzido. O pasto foi fertilizado com 250 kg/ha/ciclo de pastejo no total foram 3,5 ciclos, do formulado NPK 20-05-10. As fontes utilizadas na formulação foram ureia (fonte de nitrogênio), super simples (fonte de fósforo) e cloreto de potássio (fonte de potássio). A adubação foi realizada após a saída dos animais do piquete.

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

A coleta de pasto foi realizada do 11º ao 21º dia de cada período, cinco coletas de entrada e cinco de saída, pela técnica de dupla amostragem (Sollenberger & Cherney, 1995). Em cada amostragem a altura foi mensurada em 50 pontos tomados em zigue-zague, com utilização de régua graduada. Foram amostrados nove pontos em cada coleta, três baixos, três médios e três altos, definidos através da altura média e do desvio padrão. Para determinar o ponto baixo foi subtraído dois desvios padrões da altura média e a alta somando dois desvios padrões para determinar a altura do ponto de colheita foram tomadas cinco medições dentro do aro, sendo quatro pontos nas bordas e um no centro. Uma vez escolhido o ponto de colheita, o pasto foi cortado rente solo, com auxílio de ceifadora (Toyama, modelo RT 43L). A delimitação da amostra foi realizada por um aro de 0,5 m² (80 cm de diâmetro) Dentro de cada ponto da altura média antes do corte foi retirado uma subamostra no centro geométrico da touceira para a determinação da composição morfológica da planta.

Após a colheita no campo as amostras foram levadas para o LAPROVA (Laboratório de Análises de Produtos de Origem Vegetal e Animal – APTA-Colina/SP, Brasil). O laboratório possui certificado de proficiência para laboratórios de produção animal emitido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA – Pecuária Sudeste). Neste local procedeu-se a pesagem do material coletado, toda a amostra foi picada e homogeneizada e parte dela foi levada para estufa de ventilação forçada, mantida a 55° C por 72 horas, para posterior moagem, estocagem e análises.

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

O pastejo simulado foi realizado do 11º dia ao 21º, no momento da entrada dos animais no piquete. Dos 10 dias do pastejo simulado os cinco primeiros dias foi realizado para caracterização da composição bromatológica e os últimos cinco dias conciliando com os cinco dias de coleta de fezes, para a análise de FDNi (no pastejo simulado, nas fezes e no suplemento) como indicador interno para o cálculo de consumo. A amostragem foi realizada por três pessoas treinadas, que permaneciam observando os animais pastejando e coletava-se uma amostra por observador.

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

5.5. Composição percentual do suplemento e composição bromatológica da dieta

A coleta do suplemento fornecido foi feita do 17º ao 21º dia do período. No final de cada período foi realizada uma amostra composta de cada suplemento (com soja crua ou tostada) retirando duas subamostras, as sobras foram coletadas e pesadas, quando houve, no mesmo período de coleta do fornecido.

O concentrado era composto por soja crua (o grão foi triturado em máquina sem peneira para quebrar o grão), soja tostada com o grão quebrado (Nutrisoja®),

milho moído fino, polpa de citros em “pellets”, calcário calcítico, suplemento mineral (Tabela 1).

Tabela 1. Percentual dos ingredientes do suplemento, níveis de garantia do suplemento mineral e composição bromatológica da dieta

Ingredientes	Suplementos			
	Soja Tostada		Soja Crua	
	Sem VM	Com VM	Sem VM	Com VM
Soja crua (% MS)	0	0	40,89	40,89
Soja tostada (% MS)	43,62	42,97	0	0
Milho (% MS)	20,42	20,12	22,33	22,33
Polpa de citros (% MS)	33,34	32,85	32,75	32,75
Sal Branco (% MS)	0,75	0,74	0,73	0,73
Calcário calcítico (% MS)	1,87	1,84	1,82	1,82
Suplemento mineral (% MS)	1,51	1,48	1,47	1,47
Virginiamicina (mg/vaca/dia)	0	340	0	340

Composição	Pastejo Simulado	Suplementos	
		C/Soja Crua	C/Soja Tostada
PB (% da MS)	19,08	17,66	19,38
Frações PB (% do NT)			
A (% do NT)	33,00	31,08	38,72
B1+B2(% do NT)	52,52	63,38	55,28
B3(% do NT)	12,03	5,04	5,39
C(% do NT)	2,46	0,51	0,61
EE (% da MS)	4,19	11,46	13,31
FDNc (% da MS)	65,03	35,06	25,66
FDA (% da MS)	31,07	10,22	7,47
LIG (% da MS)	2,59	2,4	1,38
MM (% da MS)	3,01	2,99	3,31
DVIVMS (% da MS)	78,41	90,59	88,64
DIVMS (% da MS)	55,78	77,31	76,94
NIDN (% do NT)	14,49	5,54	6,01
NIDA (% da NT)	2,46	0,51	0,61
CT (% da MS)	73,73	67,90	64,00
CNF (% da MS)	8,87	33,72	38,87

PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNc: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; MM: matéria mineral; *DVIVMS*: digestibilidade *in vitro* da matéria seca, adaptada FDN e de Tilley e Terry; NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido; VM= virginiamicina; CT= carboidrato total. O suplemento mineral era composto por (níveis de garantia): cálcio (180g/kg), fósforo (85g/kg), enxofre (12g/kg), magnésio (5g/kg), sódio (107g/kg), cobalto (70mg/kg), cobre (1200mg/kg), iodo (70mg/kg), manganês (1000mg/kg), níquel (30mg/kg), selênio (18mg/kg), zinco (4000mg/kg), flúor (850mg) e ferro (1120mg/kg).

As análises de matéria seca (MS), através de secagem a 105°C por 24h, matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) foram realizadas conforme

recomendações da AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, foram avaliados pelo método descrito por Robertson & Van Soest (1981) com as amostras submetidas à digestão em solução detergente por 40 minutos em autoclave a 111°C e 0,5 atm (SENGER et al., 2008).

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados segundo (LICITRA et al., 1996). Para estimativa dos carboidratos totais (CT), foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992), $CT (\%) = 100 - (\%PB + \% EE + \% Cinzas)$. A digestibilidade *in vitro* foi determinada pelo procedimento de Tilley e Terry (1963), e foi determinada também a digestibilidade verdadeira *in vitro* (VAN SOEST et al., 1966). O fracionamento dos compostos nitrogenados foi realizado de acordo com Licitra et al. (1996), o nitrogênio não-proteico “fração A” foi determinado através do tratamento da amostra com ácido tricloracético a 10%, obtido pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel, a “fração B3” foi determinada pelo teor de NDIN subtraindo do valor de NIDA e as “frações B1 + B2” foram determinadas pela diferença entre o nitrogênio total e as frações A, B3 e C.

5.6. Manejo dos animais

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

5.7. Fornecimento do aditivo

Forneceu-se 170 mg/vaca/dia em cada refeição, totalizando 340 mg/vaca/dia, sendo está diluída em 300 g de concentrado. Com intuito de garantir o consumo do aditivo, essa mistura foi fornecida previamente ao concentrado, pois nesse momento os animais encontravam-se ávidos por consumir o alimento e o restante do concentrado era fornecido após cerca de dez minutos do fornecimento do aditivo,

tempo gasto para verificar o consumo total da mistura contendo o aditivo e o indicador externo.

5.8. Produção e composição do leite

O controle leiteiro foi realizado durante todo o período experimental, porém como período para quantificar a produção foi utilizado cinco dias (12º ao 16º dia do período). As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia (06h:00 e 16h:00). O leite foi amostrado durante quatro dias (do 12º dia à tarde e ao 16º pela manhã) de cada período experimental, fazendo-se amostras compostas da tarde com a da manhã do dia seguinte. Foram geradas quatro amostras por período para análise da composição do leite, foi utilizada como valor final a média das quatro amostras analisadas. Nas amostras foram determinados os teores de proteína (PB), lactose (LACT), gordura (GORD), extrato seco desengordurado (ESD), nitrogênio uréico (NUL) e sólidos totais (ST), na avaliação da composição e ureia foi utilizada a metodologia de infra-vermelho – PO ANA 009. As análises qualitativas do leite foram realizadas no Laboratório de Fisiologia da Lactação da Escola Superior Luiz de Queiroz (ESALQ), em Piracicaba-SP.

5.9. Coleta de sangue para determinação de Glicose e Nitrogênio Uréico no Plasma

A coleta de sangue foi realizada do 17º ao 20º dia a 0, 1, 2, 3 horas após o fornecimento do concentrado. Para isto, coletou-se sangue das vacas de dois quadrados latinos nos tempos 0 e 2 horas e os outros dois quadrados nos tempos 1 e 3 horas após a alimentação em cada dia, no dia seguinte, os horários foram invertidos concluindo todos os horários em cada animal. Este procedimento foi repetido por mais dois dias por período experimental, ou seja, de cada animal foi coletado duas vezes no mesmo horário em cada período experimental. As amostras de sangue foram coletadas em tubos vaccuntainer de 9mL em seguida refrigeradas e encaminhadas a um laboratório credenciado para determinação das concentrações de glicose analisada com uso de kit PAP Liquiform e nitrogênio uréico no plasma analisado com uso do kit enzimático (ureia UV Liquiform).

5.10. Consumo

A estimativa do consumo voluntário de matéria seca foi baseada na razão entre a estimativa da produção fecal e a indigestibilidade da MS, pela concentração de FDNi no pastejo simulado, suplemento e nas fezes. Para estimar a produção fecal (kg MS/dia fezes), foi utilizada a técnica dos indicadores indigestíveis, utilizando como indicador externo o óxido crômico (Cr_2O_3), fornecido via suplemento, duas vezes ao dia, com 5g de Cr_2O_3 no momento de cada fornecimento de parte do suplemento diluído em 300g do suplemento, assim como o fornecimento do aditivo, todos os dias do experimento. As análises para determinação do Cr_2O_3 nas fezes foram feitas mediante coleta individual de fezes, duas vezes ao dia, no momento de cada ordenha, diretamente da ampola retal, por cinco dias consecutivos, do 17º ao 20º dia do período experimental. As amostras individuais de fezes foram acondicionadas em embalagem plástica e conservadas a -20°C . Após serem secas em estufa ventilada a 55°C por 72h, foi realizando uma amostra composta por animal em cada período, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo “Willey” utilizando-se peneira com malha de 2,0 mm. O valor de excreção fecal foi obtido conforme descrito por SMITH e REID (1955):

$$\text{Excreção fecal (g/dia)} = \frac{\text{Óxido crômico fornecido (g/dia)}}{\text{Concentração óxido crômico nas fezes (g/gMS)}}$$

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

Em que: CIF = concentração do indicador nas fezes; CIFO = concentração do indicador (FDNi) na forragem; CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e IS = indicador (FDNi) presente no suplemento (kg/dia). A eficiência alimentar foi calculada pela relação entre kg de leite/consumo de matéria seca total.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado como PB digestível + FDNc digestível + CNF digestível + (2,25* EE digestível), segundo SNIFFEN et al., 1992.

5.11. Coleta de urina

No 19° e 20° dia de cada período, com a finalidade de se estimar as excreções diárias de urina foram realizadas amostras “spot” de urina em micção espontânea quatro horas após o fornecimento do suplemento, após a primeira ordenha. Em seguida, 10 mL de urina foram diluídas em 40 mL de H₂SO₄ (0,036 N) e congeladas a -20°C para posterior determinação de creatinina e alantoína, segundo VALADARES et al. (1997).

As concentrações de ureia e creatinina foram estimadas na urina utilizando-se kits comerciais (Labtest). A análise de alantoína na urina foi realizada pelo método colorimétrico, conforme FUJIHARA et al. (1987).

O volume urinário foi estimado a partir das amostras “spot” foi calculado pela excreção média de creatinina (mg/kg PV), dividida pela concentração na amostra spot de urina. As purinas absorvidas em (Y, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina (X, mmol/dia), por intermédio da equação: $Y = X - 0,385 \cdot PV_{0,75} / 0,85$ em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina e 0,385 PV_{0,75}, a contribuição endógena para a excreção de purinas (CHEN & GOMES, 1992).

5.12. Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi em quadrado latino 4x4, foram utilizados quatro quadrados latinos, organizados em função da produção de leite, em arranjo fatorial 2 x 2, com períodos de 21 dias totalizando 84 dias. Utilizou-se o modelo misto, sendo os efeitos fixos Doses de virginiamicina (0 mg e 340 mg/vaca/dia com 1 grau de liberdade - GL) e Fontes proteicas (soja crua *versus* tostada com 1 GL) e a Interação entre a dose de virginiamicina e as fontes proteicas (1 GL). Como efeitos aleatórios considerou-se quadrado latino (3 GL), períodos (3 GL) e vaca aninhado em quadrado (3 GL), totalizando 16 unidades experimentais. Na análise estatística utilizou-se o procedimento MIXED do programa estatístico SAS, versão 9.0 (SAS, 2002). Quando significativa, as médias entre tratamentos

foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0.10$. Quando significativas às interações foram analisadas utilizando-se o comando SLICE e as médias comparadas pelo teste de Fischer.

Na avaliação das variáveis sanguíneas utilizou-se delineamento conforme descrito anteriormente, porém em esquema fatorial com medidas repetidas no tempo, onde os horários de avaliação (0, 1, 2 e 3h com 3GL) foram inseridos no modelo e suas interações com os demais efeitos fixos. Avaliou-se as estruturas de erro, e determinou-se a melhor matriz em função do critério de informação bayesiano (BIC).

As médias dos efeitos fixos (VM e fonte de proteína) foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0.10$. O efeito do tempo foi avaliado utilizando contrastes ortogonais para identificação do comportamento da resposta (linear, quadrático e cúbico), com significância declarada a $P \leq 0.10$. Após a determinação do comportamento da resposta, se significativo estimou-se a equação de regressão.

As variáveis com valor único em cada período como as de produção de leite, composição de leite e escore de condição corporal foram analisadas com o seguinte modelo: $Y_{ijklm} = \mu + Q_i + V_{j(i)} + P_k + T_l + e_{ijkl}$, em que: μ = média geral, Q_i = efeito de quadrado, $V_{j(i)}$ = efeito de vaca dentro de quadrado, P_k = efeito de período, T_l = efeito de tratamento (soja, virginiamicina e interação Soja*VM), e_{ijkl} = erro residual.

E para as análises de sangue (GLI e NUP), em medidas repetidas no tempo com o modelo: $Y_{ijkl} = \mu + D_i + p_j + a_k + e_{ijk} + T_l(\text{soja, virginiamicina e interação Soja*VM}) + (T*D)_{il} + k_{ijkl}$, em que μ = média geral; D_i = efeito fixo da dieta; p_j = efeito aleatório do período; a_k = efeito aleatório do animal; e_{ijk} = erro experimental da parcela; T_j = efeito fixo do tempo; $(T*D)_{il}$ = interação tempo*tratamento; k_{ijkl} = erro experimental da subparcela.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Massa e composição da forragem

A massa inicial de forragem (pré-pastejo) foi de 15.693 kg de MS/ha com média de 84,47 cm de altura. No resíduo as médias foram 12.718 kg de MS/ha e 39,66 cm de altura. (Tabela 2). Em relação a massa de forragem, pré-pastejo, na literatura encontra-se valores de 5.772 kg de MS/ha com 38 dias de descanso (SANTOS et al., 1999). E de 7.340 kg de MS/ha por ciclo de pastejo com período de ocupação de 3 dias, avaliando o fornecimento ou não da suplementação do pasto para vacas mestiças (LIMA et al. 2001). Os valores observados no presente trabalho são bem superiores aos normalmente relatados na literatura, possivelmente esse fato é em virtude da alta adubação (50 kg N/ha/ciclo) e também da irrigação. Considerando as massas pré e pós-pastejo tem-se que o desaparecimento de forragem foi de 2.975 kg de MS/ha, valor este que representa 19,0% da massa inicial, contudo, em relação altura o desaparecido representa 53%. A altura de saída apresenta grande importância como ferramenta de manejo do pasto. Segundo Gomide et al. (2001), para que o pasto apresente boa disponibilidade de folhas verdes é fundamental manejá-las adequadamente, de modo a permitir que o animal colha boa parte da forragem produzida, mantendo um resíduo de forragem suficiente para permitir uma rebrota vigorosa e de boa qualidade. O valor residual de folhas no presente trabalho foi de 4.473 kg de MS/ha, adequado para uma alta rebrota de folhas. Outra ferramenta importante para o manejo do pasto é a porcentagem da altura que desapareceu. De acordo com Carvalho et al. (2009), o desaparecimento deve ocorrer até proporções de 50% da altura de entrada dos animais no piquete. Como no presente trabalho o desaparecimento foi de 53% é possível considerar que não houve limitações no consumo e que os animais consumiram majoritariamente lâmina foliar, parte a qual possui maior valor nutritivo na forragem.

A massa de folhas no pré-pastejo foi de 8.327 kg de MS/ha e na saída o resíduo de folha foi 4.473 kg de MS/ha, constata-se que o desaparecimento desta fração foi de 3.854 kg de MS/ha, ou seja, os animais provavelmente consumiram somente folhas. Segundo Van Soest (1994), a maior preferência por folha e, conseqüentemente o maior consumo de folhas em relação ao colmo, é atribuído a

mais rápida digestão e ao menor tempo de retenção no rúmen, bem como a maior acessibilidade e facilidade de apreensão.

Tabela 2. Altura, massa da forragem (Kg/ha), densidade volumétrica, relação lâmina:colmo, porcentagem de folha, colmo e material senescente do capim-Tanzânia

Variável	Entrada	Saída	Diferença	EPM
Altura (cm)	84,47	39,66	44,81	1,65
MS Total (Kg/ha)	15.693	12.718	2.975	1.263
Densidade volumétrica, kg MS (ha/cm ⁻¹)	185,78	320,68	134,90	-
Relação L:C	2,76	1,12	1,64	0,11
Folha (% MS)	53,06	35,17	17,89	1,44
Colmo (%MS)	25,4	32,3	-6,90	2,23
MM (%MS)	21,53	32,53	-11,00	3,48

L:C = lâmina, colmo; MM = material morto; MS = matéria seca

As frações de rápida e média solubilidade no rúmen (A + B1 + B2) apresentaram valor de 85,52% do NT, indicando elevada disponibilidade de proteína a ser degradada no rúmen. Em estudo realizado por Balsalobre et al. (2003) avaliaram resíduos pós-pastejo em kg de MSV/ha (baixo 1.267, médio 2.915 e alto 4.256) de capim Tanzânia irrigado e adubado com 80 kg de N/ha/ciclo de pastejo em sistema rotacionado com três dias de ocupação e 33 dias de descanso, os autores apresentaram valores das frações da PB: fração A de 18,23 a 28,77% da PB, B1 de 3,92 a 8,03% da PB, B2 de 14,96 a 25,16% da PB, a fração B3 obteve média de 40% da PB e a fração C de 6,48 a 11,94% da PB. Os valores de FDN e FDA encontrado pelos mesmos são próximos aos encontrados no presente trabalho e normalmente encontrados na literatura com capim Tanzânia. O valor de LIG foi menor que os encontrados pelos autores e o de PB maior, consequentemente os valores do fracionamento de PB no trabalho citado apresentaram valores inferiores da fração solúvel e intermediária (A+B1+B2) e maiores valores para as frações B3 e C. Isto pode ser explicado pelo maior teor de FDA e LIG, pois estas frações da PB estão ligadas a parede celular. Na literatura são poucos os trabalhos encontrados com capim Tanzânia irrigado e adubado em sistema rotacionado.

A digestibilidade verdadeira *in vitro* da MS (Tabela 1) (DVIVMS) do pastejo simulado foi de 78,41%. Na literatura são encontrados valores de DVIVMS por volta de 62,9% da folha do capim Tanzânia, adubado com 200 kg de N/ha/ano (PORTO et

al., 2009). O valor encontrado na literatura é inferior ao do presente trabalho, possivelmente por ser irrigado e por ter maior aporte de adubação apresenta valor elevado de DVIVMS em relação ao trabalho citado.

6.2. Dados de consumo e alantoína

Os resultados de consumo de concentrado (Tabela 3), de pasto e total em kg/dia não apresentaram diferenças significativas ($P>0,10$), a média de consumo de concentrado foi de 6 kg de MS/vaca/dia. As vacas tiveram média de consumo de pasto de 8,62 kg de MS/vaca/dia e a média de consumo total foi de 14,72 kg de MS/vaca/dia com relação volumoso:concentrado de 59:41. Esse valor foi aproximadamente o valor de consumo de MS esperado, pois, foi predito 15,4kg de MST para a formulação das rações experimentais. Porém, era esperado que o consumo de pasto fosse maior que o valor observado que pode ter sido subestimado por problemas inerentes a recuperação fecal do indicador externo. O fornecimento de concentrado proporcionou substituição em relação ao pasto, efeito este já esperado em função do tipo e da quantidade de concentrado fornecidos. O efeito substitutivo com a suplementação do pasto permite maior exploração do potencial produtivo das vacas, maior taxa de lotação e maior produção de leite por área levando a maior eficiência na utilização da terra.

Tabela 3. Consumo de concentrado, pasto e de MST (kg de MS), eficiência alimentar, grama de proteína microbiana, consumo de nutrientes digestíveis totais (kg de MS) e eficiência microbiana de vacas mantidas a pasto suplementado com soja crua ou tostada com ou sem adição de virginiamicina.

Tipo de soja	Crua		Tostada		EPM	Efeitos (P<F)		
Virginiamicina	Sem	Com	Sem	Com		S	VM	S*VM
CC (kg/dia)	6,21	5,86	6,09	6,22	0,634	0,445	0,477	0,133
CP (kg/dia)	8,42	9,00	8,72	8,35	0,739	0,600	0,754	0,146
CMST (kg/dia)	14,65	14,86	14,81	14,55	1,181	0,847	0,952	0,551
EA (kg leite/kg MS)	1,39	1,39	1,45	1,44	0,087	0,211	0,973	0,963
CNDT (kg/dia)	9,47	9,48	9,60	9,37	0,965	0,978	0,757	0,732
ALA na urina (mmol/dia)	384,93	407,87	336,04	332,22	47,47	0,003	0,627	0,497

ECC: escore de condição corporal; CC: consumo de concentrado; CP: consumo de pasto; CMST: consumo de matéria seca total; EA: eficiência alimentar; CNDT: consumo de nutrientes digestíveis totais; ALA: alantoína.

Na literatura são poucos os trabalhos com vacas leiteiras em pastagens de capim Tanzânia, manejado intensivamente. Porém, alguns estudos realizados com gramíneas tropicais apresentam consumo de pasto variável de acordo com a qualidade do valor nutritivo do pasto e do suplemento, assim como a quantidade ofertada. Em estudo realizado por Vilela et. al. (2006), em três anos consecutivos com vacas Holandesas em pastagem de *Coastcross* irrigada e adubada suplementada com 3 ou 6 kg de concentrado/animal/dia contendo ST na composição, apresentou consumo MST de 18 kg/dia para o fornecimento de 3 kg de concentrado/dia e produção de leite de 15,5 kg/dia e consumo MST de 20,7 kg para o fornecimento de 6 kg de concentrado/dia com média de 19,2 kg/dia de produção de leite. Lima et al. (2001) observaram o consumo de pasto de 8,26 kg de MS/vaca/dia de vacas mestiças mantidas em pastagens de *Coastcross* em sistema rotacionado recebendo suplementação de 3 kg/vaca/dia produzindo 11,98 kg de leite/vaca/dia. Danes et al. (2013) em estudo com vacas mestiças com média de produção de 20 litros de leite/dia, em pasto de capim elefante suplementado, observaram média de consumo de 15,87 kg de MS de pasto e de 22 kg consumo de MST. Os resultados encontrados na literatura apresentam valores de consumo de pasto em torno de 15 kg de MS para produções de leite de 20 kg/dia e recebendo suplementação do pasto em torno de 6 kg/dia. Esses valores evidenciam que no presente trabalho houve efeito substitutivo do pasto.

A produção de alantoína na urina (mmol/dia) como indicativo de síntese de proteína microbiana foi maior nos animais que receberam o tratamento com soja crua ($P=0,003$). Esse resultado já era esperado, pois, a utilização de soja crua como fonte de PDR no rúmen sofre alta degradação propiciando maior produção de alantoína, em relação a soja tostada, por ser fonte de PNDR em que grande parte da proteína só é disponibilizada em ambiente ácido do intestino. Desta forma, a produção de alantoína é inferior, porém, em contra partida propicia maior quantidade de proteína verdadeira. Apesar da produção de alantoína não ter apresentado diferença significativa com a utilização da VM ($P>0,10$), o tratamento soja crua com VM apresentou numericamente maior valor de alantoína na urina (mmol/dia), considerando a alantoína como indicativo de produção microbiana. Com isto, pode ter ocorrido uma mudança no prevaletimento do tipo de bactérias oportunistas e

mais eficientes em se multiplicar. Porém, pouco se conhece sobre as espécies de bactérias presentes em ambiente ruminal, sendo necessários mais estudos avaliando a ação da VM em ambiente ruminal.

Com a utilização da VM era esperado como benefício um aumento da proteína metabolizável pelo melhor aproveitamento da fração proteica, resultando em maior produção de leite. Porém, este efeito não foi observado, possivelmente pode ter prevalecido o desenvolvimento de bactérias alternativas, gram negativas, que são resistentes a ação da VM. A eficiência alimentar (Kg de MS consumida/Kg de leite produzido) não apresentou diferença significativa ($P>0,10$). Entretanto, apesar da ST não ter apresentado diferença significativa ($P>0,10$), apresentou maiores valores, como já era esperado. Segundo Faldet & Satter (1991), a utilização de ST contendo aproximadamente 18% de extrato etéreo e com cerca de 40% de PB, sendo 50 % desta na forma de PNDR, pode ser uma forma de incrementar a densidade energética e o suprimento de PNDR. Portanto, pode resultar em uma melhor eficiência alimentar.

O consumo de NDT kg/dia não apresentou diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,10$). Com os resultados de consumo e produção de leite apresentado no presente estudo é possível afirmar que vacas leiteiras mantidas a pasto manejado intensivamente, apresentando alta porcentagem de PB, não sendo limitante a ingestão de PDR o fornecimento de fontes de PNDR incrementa a produção de leite, provavelmente pelo aumento da proteína metabolizável e pelo perfil de AAE que chega ao intestino na forma de proteína metabolizável.

6.3. Produção e composição do leite

O uso da soja tostada elevou à produção de leite em 0,83L/vaca/dia ($P<0,018$). Já a virginiamicina não influenciou a produção de leite nos tratamentos (Tabela 4). A produção de leite corrigida para 4% de gordura também aumentou (1,08 kg) nas vacas que receberam o tratamento soja tostada ($P=0,056$) e não houve efeito com VM. O tratamento térmico do grão de soja reduz a sua degradabilidade ruminal, permitindo que o montante de aminoácidos desta fonte proteica seja absorvido no intestino na forma de proteína metabolizável para ser aproveitada nas diferentes rotas metabólicas do organismo, principalmente, a produção de leite.

Segundo Valadares Filho (1997), proteína metabolizável consiste na proteína que chega ao intestino delgado de origem microbiana e PNDR. Resultados de aumento na produção também foram observados por Vilela et. al. (2003), que avaliaram o efeito da inclusão da ST no concentrado suplementar de vacas da raça Holandesa em pastagem de *Coastcross*. Nesse estudo observou-se o aumento ($P=0,04$) de 19,8 kg/vaca/dia para 22,2 kg/vaca/dia quando os animais receberam a soja tostada, os autores atribuíram o aumento da produção de leite ao teor de PNDR e a maior digestibilidade dos ácidos graxos no trato intestinal pelo aumento dos teores de gordura pela tostagem da soja. Apesar dos ácidos graxos não serem objetivo do presente estudo, é importante evidenciar as possíveis implicações da utilização da soja tostada pela ação da tostagem.

Era esperado que a utilização de SC com VM resultasse em produção de leite similar ao tratamento em que os animais receberam a soja tostada, pela ação da VM em reduzir a população de bactérias gram positivas que desaminam aminoácidos fazendo com que aumentasse o fluxo de proteína verdadeira para o intestino delgado. Provavelmente, a tostagem resultou em maior eficiência no fluxo da proteína dietética para o intestino pela reação de “Maillard”, resultante da complexação de aminoácidos com açúcares redutores, em relação a redução da desaminação de AA pela inibição do desenvolvimento de bactérias gram positivas.

Segundo Santos et al. (1998; 2011), para obter resultados satisfatórios com a utilização de PNDR é preciso atender alguns critérios, como: o balanceamento adequado de PDR na ração para não ser limitante para a síntese microbiana e utilizar fontes de PNDR que melhorem o fornecimento de AAE da proteína para o intestino delgado, uma vez que a maioria das fontes de PNDR é deficiente em AAE principalmente em Lisina e Metionina. No presente trabalho o ingrediente utilizado no concentrado como fonte de PDR ou PNDR foi a soja, rica em lisina. O aumento de proteína e AAE para o intestino delgado é um dos argumentos para a suplementação com fontes ricas em PNDR para aumentar o teor de proteína metabolizável, uma vez que não haja limitação de PDR na dieta, assim como no presente estudo, pois o pasto possuía 19% de PB com fração A de 33% do NT.

A porcentagem de gordura apresentou interação significativa de ST com VM, houve redução ($P=0,034$). A utilização da VM também reduziu a gordura em kg/dia

($P=0,064$). A VM é uma molécula que age na inibição do desenvolvimento de bactérias gram positiva assim como a monensina. Segundo Eifert et al. (2006a), a monensina e o óleo de soja apresentam efeitos aditivos sobre os isômeros trans-C18:1, sobretudo trans-10 C18:1, que é um potencial inibidor da ação de enzimas lipogênicas na glândula mamária, o que pode provocar efeitos deletério sobre a população microbiana, resultando em maior inibição do teor de gordura do leite.

A adição de VM deprimiu a produção de gordura em kg/dia ($P=0,064$), esse aditivo atua no controle de bactérias celulolíticas que são em grande parte gram positivas e produtoras de acetato, que é o principal precursor da gordura no leite.

Os tratamentos não influenciaram o teor de proteína no leite ($P>0,10$). Cerca de 50 % ou mais da proteína metabolizável é oriunda de proteína microbiana, esta é considerada a fonte de maior valor biológico disponível ao ruminante (CHANDLER, 1989; SANTOS et al., 2005). Assim, no presente trabalho não houve limitação de substrato para as bactérias ruminais. Isso pode ser comprovado com os níveis de NUL que são utilizados como ferramentas para a obtenção de informações sobre a situação da nutrição protéica dos bovinos (BUTLER et al., 1998).

O NUL (mg/dL) foi maior nos animais que receberam ST ($P=0,064$), assim como o NUP (mg/dL) (Figura 2). Possivelmente, houve maior absorção de AA e peptídeos e foram metabolizados a ureia. Segundo Broderick & Clayton (1997), a uréia é uma pequena molécula solúvel e altamente permeável, está presente nos fluidos corporais, incluindo o sangue e o leite. Desta forma, a concentração de NUP e NUL pode ser utilizada como ferramenta para monitorar o uso do nitrogênio da dieta podendo evitar perdas econômicas, produtivas, reprodutivas e ambientais.

A porcentagem de sólidos totais apresentou interação entre ST e VM ($P=0,070$), resultado consequente redução de gordura com uso de ST e VM, pois como a maior porcentagem dos sólidos do leite é a lactose e a gordura. Assim como a redução de energia (Mcal/kg) com a adição de VM ($P=0,059$).

A excreção de um grama de N pela urina na forma de ureia demanda cerca de 5,45 kcal (BLAXTER, 1962). Portanto, as vacas que receberam soja crua possivelmente demandaram energia para excreção de uréia via urina mobilizando energia para excreção de ureia e apresentou tendência para menor energia no leite dos animais que receberam soja crua ($P=0,110$).

O extrato seco desengordurado não apresentou diferença significativa ($P>0,10$). Porém, o teor de lactose, que faz parte do extrato seco desengordurado, foi maior nos animais que receberam soja tostada. A lactose está diretamente relacionada com o volume de produção de leite pela glândula mamária. Como o volume de produção de leite foi maior nas vacas que receberam o tratamento com ST ($P=0,018$, consequentemente a produção de lactose foi maior ($P=0,046$). A lactose possui importante função da síntese do leite, por ser o principal fator osmótico no leite. É responsável por 50% desta variável e “atrai” água para as células epiteliais mamárias. Há estreita relação entre a síntese de lactose e a quantidade de água drenada para o leite (GONZALÉZ et al., 2001).

Tabela 4. Produção e composição do leite de vacas suplementadas com virginiamicina e com soja crua ou tostada em pastagens

Tipo de Soja	Crua		Tostada		EPM	Efeitos ($P<F$)		
	Sem	Com	Sem	Com		S	VM	S*VM
PL (kg/dia)	20,91	20,26	21,21	21,09	0,22	0,018	0,105	0,283
PL 4%G (kg/dia)	21,50	21,54	22,58	21,90	0,36	0,056	0,388	0,335
Gordura (%)	4,34	4,42	4,42	4,27	0,05	0,494	0,503	0,034
Gordura (kg/d)	0,91	0,89	0,94	0,90	0,01	0,230	0,064	0,360
Proteína(%)	3,18	3,16	3,15	3,15	0,01	0,241	0,578	0,561
Proteína(kg/d)	0,66	0,64	0,66	0,66	0,01	0,103	0,130	0,252
ST (%)	13,00	13,10	13,03	12,90	0,06	0,243	0,497	0,070
ST (kg/d)	2,71	2,64	2,76	2,71	0,03	0,086	0,076	0,802
ESD (%)	8,65	8,64	8,61	8,61	0,02	0,110	0,810	0,853
LACT(%)	4,50	4,47	4,48	4,49	0,02	0,833	0,600	0,317
LACT(kg/d)	0,94	0,91	0,95	0,95	0,01	0,046	0,133	0,247
Energia (Mcal/kg)	15,75	15,37	16,10	15,69	0,20	0,110	0,059	0,947
NUL(mg/dL)	17,03	17,61	17,87	17,66	0,02	0,064	0,422	0,096

PL 4G= Produção de leite corrigido para 4% de gordura; ST= sólidos Totais; ESD= extrato seco desengordurado; LACT= lactose; NUL= nitrogênio uréico no leite; EPM= erro padrão da média; S= soja; VM= virginiamicina

6.4. Nitrogênio uréico no plasma e glicose

A concentração do nitrogênio uréico no plasma aumentou ($P<0,10$) uma hora e duas horas após o fornecimento do concentrado nos animais que receberam a ST (Figura 2), independentemente do fornecimento ou não de VM (Figura 3). Era esperado que a VM apresentasse efeito de redução sobre a concentração de nitrogênio uréico no plasma em virtude do potencial efeito redutor de desaminação de proteína dietética.

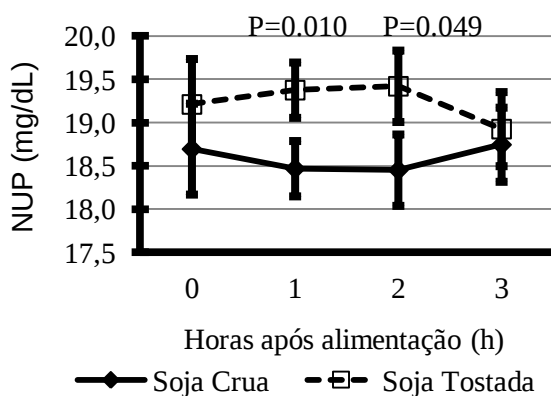


Figura 2. Concentração de nitrogênio uréico no plasma (mg/dL) de vacas suplementadas com soja crua ou tostada em pastagens

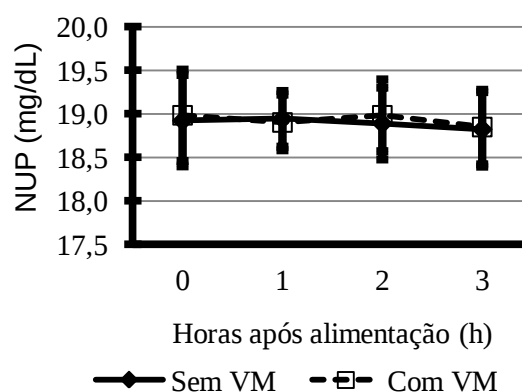


Figura 3. Concentração de nitrogênio uréico no plasma (mg/dL) de vacas suplementadas sem virginiamicina ou com virginiamicina em pastagens

Segundo Roseler et al. (1993), as quantidades mais elevadas de PNDR assim como de PDR podem gerar a mesma condição, pois, excessos de nitrogênio, tanto de origem ruminal como pós-ruminal, são eliminados do organismo pelo mesmo processo de síntese hepática de ureia. É provável que os animais que receberam ST tenham absorvido maior quantidade de peptídeos e aminoácidos, em relação aos animais que receberam SC, e tenham sintetizado o excesso em ureia. De acordo com Oliveira et al. (2001), concentrações de NUP superiores a 19mg/dL evidencia o limite para perdas de nitrogênio dietético.

A concentração de glicose plasmática (Figura 4) não apresentou efeito em função do tipo de soja ($P>0,10$), porém com a inclusão de VM (Figura 5) aumentou a glicose nos tempos duas ($P=0,008$) e três horas ($P=0,086$) após o fornecimento do concentrado.

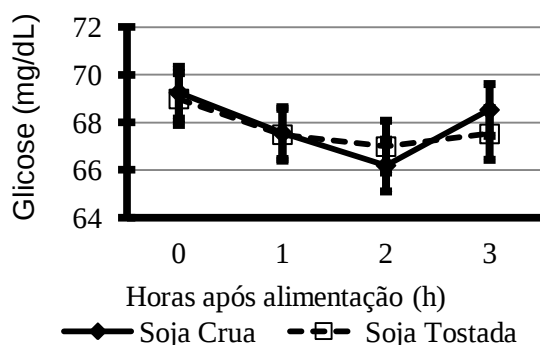


Figura 4. Concentração de glicose no plasma (mg/dL) de vacas suplementadas com soja crua ou tostada em pastagens

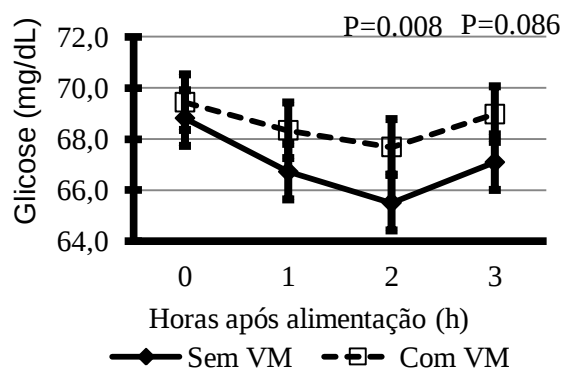


Figura 5. Concentração de glicose no plasma (mg/dL) de vacas suplementadas sem virginiamicina ou com virginiamicina em pastagens

As maiores concentrações de glicose plasmática podem ser explicadas pelo efeito da VM em modificar a fermentação ruminal alterando a relação acetato:propionato. Aumento na concentração de propionato em detrimento ao acetato resulta em maiores concentrações de glicose, uma vez que o propionato é precursor de glicose em ruminantes. Era esperado uma maior produção de leite com a utilização da VM pela melhor relação acetato:propionato, porém, não houve efeito na produção de leite, possivelmente não houve limitação no aporte de nutrientes fazendo com que os animais atingissem seu potencial produtivo. A avaliação de glicose plasmática é uma análise de difícil detecção de efeitos significativos relacionados a dieta, uma vez que sofre controle homeostático, no entanto, a maior disponibilidade de carboidratos de alta degradabilidade, pode resultar em aumentos na disponibilidade de glicose oriunda de gliconeogênese a partir de produtos finais de fermentação, principalmente propionato, e consequentemente aumentar a produção de leite (THEURER et al., 1999).

7. CONCLUSÃO

A inclusão de soja tostada na suplementação do pasto na dieta de vacas em lactação aumenta a produção de leite. A utilização de virginiamicina aumenta o nível de glicose plasmática nas primeiras horas após a suplementação indicando que a molécula age modificando a relação acetato:propionato. A VM não alterou a produção de leite.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**.15.ed. Arlington: p. 1117, 1990.

BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M.; SANTOS, P. M.; VIEIRA, I.; CÁRDENAS, R. R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.519-528, 2003.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.329-340, 2007.

BLAXTER, K. L. The energy metabolism of ruminants. London, Hutchinson. 329p.
BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1993. p 658, 1962.

BRODERIK, A. G.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.

BUTLER, W. R.; Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2533-2539, 1998.

CARVALHO, P. C. F.; TRINDADE, J. K.; SILVA, S. C.; BREMM, C.; MEZZALIRA, J. C.; NABINGER, C.; AMARAL, M. F.; CARASSAI, I. J.; MARTINS, R. S.; GENRO, T. C. M.; GONÇALVES, E. N.; AMARAL, G. A.; GONDA, H. L; POLI, C. H. E. C.; SANTOS, D. T. Consumo de forragem por animais em pastejo: analogias e simulações em pastoreio rotativo. In: SILVA CARNEIRO DA SILVA, VATAL PEDROSO DE FARIA (Org.). Intensificação de Sistemas de Produção Animal em Pasto. Piracicaba: FEALQ, 2009. P. 61-94.

CHANDLER, P. Achievement of optimum amino acid balance possible. **Feed-stuffs** v. 61, p. 14, 1989.

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 the technical details. **International Feed Resources Unit**, Rowett Research Institute, Aberdeen, UK. 1992.

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

DANES, M. A. C.; CHAGAS, L. J.; PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. **Journal Dairy Science**. v. 96, p. 407-419, 2013.

EIFERT, E. C; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D. ; LEOPOLDINO, W. M.; ARCURI, P. B.; LEÃO, M. I.; COTA, M. R.; VALADARES FILHO, S. C. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.35, p.219-228, 2006a.

FALDET, M. A. ; SATTER, L. D. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows in early lactation. **Journal Dairy Science**. v. 74, p. 3047-3054, 1991.

FUJIHARA, T. ; ØRSKOV, E. R. ; REEDS, P. J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, p.7-12, 1987.

GOMIDE, J. A.; WENDLING, I. J.; BRAS, S. P.; QUADROS, H. B. Consumo e Produção de Leite de Vacas Mestiças em Pastagem de *Brachiaria decumbens* Manejada sob Duas Ofertas Diárias de Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 30, p.1194-1199, 2001.

GONZÁLEZ, F.H.D. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: **USO DO LEITE PARA MONITORAR A NUTRIÇÃO E O METABOLISMO DE VACAS LEITEIRAS**. 2001, Passo Fundo. **Anais...** Porto Alegre: 2001, p. 30-45.

GOULART, R. C. D.; **Avaliação de antimicrobianos como promotores de crescimento via mistura mineral para bovinos de corte em pastejo**. Piracicaba, 2010. 128p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LIMA, M. L. P.; BERCHIELLI, T. T.; NOGUEIRA, J. R.; RUGGIERI, A. C.; AROEIRA, L. J. M.; SALMAN, A. K. D.; SOARES, J. P. G. Estimativa do consumo voluntário do capim-tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia) por vacas em lactação sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1919-1924, 2001.

MALAFAIA, R. A. M.; VALADARES FILHO, S. C.; VIEIRA, R. A. M.; COELHO DA SILVA, J. F.; PEREIRA, J. C. Determinação da cinética ruminal das frações proteicas de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 1243 – 1251, 1997.

NAGARAJA, T. G., C. J. NEWBOLD, C. J. VAN NEVEL, AND D. I. DEMEYER. Manipulation of ruminal fermentation. **The Rumen Microbial Ecosystem**, 2nd edn, pp. 523–632. Edited by P. N. Hobson. New York: Blackie, 1997.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoproteicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1621-1629, 2001.

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

PORTO, P. P.; DERESZ, F.; SANTOS, G. T.; LOPES, F. C. F.; CECATO, U.; CÓSER, A. C. Produção e composição química do leite, consumo e digestibilidade de forragens tropicais manejadas em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1422-1431, 2009.

ROSELER, D. K.; FERGUSON, C. J.; SNIFFEN, C. J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.

ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W. P. T.; THEANDER, O. (Ed.) **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981, p.123-158.

SANTOS, F. A. P.; SANTOS, J. E. P.; THEURER, C. B.; HUBER, J. T.; Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-Year Literature Review. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p.3182, 1998.

SANTOS, P. M., CORSI, M., BALSALOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 244-249, 1999.

SANTOS, F. A. F.; PEDROSO, A. M.; MARTINEZ, J. C.; PENATI, M. A. Influência da Nutrição Sobre a Composição e Sólidos Totais no Leite. In: Anais do 5º **Simpósio Sobre Bovinocultura Leiteira: Visão Técnica e Econômica da Produção Leiteira**. Ed. SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Piracicaba: FEALQ. 315 p., 2005

SANTOS, A. P.; MACEDO, F. L.; CHAGAS, L. J. Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Bovinos Leiteiros. IN: III **Simpósio Nacional de Bovinocultura Leiteira**. Viçosa, MG, 2011.

SAS INSTITUTE. Statistical analysis system: user's guide. Version 9.0. Cary, USA, 2002.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P. ; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**. v. 146, p. 169–174, 2008.

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

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

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

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A Two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**. v.18, p.104-111, 1963.

THEURER, C. B.; LOZANO, O.; ALIO, A. et al. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different densities alter ruminal, small intestinal, and total tract digestibility of starch by steers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2824-2831, 1999.

VALADARES FILHO, S. C. Digestão pós-ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: TEIXEIRA, J.C. (Ed). **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES**, 1997, Lavras, MG. Anais. FAEPE. p.87 – 113, 1997.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H., MOORE, L. A. Estimation of the true digestibility of forages by the *in vitro* digestion of cell walls. **10th International Grassland Congress, Helsinki**, Finland. p. 438, 1966.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, p. 476, 1994.

VIEIRA, R. A. M, PEREIRA, J. C.; MALAFAIA, P. A. M. Fracionamento e cinética de degradação *in vitro* dos componentes nitrogenados da extrusa de bovinos a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 880-888. 2000a.

VILELA, D.; MATOS, L. L.; ALVIM, M. J.; MATIOLLI, J. B. Utilização de soja integral tostada na dieta de vacas em lactação, em pastagem de Coastcross (*Cynodon dactylon*, L. Pers.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1243-1249, 2003.

VILELA, D.; LIMA, J. A.; RESENDE, J. C.; VERNEQUER, R. S. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.555-561, 2006.