

**Universidade Federal de Minas Gerais**

**Substituição parcial do farelo de soja por farelo de soja tratado com amino  
resina na dieta de vacas F1 Holandês x Gir manejadas em pastejo  
rotacionado**

**Victor Marco Rocha Malacco**

**Belo Horizonte**

**2016**

**Victor Marco Rocha Malacco**

Substituição parcial do farelo de soja comum por farelo de soja tratado com amino resina na dieta de vacas F1 Holandês x Gir manejadas em pastejo intensivo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Prof. Orientador: Ronaldo Braga Reis

**Belo Horizonte**

**2016**

Dissertação defendida e aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_, pela Comissão Examinadora composta por:

---

**Prof. Ronaldo Braga Reis**

**(Orientador)**

---

**Prof<sup>ª</sup>. Marina de Arruda Camargo Danés**

---

**Prof. Helton Mattana Saturnino**

## **DEDICATÓRIA**

**Dedico esse trabalho a meus  
pais, avós, irmão, amigos e familiares  
que me incentivaram em todos os  
momentos.**



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	6
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	7
RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1. Manejo de pastagens tropicais em sistemas de pastejo intermitente .....	12
2.2. Valor Nutricional da forrageira tropical em sistemas de pastejo intermitente .....	15
2.3. Degradabilidade ruminal da proteína:.....	18
2.4. Proteína não degradável no rúmen .....	19
2.5. Proteína na dieta de vacas em lactação .....	21
2.6. Referências Bibliográficas .....	23
3. ARTIGO CIENTÍFICO .....	32
3.2 Abstract .....	32
3.3 Introdução.....	33
3.4 Material e métodos.....	34
3.4.1 Animais e desenho experimental .....	34
3.4.2 Coleta de amostras .....	37
3.4.3 Análises estatísticas .....	39
3.5 Resultados e discussão .....	40
3.5.1 Avaliação da pastagem .....	40
3.5.2 Consumo e digestibilidade.....	42
3.5.3 Produção de leite, eficiência alimentar e síntese de proteína microbiana .....	44
3.6 Conclusão .....	48
3.7 Referências Bibliográficas .....	48
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Composição bromatológica e digestibilidade “*in vitro*” de *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum* manejados no conceito de 95% de interceptação luminosa. .... 17
- Tabela 2. Fracionamento dos compostos nitrogenados de *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum* manejadas no conceito de 95% interceptação luminosa. .... 17
- Tabela 3. Ingredientes, composição química e balanceamento proteico das dietas calculadas para o experimento..... 36
- Tabela 4. Altura do dossel forrageiro na entrada e saída dos animais, disponibilidade de forragem no estrato pastejável, composição nutricional e degradação ruminal *in situ* da matéria seca de amostras de pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça para vacas F1 Holandês X Gir suplementadas com FST em substituição ao FS manejadas em pastejo rotacionado intensivo ..... 41
- Tabela 5. Consumo e digestibilidade aparente de vacas F1 Holandês X Gir suplementadas com ou sem FST em substituição ao FS manejadas em pastejo rotacionado intensivo . 43
- Tabela 6. Produção e composição do leite, eficiência alimentar, eficiência da utilização do nitrogênio (EUN), nitrogênio ureico no plasma (NUP) e derivados de purinas de vacas F1 Holandês x Gir suplementadas com ou sem FST em substituição ao FS manejadas em pastejo rotacionado intensivo ..... 45

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AA- Aminoácidos

CNF – Carboidratos não fibrosos

cv – Cultivar

DIVFDN- Digestibilidade in vitro da FDN

EA- Eficiência alimentar

EE – Extrato etéreo

EUN- Eficiência do uso do nitrogênio

FDA- Fibra em detergente ácido

FDN- Fibra em detergente neutro

FDNi- Fibra em detergente neutro indigestível

FS- Farelo de soja comum

FST- Farelo de soja tratado com amino resina

FST1.5- Dieta com substituição de 1,0 kg de farelo de soja em matéria natural comum por farelo de soja tratado com amino resina

FST1.0- Dieta com substituição de 1,0 kg de farelo de soja em matéria natural comum por farelo de soja tratado com amino resina

IL- Interceptação luminosa

Kd- Taxa de degradação

Kp- Taxa de passagem

MS- Matéria seca

N-FDA- Proteína indisponível contida na fibra insolúvel em detergente ácido

N-FDN- Proteína contida na fibra insolúvel em detergente neutro

NIDA- Nitrogênio insolúvel em detergente ácido

NNP- Nitrogênio não proteico

NUL- Nitrogênio ureico no leite

NUP- Nitrogenio ureico no plasma

PB- Proteína Bruta

PDR-Proteína degradável no rúmen

PNDR- Proteína não degradável no rúmen

UA- Unidade animal

UI- Unidade internacional



## RESUMO

Objetivou-se avaliar a substituição parcial do farelo de soja convencional (FS) por farelo de soja tratado com amino resina (FST) na dieta de vacas em lactação manejadas em pastejo intensivo e seus efeitos sobre consumo e digestibilidade da dieta, produção e composição do leite, eficiência alimentar e a eficiência da utilização do nitrogênio e síntese de proteína microbiana. Dezoito vacas F1 Holandês x Gir foram distribuídas em delineamento de quadrado latino 3x3, replicados em períodos experimentais de 21 d. A dieta controle continha 14,4% de farelo de soja convencional, que foi substituído em quantidades equivalentes (base na MS) de FST em dois teores 28%, 1,0 kg na matéria natural (FST1.0), e 42% 1,5 kg na matéria natural (FST1.5). As dietas eram isoproteicas e isoenergéticas e atendiam os requisitos dos animais. Os animais alimentados com a dieta FST1.5 produziram, em média, 1,3 kg a mais de leite quando comparado ao tratamento FS. Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos para os parâmetros de consumo e composição de leite. A eficiência alimentar e do uso do nitrogênio não diferiram entre os tratamentos. Não foram observadas diferenças nos teores de nitrogênio ureico no leite (NUL) dos animais. Os animais do alimentados com a dieta FST1.5 possuíram menores teores de nitrogênio ureico no plasma (NUP) quando comparado ao tratamento FST1 e semelhante ao tratamento FS. A substituição do farelo de soja com o objetivo de elevar os teores de PNDR nas dietas aumentou a produção de leite sem causar alterações na sua composição, no consumo de pastagem e de concentrado e na digestibilidade aparente dos nutrientes.

Palavras-chave: proteína, Mombaça, girolando

## ABSTRACT

The study aimed to evaluate the partial replacement of the conventional soybean meal (SBM) with soybean meal treated with amino resin (FST) in the diet of lactation dairy cows managed in intensive grazing system and its effects on intake and digestibility of the diet, milk production and composition, efficient of N use (ENN) and microbial protein synthesis. Eighteen F1 Holstein x Gir cows were distributed in replicated 3x3 with 21d Latin square design with 21d of experimental periods. The control diet contained 14.4% of conventional soybean meal, which was replaced with equivalent amounts (DM basis) of FST on two levels 28%, 1.0 kg as-fed basis (FST1.0), and 42% 1,5 kg in as-fed basis (FST1.5). Diets were isonitrogenous and isocaloric and met the requirements of the animals. The animals fed the diet FST1.5 produced on average 1.3 kg/d more milk compared to treatment with FS. No differences were found between treatments for the parameters of consumption and milk composition. The feed efficiency and nitrogen use did not differ between treatments. No differences were observed for milk urea nitrogen (MUN). Treatment FSAR1.5 decrease plasma urea nitrogen (PUN) when compared with FSAR1 but not to FSC. The replacement of SBM in order to increase undegradable rumen protein (RUP) content in the diets increased milk production without changes its composition, pasture and concentrate intake and apparent digestibility of nutrients.

## 1. INTRODUÇÃO

As estratégias nutricionais são continuamente pesquisadas visando aumento da produtividade e redução dos custos de produção. Além de determinante para a produção de leite, a nutrição representa o maior custo associado à atividade leiteira. (Peres, 2001).

A proteína é um nutriente que tem impacto direto no desempenho produtivo de vacas leiteiras e também na rentabilidade do sistema de produção, uma vez que o suplemento proteico é o ingrediente que mais afeta o custo da dieta. A falta de proteína na dieta resulta em queda na produção de leite, perda de peso e ineficiência reprodutiva; seu excesso aumenta o custo da alimentação, reduz a eficiência de uso do nitrogênio dietético e prejudica o desempenho reprodutivo dos animais. A nutrição proteica de vacas leiteiras de alta produção é uma ciência complexa, sendo um dos maiores desafios conseguir alto desempenho com adequada quantidade de proteína degradável no rúmen (PDR) e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) sem, no entanto, exceder a proteína bruta (PB) total da dieta (Sabbia et al. 2012).

A exigência proteica para a produção de leite é atendida pela proteína metabolizável (advinda da proteína microbiana e PNDR) que chega ao intestino delgado (National... 2001; Guidi et al., 2007). A proteína microbiana é sintetizada no rúmen dos bovinos a partir de diversas fontes de nitrogênio, mas apesar de ter um dos melhores perfis de aminoácidos para atender a demanda de produção de leite, as exigências de proteína metabolizável de animais de alta produção podem não ser atendidas somente por esta fonte (National..., 2001). Assim, eleva-se a exigência de proteínas dietéticas que escapem da fermentação ruminal e que possam ser digeridas no intestino, desde que não haja comprometimento da síntese microbiana no rúmen.

Dietas formuladas com adequados teores de PDR, que potencializam a síntese de proteína microbiana, associadas à PNDR de alta qualidade podem resultar em maior aporte de aminoácidos para o intestino delgado e com isso contribuir para maior síntese de proteína do leite (Santos et al., 1998; Kalscheur et al., 2006).

Apesar da exigência de proteína para vacas de leite muitas vezes ser expressa em porcentagem de PB na dieta atualmente, a quantidade de proteína metabolizável e o perfil de aminoácidos essenciais são quem ditam a produção e a composição do leite (National..., 2001).

A produção de leite em pasto é alternativa para reduzir custos e aumentar a produtividade e a eficiência de produção de leite nos trópicos. O manejo intensivo da pastagem e a utilização

correta dos alimentos concentrados permitem aumentar a produtividade dos sistemas. Entretanto, a intensificação da produção animal pode causar danos ambientais devido à excreção de nutrientes e produção de gases responsáveis pelo efeito estufa. Os elementos encontrados nos dejetos dos animais como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), em excesso, podem exercer efeitos negativos sobre o ambiente onde o nitrogênio excretado é considerado o mais impactante. (Broderick e Clayton, 1997; Noftsker e St-Pierre, 2003). O nitrogênio contribui para a poluição do solo pela possibilidade de conversão em nitrato, além de contribuir para a poluição do ar pela amônia e óxidos de nitrogênio (Huhtanen et al., 2015).

Quando a pastagem é o único alimento oferecido para a vaca leiteira, as oportunidades de manipulação dietética da excreção de N e a excreção urinária de N, em particular, são limitadas. No entanto, a suplementação com alimento concentrado, muitas vezes necessária para vacas de alta produção (Bargo et al., 2002), apresenta oportunidade para a redução da excreção de N, por melhorar a eficiência da utilização do nitrogênio no rumen reduzindo os teores de N-amoniaco no fluido ruminal (Ipharraguerre e Clark, 2005).

Mesmo que os requisitos de proteína metabolizável tenham sido atendidos a produção de leite ou os teores de proteína do leite podem ser aumentados com o fornecimento de aminoácidos essenciais sintéticos, protegidos da degradação ruminal ou com o fornecimento de PNDR, digestível, oriunda da dieta (Broderick et al., 2009; Patton et al., 2014). Isso é particularmente verdade em dietas a base de gramíneas manejadas intensivamente onde a PB não é limitante, no entanto sua rápida degradação e a assimilação mais lenta da energia fermentável no rumen resultam em má assimilação do N pela massa microbiana (Schor e Gagliostro, 2001). Consequentemente, a oferta de aminoácidos (AA) pós ruminal pode limitar a produção de leite.

Objetivou-se avaliar se a substituição parcial do farelo de soja por farelo de soja tratado com amino resina na dieta de vacas lactantes, manejadas em pastejo intensivo, resultaria em alterações no consumo e na digestibilidade das dietas, na produção e composição do leite, e na eficiência da utilização do nitrogênio.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Manejo de pastagens tropicais em sistemas de pastejo intermitente**

Atentar-se para o manejo da pastagem é fundamental para obtenção de altas produtividades da forrageira com bom valor nutricional. O correto manejo da pastagem se

torna ainda mais importante em sistemas de produção onde essa pastagem é a única fonte de volumoso durante grande parte do ano.

O potencial produtivo das forrageiras tropicais tem possibilitado a exploração intensiva das pastagens, com taxas de lotação entre quatro e dez UA ha<sup>-1</sup>, durante a estação chuvosa na maior parte do Brasil. As condições climáticas parecem não ser fator limitante para a produção de leite a pasto na maioria das regiões brasileiras que possuem recursos climáticos favoráveis, como índices pluviométricos acima de 1200 mm.ano<sup>-1</sup>, temperatura média acima de 22°C e alta intensidade luminosa (Aguiar e Silva, 2005).

Neste contexto a elevação e manutenção da fertilidade do solo, pela correção e adubação, são essenciais para obtenção de resultados satisfatórios e para a sustentabilidade de altas produtividades. Nos sistemas de produção animal em pastagens manejadas intensivamente, devido à alta frequência e intensidade de pastejo, o percentual de forragem removida do pasto é maior e a quantidade de nutrientes que é reciclada no sistema solo-planta é menor, caracterizando um cenário de maior retirada de nutrientes (Santos et al., 2012).

O desempenho dos animais manejados em pastagem depende em grande parte de fatores intrínsecos como idade, potencial genético, fase da lactação e também por fatores reguladores do consumo como o valor nutritivo, disponibilidade e estrutura do dossel forrageiro (Hodgson, 1982; Prache e Peyraud, 2001). A disponibilidade e a estrutura do dossel forrageiro são muito influenciadas pelo manejo da pastagem.

As características estruturais das pastagens, em termos de regulação do consumo de forragem, são relativamente mais importantes que os fatores nutricionais (Da Silva e Carvalho, 2005). Da Silva et al. (2013) encontraram maior valor nutritivo do *Brachiaria brizantha* cv marandu em pastagens com menor altura do dossel (10 cm), no entanto o melhor desempenho animal foi observado em pastos mais altos (40 cm). Diversos trabalhos mostraram haver redução na massa do bocado com a redução na altura do dossel forrageiro (Rook et al., 1994; McGiloway et al., 1999) o que influencia diretamente no consumo de matéria seca (MS) dos animais resultando em menor desempenho destes. Animais de alta produção necessitam de elevado consumo de pastagem, regulado pela altura do dossel forrageiro e sua digestibilidade (Palhano et al., 2006), condições estas conseguidas em função da estrutura do pasto (Carvalho et al., 2001).

Falhas de manejo podem resultar em perdas entre 20 e 80% da forragem produzida (Corsi, 1994). Existem dois sistemas clássicos de pastejo: o contínuo e o intermitente. Basicamente, o contínuo é utilizado para grandes extensões, enquanto o intermitente se emprega principalmente em explorações mais intensificadas. O objetivo do sistema de pastejo

intermitente é controlar a frequência de desfolha pelos animais e aumentar a eficiência de colheita da pastagem (Siqueira, 1986). Entretanto a simples adoção do sistema de lotação intermitente não garante o sucesso no processo de colheita da forrageira, para isto é necessário conhecer as repostas morfofisiológicas das espécies forrageiras em função de variações no manejo.

Segundo Da Silva e Nascimento Jr. (2007) de uma maneira geral, a curva de rebrote é caracterizada por apresentar três fases distintas. Na primeira, as taxas médias de acúmulo de MS aumentam exponencialmente com o tempo. Essa fase é altamente influenciada pelas reservas orgânicas da planta, disponibilidade de fatores de crescimento e área residual de folhas após o corte ou pastejo. A segunda fase apresenta taxas médias de acúmulo constantes e aceleradas, resultante da contínua formação de novas folhas de alta eficiência fotossintética. Nessa fase, o processo de competição inter e intraespecífica adquire caráter mais relevante, principalmente quando o dossel se aproxima da completa interceptação da luz incidente. Na terceira fase inicia-se a queda das taxas médias de acúmulo, ocasionando uma redução na taxa de crescimento em decorrência do aumento da senescência de folhas que atingiram o limite de duração de vida e do aumento do sombreamento das folhas inferiores. Com o objetivo de se obter elevada produção de forragem de bom valor nutricional recomenda-se iniciar o pastejo no terço final da fase dois (antes do aumento na participação de colmos e folhas mortas), quando a taxa de acúmulo e o valor nutritivo são altos.

Sob lotação intermitente este controle da intensidade e da frequência do pastejo tem sido buscado com variações no resíduo pós-pastejo (intensidade) e no intervalo entre pastejo (frequência) (Gomide et al., 2012). Vários trabalhos demonstraram que o crescimento das plantas forrageiras está relacionado ao grau de interceptação de luz pelo dossel e com a área foliar, havendo taxa constante de acúmulo de MS e folhagem suficiente para interceptar praticamente toda a luz incidente. A partir do momento em que o dossel intercepta 95% da luz solar incidente o padrão de rebrotação modifica-se e ocorre redução no acúmulo de folhas e aumento acentuado no acúmulo de colmos e folhas senescentes (Carnevalli et al., 2006; Barbosa et al., 2007; Pedreira et al., 2007). Com isso passou-se a utilizar o manejo que interrompe o período de descanso dos pastos quando ocorre interceptação de 95% da luz incidente.

Embora o uso da interceptação luminosa (IL) seja fator que possibilite o melhor controle das características estruturais e qualitativas do dossel forrageiro, a mensuração dessa variável de controle requer o uso de aparelhos específicos. Barbosa et al. (2007) trabalhando com *Panicum maximum* cv tanzânia, e Carareto (2007) trabalhando em pastagem de capim-

elefante, encontraram grau de associação forte e positivo entre as variáveis IL e altura do dossel forrageiro, indicando que a adoção de critério baseado na altura de entrada dos animais no piquete pode ser estratégia eficiente de controle e manejo da pastagem.

## **2.2. Valor nutricional da forrageira tropical em sistemas de pastejo intermitente**

A elevada produção de MS das plantas forrageiras tropicais e a idade cronológica semelhantes de seus perfilhos são as causas da rápida queda de seu valor nutritivo. À medida que a idade fisiológica da planta aumenta é notado o aumento nos teores de hemiceluloses, celulose e lignina reduzindo assim a proporção do conteúdo celular, o qual apresenta 98 a 100% de digestibilidade. Após o florescimento, os teores de proteína, lipídeos e minerais tendem a reduzir (Balsalobre, 2002). Gomide e Zago (1982) constataram, para o *Panicum maximum* cv colônia, coeficientes de digestibilidade na ordem de 66,1; 63,0 e 53,0% para idades de rebrote de 21, 28 e 63 dias, respectivamente.

Diferenças na composição química e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram encontradas por Deresz (2001) em pastagens de capim-elefante manejadas em pastejo rotativo com períodos de descanso de 30, 36 e 45 dias. Nesta situação, os pastos manejados com período de descanso de 30 dias, apresentaram melhores características nutricionais quando comparados com aqueles manejados com período de descanso de 36 e 45 dias.

Voltolini et al. (2010) reportaram reduções no teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em pastagens de capim-elefante manejadas de acordo com a IL de 95%, em comparação com aquelas manejadas com intervalo de pastejo fixo de 26 dias. Segundo os autores, os menores teores de FDN e FDA encontrados na pastagem manejada com intervalo de pastejo conforme a IL de 95% podem favorecer o consumo e a digestibilidade da forragem, fato que também poderia melhorar o desempenho produtivo de animais.

Deresz (2001) avaliando a produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu manejadas em pastagem de capim-elefante com diferentes períodos de descanso (30, 36 e 45 dias), encontrou maior produção de leite ( $11,7 \text{ kg dia}^{-1}$ ) para o período de 30 dias de descanso em comparação com as outras duas estratégias de manejo ( $11$  e  $10,5 \text{ kg dia}^{-1}$  para 36 e 45 dias, respectivamente).

Hack et al. (2007) avaliaram a influência da altura de 90 cm (baixa) e 140 cm (alta) no capim-Mombaça sobre a produção de leite de vacas da raça Holandês. Nessa situação, o pasto considerado baixo era rebaixado até a altura de 40 cm, e o pasto alto até a altura de 90 cm. Os

autores encontraram maior produção de leite para as vacas mantidas na pastagem com menor altura, resultado da maior quantidade de folhas.

O valor nutritivo da planta também está relacionado à porção proteica, considerando seu teor e sua composição em aminoácidos (Russel et al., 1992; Sniffen et al., 1992). As diferentes frações da PB são importantes para a nutrição animal e são divididas em cinco frações segundo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). A parte solúvel e de alta velocidade de degradação ruminal está nas frações A e B1. A fração A é representada pelo nitrogênio não proteico (NNP) e a B1 é a proteína verdadeira solúvel. A fração C é a proteína indisponível contida na fibra insolúvel em detergente ácido (N-FDA). A fração B3 é o resultado da subtração do N-FDA da proteína contida na fibra insolúvel em detergente neutro (N-FDN), é disponível, porém com uma taxa de liberação bastante lenta. A última fração, a B2, apresenta taxa de degradação média e é a fração que não é solúvel, não faz parte da parede celular e também não é NNP.

As gramíneas tropicais apresentam baixos teores de carboidratos solúveis e amido que são raramente superiores a 20% dos carboidratos totais. Assim, a hemicelulose seria responsável pela maior taxa de fermentação ruminal e, portanto, é a maior fornecedora de energia para o crescimento microbiano. Desse modo, a relação lignina/FDN é um fator importante a ser analisado no que diz respeito ao valor nutritivo da planta forrageira. Forragens que apresentam baixos valores de lignina, em relação à FDN, disponibilizam altas proporções de parede celular de bom valor nutritivo (Herling et al., 2005). Para *Panicum maximum* Jacq., Euclides (1995) observou que teores de FDN abaixo de 55% são raros, abaixo de 65% são comuns em tecidos novos e entre 75 e 80% são encontrados em material vegetal mais maduro.

Lopes (2011) caracterizou o teor de nutrientes e a digestibilidade da fibra das principais gramíneas tropicais produzidas sob pastejo rotacionado no Brasil. Foram analisadas amostras de capim-braquiária (*Brachiaria brizantha*), capim mulato (*Brachiaria híbrida*), grama bermuda (*Cynodon dactylon*), bermuda africana (*Cynodon nlemfuensis*), capim tanzânia (*Panicum maximum*) e capim-elefante (*Penisetum purpureum*). Os teores de PB variaram de 14 a 21%, e os de FDN de 60 a 63% da MS. A digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) para os tempos de 24, 30 e 48 h foram de  $36 \pm 13$ ,  $45 \pm 13$  e  $61 \pm 13\%$  da FDN, respectivamente. Em comparação à silagem de alfafa, as gramíneas tropicais apresentaram DIVFDN 12,2; 12,9 e 19,9 unidades percentuais de digestibilidade a mais para 24, 30 e 48h de fermentação, respectivamente.



Dados de composição bromatológica, digestibilidade *in vitro*, e fracionamento dos compostos nitrogenados de amostras de estrato pastejável de forrageiras tropicais, manejadas no conceito de 95% de IL, obtidas em trabalhos de pesquisa podem ser observadas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* de *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum* manejados no conceito de 95% de interceptação luminosa.

Forrageira	%MS	% da matéria seca					Autor
		PB	FDN	FDA	Lig	DIVMS <sup>1</sup>	
<i>P. maximum</i>	-	15,40	66,60	36,70	5,30	61,80	Bueno, 2003
<i>P. purpureum</i>	18,6	14,70	63,85	33,54	3,20	67,40	Martinez, 2008
<i>P. maximum</i>	26,7	16,50	71,37	37,73	3,69	-	Pacheco Jr., 2009
<i>P. purpureum</i>	18,6	18,50	58,70	30,80	2,63	75,90	Danés, 2010
<i>P. maximum</i>	21,5	18,82	63,12	36,17	-	-	Bicalho, 2011
<i>P. purpureum</i>	16,4	15,50	56,76	30,84	3,06	75,90	Chagas, 2011
<i>P. maximum</i>	-	18,63	62,33	34,99	4,30	59,96	Lopes, 2011
<i>P. purpureum</i>	19,7	18,60	54,40	35,00	3,00	55,80	Macedo, 2012
<i>P. maximum</i>	19,0	16,0	64,9	33,90	3,60	65,70	Moura et al. 2014

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; Lig = lignina; <sup>1</sup>DIVMS = Degradabilidade *in vitro* com 48h de incubação.

Tabela 2. Fracionamento dos compostos nitrogenados de *Panicum maximum* e *Pennisetum purpureum* manejadas no conceito de 95% interceptação luminosa.

Forrageira	N total	% do N Total				Autor
		NNP	N solúvel	NIDN	NIDA	
<i>P. purpureum</i>	2,58	24,05	31,39	38,87	11,07	Chagas, 2011
<i>P. purpureum</i>	2,96	21,26	30,47	33,68	4,84	Danés, 2010
<i>P. purpureum</i>	2,78	18,90	24,39	31,70	12,80	Macedo, 2012
<i>P. maximum</i>	2,64	28,52	53,57	29,71	10,26	Pacheco Jr., 2009
<i>P. maximum</i>	2,80	19,01	36,91	43,70	5,30	Reis et al., 2010

Forrageira	Frações da PB (%)					Autor
	A	B1	B2	B3	C	
<i>P. purpureum</i>	24,05	7,33	29,74	27,8	11,07	Chagas, 2011
<i>P. purpureum</i>	21,26	9,21	35,85	28,84	4,84	Danés, 2010
<i>P. purpureum</i>	18,90	5,49	43,91	18,90	12,80	Macedo, 2012
<i>P. maximum</i>	28,52	25,05	16,70	19,44	10,26	Pacheco Jr., 2009
<i>P. maximum</i>	19,01	17,90	19,39	38,40	5,30	Reis et al., 2010

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; NIDN = Nitrogênio ligado à fibra insolúvel em detergente neutro; NIDA = Nitrogênio ligado à fibra insolúvel em detergente ácido; NNP= Nitrogênio não protéico. A, B1, B2, B3, C = Frações de acordo com Russel et al. (1992); Sniffen et al. (1992);.

Pacheco Jr. (2009) caracterizou a composição químico-bromatológica, assim como as frações de carboidratos e de proteínas e as taxas de degradabilidades das frações potencialmente degradáveis para PB, FDN e MS (*in situ*), em amostras de estrato pastejável de *Panicum maximum* cv Colonião, *Brachiaria brizantha* cv Marandu e *Brachiaria híbrida* cv Mulato manejados com o conceito de desfolhas a 95% de IL, e concluiu que pastagens adubadas com altas doses de N, 37 kg N ha<sup>-1</sup> por ciclo de pastejo, e elevados teores de PB, apresentam 70% da sua proteína sob a forma de proteína verdadeira, e a degradabilidade da PB entre 62 e 71%. Entretanto, estas forrageiras são deficientes em frações de carboidratos de alta fermentabilidade ruminal.

### 2.3. Degradabilidade ruminal da proteína

Fermentação e digestão são componentes distintos de um processo único, a degradação. A degradação ruminal da proteína envolve solubilização, hidrólise extracelular, transporte para o interior da célula, deaminação e a formação dos produtos finais (amônia, AGV, dióxido de carbono, metano, AA e proteína microbiana). O termo fermentação refere-se somente a deaminação e a formação dos produtos finais (Russel et al., 1991) e o termo digestão refere-se aos demais componentes do processo de degradação.

Todos os microrganismos ruminais parecem estar envolvidos no complexo sistema de degradação proteica ruminal. A extensão e a velocidade de degradação da proteína no rúmen estão diretamente relacionadas à eficiência da utilização do nitrogênio pela flora ruminal. Quando a degradação da proteína excede a taxa de assimilação dos aminoácidos e da amônia ocorre aumento na concentração de amônia no rúmen. A amônia então pode ser removida do ambiente ruminal, principalmente via difusão, podendo posteriormente retornar ao rúmen ou ser perdida como ureia através da urina, fezes e leite (Russel et al., 1991). Além disso, alguns dos peptídeos e aminoácidos não incorporados na proteína microbiana podem escapar da degradação ruminal e se transformar em fonte de PNDR para o animal (National..., 2001).

A degradação ruminal de proteínas é descrita por vários modelos. No modelo adotado pelo National...(2001), que fraciona a proteína baseado na incubação ruminal de amostras de alimentos em sacos de náilon, a fração A representa o NNP acrescida de uma pequena porção da proteína verdadeira de alta solubilidade ou de tamanho pequeno que escapam dos sacos de náilon. Esta fração é 100% degradável no rúmen e é obtida no tempo zero de incubação. Já a fração C é não degradável no rúmen, passando direto para o intestino delgado. Ela é composta do resíduo que permanece nos sacos de náilon após 48 horas de incubação dos concentrados, ou 72 horas para as forragens. A fração B é a fração potencialmente degradável no rúmen

obtida por diferença ( $100 - (A+C)$ ), sendo a única fração afetada pela taxa de passagem da digesta. A proporção da fração B que será degradada no rúmen depende da taxa de degradação ( $K_d$ ) e da taxa de passagem ( $K_p$ ). Sendo assim, os valores de PDR e PNDR dos alimentos segundo este modelo são obtidos pelas seguintes equações:

$$PDR = A + B [K_d / (K_d + K_p)]$$

$$PNDR = B [K_p / (K_d + K_p)] + C$$

Outro modelo utilizado para descrever a cinética da degradação ruminal das proteínas é o Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS). Esse modelo utiliza reagentes químicos para determinação da PDR e PNDR dos alimentos, onde a PB é dividida em cinco frações (A, B1, B2, B3 e C). Esse sub fracionamento da PB foi descrito por Sniffen et al. (1992). Essas cinco frações apresentam  $K_d$  diferentes e a taxa de desaparecimento do rúmen está em função de dois eventos simultâneos, a  $K_d$  e a  $K_p$ . A fração A é composta principalmente de nitrogênio não proteico e é solubilizada instantaneamente, no tempo zero. Assume-se que esta fração tem  $K_d$  infinito. Ela é solúvel em solução de borato-fosfato e ácido tricloroacético(TCA). A fração C não é degradada no rúmen e é considerada como a fração insolúvel em detergente ácido. Contém proteínas associadas a ligninas, taninos, e as indisponíveis por reações, como a de Maillard. Já as frações B1, B2 e B3 representam proteínas verdadeiras potencialmente degradáveis no rúmen. A quantidade de cada uma das frações que é degradada no rúmen é produto da  $K_d$  e da  $K_p$ , porém um único valor de  $K_p$  é adotado para todas as frações. As taxas de degradação das frações B1, B2 e B3 são aproximadamente  $120$  a  $400\% \text{ h}^{-1}$ ,  $3$  a  $16\% \text{ h}^{-1}$  e  $0,06$  a  $0,55\% \text{ h}^{-1}$ , respectivamente (National..., 2001). A fração B1 é a fração da PB solúvel em solução de tampão borato-fosfato, mas que se precipita com TCA. A fração B3 é calculada como a diferença entre a fração da PB recuperada no FDN e a recuperada no FDA (fração C). Já a fração B2 é calculada por diferença entre a PB e as outras frações ( $B2=PB-A-B1-B3$ ). Sendo assim, as frações PDR e PNDR dos alimentos segundo o modelo CNCPS são determinadas pelas seguintes equações:

$$PDR = A + B1 [k_d B1 / (k_d B1 + k_p)] + B2 [k_d B2 / (k_d B2 + k_p)] + B3 [k_d B3 / (k_d B3 + k_p)]$$

$$PNDR = B1 [k_p / (k_d B1 + k_p)] + B2 [k_p / (k_d B2 + k_p)] + B3 [k_p / (k_d B3 + k_p)] + C.$$

A taxa de passagem da digesta também esta relacionada diretamente a ingestão de MS, quanto maior a ingestão maior a taxa de passagem, o que altera as frações proteicas da dieta.

#### 2.4. Proteína não degradável no rúmen

O conceito de PNDR sofreu mudanças ao longo dos anos. O National... (1989) assumia que o teor de PNDR era inerente apenas ao alimento, ou seja possuíam valores fixos, enquanto o National... (2001) assume que a PNDR de um alimento depende principalmente das Kd e Kp do mesmo pelo rúmen.

O uso de tecnologias como calor, agentes químicos ou ambos tem sido empregado para tornar a proteína menos degradável no rúmen, aumentando a PNDR que chega ao intestino delgado (National..., 2001). Os processos de aquecimento diminuem a degradação ruminal devido à desnaturação das proteínas e diminuição da sua solubilidade e também por reações químicas como Maillard. Já os tratamentos químicos podem alterar a estrutura da proteína, introduzir ligações cruzadas e vincular as mesmas sem alterar sua estrutura (Broderick, et. al., 1991).

A digestibilidade intestinal da PNDR é comumente estimada através da técnica do saco de náilon móvel (Valadares Filho, 1997) segundo o procedimento dos três passos proposto por Calsamiglia e Stern (1995). Esse procedimento simula todo o processo de digestão intestinal após incubação ruminal do material em saquinhos por 16 h, adotando valores fixos para cada alimento ou considerando que as frações B1, B2 e B3 que escapam da degradação ruminal têm digestibilidades constantes de 100, 100 e 80%, respectivamente (Sniffen et al., 1992) ou ainda sendo 0,9 (PNDR - 6,25 NIDA), em que NIDA é o nitrogênio insolúvel em detergente ácido, conforme Agricultural... (1993). O National... (2001) adota valores variáveis para a digestibilidade da proteína não degradável de cada alimento, valor anteriormente considerado como de 80% pelo National... (1989).

Segundo Ipharraguerre e Clark (2005) a resposta das vacas leiteiras a suplementação com PNDR é muito variável sendo parte desta variação devido à fonte de PB utilizada na dieta, da proporção e da fonte de PNDR, ao efeito da PNDR no fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado, a digestibilidade e o perfil de aminoácidos da PNDR e à porcentagem de PB da dieta.

Brito e Broderick (2007) avaliaram a inclusão de diferentes fontes de proteína na dieta de vacas da raça Holandês. O teor de PB das dietas foi de 16,6% variando as proporções de PDR e PNDR. A dieta contendo ureia foi a que apresentou maior teor de PDR (13,1% da MS) e menor PNDR (3,16% MS). As vacas que consumiram esta dieta apresentaram menor CMS, menor eficiência de utilização do N e produziram menor quantidade de leite. Dentre as fontes de proteína verdadeira, o farelo de algodão foi o que apresentou os piores resultados em relação à produção de leite e seus componentes, e em relação à eficiência de utilização do N.

Segundo os autores isto se deve principalmente ao perfil de aminoácidos da proteína do farelo de algodão quando comparado ao farelo de soja e farelo de canola.

O grande consumo de proteína, a alta degradabilidade no rúmen e o baixo teor de carboidratos não estruturais nas pastagens de alta qualidade são incriminados como responsáveis pela baixa eficiência da utilização do nitrogênio pelas vacas manejadas em pastejo (Ulyatt e Waghorn, 1993; Van Vuuren et al., 1993). A baixa eficiência está relacionada à baixa captura de nitrogênio e síntese de proteína microbiana e ao custo metabólico de síntese e excreção de ureia (Kolver, 2003).

Nas dietas a base de pastagem a maior parte da PB se encontra na forma de proteína degradável no rúmen especialmente se o consumo for baixo e o tempo de retenção alto (Pacheco e Waghorn, 2008). A suplementação com fontes de PNDR para vacas de alta produção manejadas em pastejo se faz necessário pelo fato da dieta basal ter alta degradabilidade ruminal (>60%) da PB e por isso fornecer pequenas quantidades de PNDR quando comparadas com dietas totais (Bargo et al., 2003).

Bargo et al. (2003) relataram aumento médio na produção de leite de 0,8 kg d<sup>-1</sup> para cada 100 g d<sup>-1</sup> de PNDR em dietas isoenergéticas de vacas manejadas em pastejo intensivo. Jahani-Moghadam (2009) forneceu farelo de soja (baixa PNDR) ou farelo de soja tratado com xilose (1,57 kg d<sup>-1</sup> PNDR) para vacas no início de lactação e encontraram que o farelo de soja tratado com xilose pode aumentar a produção de leite em 3,2 kg d<sup>-1</sup>.

A quantidade da proteína que escapa da degradação ruminal nas dietas de vacas manejadas em pastejo intensivo estará em função da PNDR da forragem ofertada e do teor de PNDR do concentrado suplementado. O tipo de gramínea influencia diretamente nesses teores. As gramíneas tropicais assim como as gramíneas temperadas apresentam grande variação nos teores de PNDR. Reis et al. (2010) utilizando gramíneas tropicais oriundas de diferentes sistemas de manejo intensivo encontraram teores de 28,3; 40,4; 40,9 e 42% de PNDR em relação a PB para *Brachiaria brizantha*, *Cynodon dactylon*, *Panicum maximum* e *Pennisetum Purpureum*, respectivamente. Segundo Buckner et al. (2013) o conteúdo de PNDR em gramíneas temperadas no período quente é em média 23,5% da PB. No entanto, os altos teores de PNDR encontrados em algumas gramíneas não garante que elas sejam fontes adequadas de proteína metabolizável para os animais uma vez que podem apresentar baixa digestibilidade intestinal (25 a 60%).

## **2.5. Proteína na dieta de vacas em lactação**

O correto balanceamento da proteína na dieta é fundamental, pois além do grande impacto na produção de leite dos animais é o ingrediente que mais onera o custo de produção dos sistemas de produção de leite (Arriola e Apelo, 2014). Os teores proteicos de gramíneas manejadas intensivamente são geralmente elevados. Segundo Pacheco e Waghorn (2008) pastagens temperadas submetidas adubação intensiva com N podem atingir teores de PB de 30% da MS.

Produtores normalmente fornecem dietas com altos teores de PB para seus rebanhos com o objetivo de garantir o suprimento adequado de proteína metabolizável necessária para a máxima produção de leite e síntese de proteína do leite (Colmenero e Broderick, 2006). De acordo com o National... (2001), para vacas confinadas com produções acima de 30 kg d<sup>-1</sup>, a produção de leite sofre efeito quadrático em resposta aos teores de PB nas dietas, com incrementos na produção de leite de 0,75 kg dia<sup>-1</sup> com aumento na concentração dietética de proteína de 15 para 16% e 0,35 Kg dia<sup>-1</sup> com aumento de 19 para 20% de PB na dieta. Muitos estudos mostraram aumento na produção de leite e proteína do leite quando a PB das dietas aumentou de 16,1 a 16,7% para 18,4 a 18,9% (Broderick, 2003; Leonardi et al., 2003).

No entanto, alimentar vacas com dietas de alto teor proteico, na maioria das vezes, resulta em maiores teores de PDR na dieta e diminuição da eficiência do uso do nitrogênio. Quando fornecida em excesso, a proteína é extensamente degradada no rúmen excedendo as taxas de assimilação dos aminoácidos e da amônia, o que leva ao aumento excessivo na concentração de amônia no rúmen. A amônia pode ser removida do ambiente ruminal, principalmente via difusão, podendo posteriormente retornar ao rúmen ou ser perdida como ureia através da urina, fezes e leite (Russel et al., 1991). Superalimentar animais com proteína resulta na diminuição na margem de lucro devido aos altos custos dos suplementos proteicos e baixa eficiência dos ruminantes em utilizar o nitrogênio (Broderick, 2003; Hristov e Gialongo, 2014).

Colmenero e Broderick (2006) avaliaram o desempenho de vacas alimentadas com dietas variando em teor de PB de 13,5 a 19,4%. O consumo de MS e a produção de leite não foram afetados neste experimento, no entanto a dieta com 13,5% de PB resultou em redução de 0,7 kg dia<sup>-1</sup> no CMS (P>0,22) e 2 kg dia<sup>-1</sup> a menos de leite (P = 0,10 ; resposta quadrática) em comparação com a dieta com 16,5% de PB.

Em revisão de 13 trabalhos sobre a quantidade de proteína na dieta de vacas em lactação, publicados de 2005 a 2009, Imaizumi et al. (2010) relataram que a produção de leite aumentou consistentemente quando os teores de PB da dieta abaixo de 15% foram elevados para 15 a 17%. Em sete dos 13 trabalhos, as vacas produziram entre 36,3 e 43,3 kg dia<sup>-1</sup>.

Além disso, o aumento da PB de 16,2-17,2% para 20% não aumentou a produção de leite das vacas de alta produção, não aumentando também o CMS em cinco destes sete trabalhos. Não houve aumento da proteína do leite em seis dos sete trabalhos, mas o nitrogênio ureico do leite aumentou nos sete estudos, sendo a eficiência de uso do nitrogênio (EUN) reduzida em seis trabalhos.

Pereira et al. (2009) avaliaram a utilização de concentrados com diferentes teores de PB (15,2; 18,2 e 21,1% MS) para vacas em lactação (17 kg leite dia<sup>-1</sup>) sob pastejo rotacionado de *Pennisetum purpureum*. Os autores não encontraram diferenças para produção e composição do leite entre os animais alimentados com as diferentes dietas. Danés et al. (2013) utilizando vacas mestiças com produção média de 19 kg leite dia<sup>-1</sup> alimentadas com dietas que diferiram no teor de PB (15,7; 17,0 e 18,3% MS) não encontraram diferenças na produção e composição de leite entre os tratamentos.

Apesar de vários estudos sobre adequação do teor de proteína na dieta de vacas leiteiras, poucos estudos foram realizados sobre o uso de fontes proteicas de baixa degradabilidade ruminal para vacas em início de lactação e com alta produção de leite, quando mantidas em pastagens tropicais com teores altos de PB (Santos et al., 2005).

Devido a alta degradação ruminal da PB da pastagem, apenas 20 a 40% dela está disponível no intestino delgado como PNDR (Van Vuuren e Dasselar, 2006; Reis et al. 2010). No entanto, alguns experimentos foram realizados para estudar a resposta da substituição da PDR por PNDR na dieta de vacas em pastejo. Dos oito estudos compilados por Bargo et al. (2003), apenas dois relataram efeito positivo na produção de leite com maiores teores de PNDR na dieta. O efeito do fornecimento da PNDR depende principalmente do suprimento de proteína na dieta, e nesse aspecto a qualidade da forragem dirá muito sobre a resposta observada.

## 2.6. Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. CAB International, Wallingford, UK. 1993, 151p.

AGUIAR, A.P.A.; SILVA, A. M. Calagem e adubação da pastagem. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA. *Anais...* Lavras-MG, p.5, 2005.

ARRIOLA APELO, S.I.; BELL, A.L.; ESTES K.; et al. Effects of reduced dietary protein and supplemental rumen-protected essential amino acids on the nitrogen efficiency of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.97, n.9, p. 5688 – 5699, 2014.

BALSALOBRE, M. A. A. 2002. *Valor alimentar do capim Tanzânia irrigado*. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO Jr., D.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Capim Tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesq. Agrop. Bras.*, v. 42, p. 329-340, 2007.

BARGO F.; MULLER L.D.; KOLVER Y DELAHOY J.E. Invited Review: production and digestion of supplemented dairy cow on pasture. *J. Dairy Sci.* v.86, p.1-142, 2003.

BARGO, F., MULLER,L. D.; DELAHOY,J. E.; CASSIDY,T. W. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.1777–1792, 2002.

BICALHO, A. F. 2011. *Ureia de liberação lenta associada ou não à leveduras vivas para vacas leiteiras em sistema de pastejo intensivo*. Dissertação (Mestrado). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

BRITO, A. F.; BRODERICK, G. A. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 90, n. 4, p. 1816-1827, 2007.

BRODERICK, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 86, n. 4, p. 1370-1381, 2003.

BRODERICK, G. A.; STEVENSON, M. J.; PATTON, R. A. Effect of dietary protein concentration and degradability on response to rumen-protected methionine in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.92, p.2719–2728, 2009.

BRODERICK, G.A., WALLACE, R.J., ØRSKOV, E.R. *Control of rate and extent of protein degradation*. IN: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Eds), *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. Academic Press, Inc. San Diego, 1991, p. 541-592.



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

BUCKNER, C. D. et al. Ruminally undegradable protein content and digestibility for forages using the mobile bag in situ technique. *J. anim. sci.*, v. 91, n. 6, p. 2812-2822, 2013.

BUENO, A. A. O. 2003. 124 p. *Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regime de desfolhação intermitente*. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.73, n.5, p.1459-1465, 1995.

CARARETO, R. 2007. *Uso de ureia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis de desfolha*. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Trop. Grassl.*, v.40, p.165-176, 2006.

CARVALHO P.D.; RIBEIRO FILHO, H.M.; POLI C.H.; MORAES A.D.; DELAGARDE R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p. 853-871.

CHAGAS, L. J. 2011, 79 p. Teor de proteína no concentrado de vacas no terço inicial da lactação mantidas em pastagens de capim elefante. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COLMENERO, J.J.O.; BRODERICK, G. A. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci*, v. 89, p.1704-1712, 2006.

- CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A.M. Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional. Piracicaba: FEALQ, 1994, p. 121-153.
- DA SILVA, S. C.; CARVALHO, P. C. de F. Foraging behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D. A. (Ed.) Grassland: a global resource. Wageningen: Wageningen Academic, 2005. p. 81-95.
- DA SILVA, S. C.; GIMENES, F. M. A.; SARMENTO, D. O. L. et al., Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. *J. Agr. Sci.* v.151, p.727-739, 2013.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO J.R., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Rev. Bra. Zootec.*, v.36, 2007. p.121-138.
- 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. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 1, p. 197-204, 2001.
- EUCLIDES, V. P. B.. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero Panicum In: Anais do Simpósio sobre manejo da pastagem. Piracicaba, SP. 1995, p. 245-73.
- GOMIDE, C.A.M.; PACIULLO, D.S.C.; MORENZ, M.J.F. Potencial das forrageiras tropicais para produção de leite a pasto: Produção intensiva de pastagens. In. INFORME AGROPECUÁRIO, Belo Horizonte – MG, 2012, 112p.
- GOMIDE, J. A.; ZAGO, C.P. Valor nutritivo e produtividade de capim colômbio, submetido a diferentes intervalos de corte, com e sem adubação de reposição. *Rev. Bras. Zootec.* v.11, p.512-528, 1982.
- GUIDI, M.T.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M. et al. Efeito de fontes e teores de proteína sobre digestibilidade de nutrientes e desempenho de vacas em lactação. *Acta Scient. Ani. Sci.* v.29, n.3, p.325-331, 2007.

HACK, E. C., BONA FILHO, A., MORAES, A. D.; et al. Características estruturais e produção de leite em pastos de capim-mombaça (*Panicum maximum Jacq.*) submetidos a diferentes alturas de pastejo. *Ciência Rural*, v.37, p.218-222, 2007.

HERLING, V.; LUZ, P.D.C.; OLIVEIRA, P.; et al. Manejo do pasto com vistas a maximizar a produção de ruminantes. In: **Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REIS, RA; SIQUEIRA, GR; BERTIPAGLIA, LMA; OLIVEIRA, AP; MELO, GMP; BERNARDES, TF Volumosos na produção de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, 2005.

HODGSON, J. Ingestive behaviour. In: LEAVER, J.D. (Ed.) *Herbage Intake Handbook*. Hurley: British Grassland Society, 1982. p.113-139.

HRISTOV, A. N.; GIALLONGO, F. Feeding protein to dairy cows—What should be our target. IN: PROC. TRI-STATE DAIRY NUTR. CONFERENCE. Fort Wayne, IN. 2014. p. 75-84.

HUHTANEN, P.; CABEZAS-GARCIA, E. H.; KRIZSAN, S. J.; SHINGFIELD, K. J. Evaluation of between-cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. *J. dairy Sci.*, v.98, n.5, p.3182-3196, 2015.

IMAIZUMI, H.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M. et al. Diet crude protein content and sources for lactating dairy cattle. *Scientia Agricola*, v.67, n.1, p. 16-22, 2010.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Varying protein and starch in the diet of dairy cows. II. Effects on performance and nitrogen utilization for milk production. *J. dairy Sci.*, v. 88, n. 7, p. 2556-2570, 2005.

JAHANI-MOGHADAM, M.; AMANLOU, H.; NIKKHAH, A. Metabolic and productive response to ruminal protein degradability in early lactation cows fed untreated or xylose-treated soybean meal-based diets. *J Anim Physiol Anim Nutr*, v. 93, n. 6, p. 777-786, 2009.

KALSCHEUR, K.F.; BALDWIN, R.L.; GLENN, B.P. et al. Milk production of dairy cows fed differing concentrations of rumen-degraded protein. *J. Dairy Sci.*, v. 89, p. 249-259, 2006.

KOLVER, E. S. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. *Proceedings...*, v. 62, n. 02, p. 291-300, 2003.

LEONARDI, C.; STEVENSON, M.; ARMENTANO, L. E. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. *J. Dairy Sci*, v. 86, n. 12, p. 4033-4042, 2003.

LOPES, C.J. 2011, 131p. Nutrient composition and fiber digestibility measurements of tropical forages collected from intensively managed rotational grazing systems. Dissertação (Mestrado - Dairy Science) University of Wisconsin, Madison.

MACEDO, F. L. 2012. Doses de concentrado com ou sem gordura inerte na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MARTINEZ, J.C. 2008. 351 p. Avaliação de co-produtos na alimentação de vacas leiteiras mantidas em pastagens tropicais durante a estação chuvosa e alimentadas no cocho durante a estação seca do ano. Tese de (Doutorado em ciência animal e pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MCGILLOWAY D.A.; CUSHNAHAN A.; LAIDLAW A.S.; et al. The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake rates of dairy cows. *Grass Forage Sci*, v.54, n.2, p.116-126, 1999.

MOURA, A. M.; FREITAS, H. P., MENDES, I. A. P.; et al. Processamento de milho para vacas leiteiras em pastejo. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec*. v.66, p.1813-1821, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 6.ed. Washington: National Academy Press, 1989, 157p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrients requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: Natl. Acad. Sc., 408p. 2001.

NOFTSGER, S.; ST-PIERRE, N.R. Supplementation of methionine and selection of highly digestible rumen undegradable protein to improve nitrogen efficiency for milk production. *J. Dairy Sci*, v. 86, n. 3, p. 958-969, 2003.

PACHECO JUNIOR, A.J.D. 2009. 192p. Valor nutritivo e cinética ruminal de gramíneas tropicais manejadas intensivamente. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PACHECO, D.; WAGHORN, G. C. Dietary nitrogen-definitions, digestion, excretion and consequences of excess for grazing ruminants. IN: PROCEEDINGS OF THE NEW ZEALAND GRASSLAND ASSOCIATION. 2008. p. 107-116.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C. de F.; DITTRICH, J.R. Padrões de deslocamento e procura por forragem de novilhas leiteiras em pastagem de capim-mombaça. *R. Bras. Zootec.*, v. 35, n. 6, p. 2253-2259, 2006.

PATTON, R. A., HRISTOV, A. N.; LAPIERRE, H.; Protein feeding and balancing for amino acid in lactating dairy cattle. In: VAN SAUN, R. J.; SMITH, R. A. ed Veterinary Clinics of North America. Philadelphia, 2014. P. 599–621.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; DA SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégia de pastejo. *Pes. Agrop. Bras.*, Brasília, v.42, p.281-287, 2007.

PEREIRA, F. R.; SATURNINO, H. M.; SALIBA, E.O.; et al. Teores de proteína para vacas lactantes em pastejo de capim-elefante. *Arq. bras. med. vet. zootec*, v. 61, n. 5, p. 1139-1147, 2009.

PERES, J.R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F.D; DURR, J.W.; FONTANELI, R.S. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. p.30-45.

PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Foraging: behaviour and intake in temperate cultivated grassland. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, Proceedings... São Pedro, 2001. p. 309-319.

REIS, R. B.; COLOMBINI, S.; MILLER, A.; et al. Protein fractions and rates of degradation of tropical forages from intensively grazed pastures. IN: ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION. WAGENINGEN ACADEMIC PUBLISHERS. Parma. 2010, p. 717-718.

ROOK, A. J.; HUCKLE, C. A.; PENNING, P. D. Effects of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviour of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *App. Anim. Behaviour Sci*, v. 40, n. 2, p. 101-112, 1994.

RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. *J. Dairy Sci.*, v.70, n.11, p. 3551-3561, 1992.

RUSSEL, J.B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal protein fermentation: new perspectives on previous contradictions. In: TSUDA, T., SASAKI, Y. (Ed.) *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. New York: Academic Press, p.682-697, 1991.

SABBIA, J.A.; KALSCHEUR, K.F.; GARCIA, A.D. et al. Soybean meal substitution with a yeast-derived microbial protein source in dairy cow diets. *J. Dairy Sci.*, v. 95, n. 10, p. 5888-5900, 2012.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M.; MARTINEZ, J.C.; PENATI, M.A. Utilização da suplementação com concentrados para vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais. IN: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 5, 2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2005. p.219-294.

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

SANTOS, M. E. R.; BARBERO, L. M.; NASCIMENTO JR., D. DA FONSECA, D. M. Manejo do pastejo em sistemas de alto nível tecnológico: Produção intensiva de pastagens. In: INFORME AGROPECUÁRIO n. 266, Belo Horizonte – MG, 2012, p.69-79

SCHOR, A; GAGLIOSTRO, G. A.; Undegradable protein supplementation to early-lactation dairy cows in grazing conditions. *J. Dairy Sci.* v.84, p.1597–1606, 2001.

SIQUEIRA, E. R. Pastagens para ovinos. In: Anais Congresso Brasileiro De Pastagens. FEALQ. Piracicaba-SP.1986, p. 351-360.

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. *J. Animal Sci.* v.70, p.3562-3577, 1992.

ULYATT, M., & WAGHORN, G., 1993. *Limitations to high levels of dairy production from New Zealand pastures*. Massey University, Department of Agriculture and Horticulture systems management, Palmerston North, New Zealand.

VALADARES FILHO, S. DE C. Digestão pós-ruminal de proteínas e exigências de aminoácidos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. Anais... UFLA/DZO, 1997, p.87-113.

VAN VUUREN, A. (1993). *Digestion and nitrogen metabolism of grass fed dairy cows*, Tese (Doutorado). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University.

VAN VUUREN, A. M.; VAN DEN POL-VAN DASSELAAR, A. Grazing systems and feed supplementation. *Frontis*, v. 18, p. 85-101, 2007.

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. *R. Bras. Zootec.*, v.39, p.121-127, 2010.

### 3. ARTIGO CIENTÍFICO

Substituição parcial do farelo de soja por farelo de soja tratado na dieta de vacas F1 Holandês x Gir manejadas em pastejo rotacionado aumenta a produção de leite

Treated soybean meal as partial replacement of soybean meal in the diet of F1 Holstein x Gyr cows managed under intensive rotational grazing system increase milk production

#### 3.1 Resumo

Objetivou-se avaliar a substituição parcial do farelo de soja convencional (FS) por farelo de soja tratado com amino resina (FST) na dieta de vacas em lactação manejadas em pastejo intensivo e seus efeitos sobre consumo e digestibilidade da dieta, produção e composição do leite, eficiência alimentar e a eficiência da utilização do nitrogênio e síntese de proteína microbiana. Dezoito vacas F1 Holandês x Gir foram distribuídas em delineamento de quadrado latino 3x3, replicados em períodos experimentais de 21 d. A dieta controle continha 14,4% de farelo de soja convencional, que foi substituído em quantidades equivalentes (base na MS) de FST em dois teores 28%, 1,0 kg na matéria natural (FST1.0), e 42% 1,5 kg na matéria natural (FST1.5). As dietas eram isoproteicas e isoenergéticas e atendiam os requisitos dos animais. Os animais alimentados com a dieta FST1.5 produziram, em média, 1,3 kg a mais de leite quando comparado ao tratamento FS. Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos para os parâmetros de consumo e composição de leite. A eficiência alimentar e do uso do nitrogênio não diferiram entre os tratamentos. Não foram observadas diferenças nos teores de nitrogênio ureico no leite (NUL) dos animais. Os animais do alimentados com a dieta FST1.5 possuíram menores teores de nitrogênio ureico no plasma (NUP) quando comparado ao tratamento FST1 e semelhante ao tratamento FS. A substituição do farelo de soja com o objetivo de elevar os teores de PNDR nas dietas aumentou a produção de leite sem causar alterações na sua composição, no consumo de pastagem e de concentrado e na digestibilidade aparente dos nutrientes.

Palavras chave: Mombaça, Leite, Proteína

#### 3.2 Abstract

The study aimed to evaluate the partial replacement of the conventional soybean meal (SBM) with soybean meal treated with amino resin (FST) in the diet of lactation dairy cows managed in intensive grazing system and its effects on intake and digestibility of the diet, milk production and composition, efficient of N use (ENN) and microbial protein synthesis. Eighteen F1 Holstein x Gir cows were distributed in replicated 3x3 with 21d Latin square design with 21d of experimental periods. The control diet contained 14.4% of conventional soybean meal, which was replaced with equivalent amounts (DM basis) of FST on two levels 28%, 1.0 kg as-fed basis (FST1.0), and 42% 1,5 kg in as-fed basis (FST1.5). Diets were isonitrogenous and isocaloric and met the requirements of the animals. The animals fed the diet FST1.5 produced on average 1.3 kg/d more milk compared to treatment with FS. No differences were found between treatments for the parameters of consumption and milk composition. The feed efficiency and nitrogen use did not differ between treatments. No differences were observed for milk urea nitrogen (MUN). Treatment FSAR1.5 decrease plasma urea nitrogen (PUN) when compared with FSAR1 but not to FSC. The replacement of SBM in order to increase undegradable rumen protein (RUP) content in the diets increased



milk production without changes its composition, pasture and concentrate intake and apparent digestibility of nutrients.

key words: grazing, milk, protein

### 3.3 Introdução

O farelo de soja, subproduto das indústrias de extração de óleo, é responsável por 69% de todas as fontes de proteínas utilizadas na alimentação animal no mundo, seguido pelo farelo de canola (13%), farelo de algodão (6%), farelo de girassol (5%), farinha de peixe (2%) e farinha de amendoim (2%) (Cromwell, 2008). Os motivos para a grande utilização do farelo de soja como principal fonte proteica na nutrição de vacas leiteiras são sua palatabilidade (Ishler e Varga, 2000), alta digestibilidade pós ruminal (Stern, 1994), altos teores de lisina (Schwab, 1995), um dos aminoácidos mais limitantes para a produção de leite, o que o tornam complementar aos grãos de cereais tais como o milho (Stein et al., 2008), que possui altos teores de metionina. Por esses fatores o farelo de soja continua sendo extensivamente estudado como fonte de aminoácidos (AA) na nutrição de vacas leiteiras de alta produção (Ipharraguerre e Clark, 2005).

A proteína microbiana sintetizada no rúmen e a proteína não degradável no rúmen (PNDR) oriunda da dieta são as principais fontes de aminoácidos para vacas de leite (National..., 2001) e suas composições em aminoácidos tornam-se muito importantes quando as dietas são formuladas para atender exatamente a exigência de proteína metabolizável (Giallongo et al., 2015).

Mesmo que as exigências de proteína metabolizável tenham sido atendidas, a produção de leite e os teores de proteína do leite podem ser aumentados com o fornecimento de aminoácidos protegidos da degradação ruminal ou com o fornecimento de PNDR de alta digestibilidade, (Broderick et al., 2009; Patton et al., 2014). Isso se torna muito importante em dietas a base de gramíneas manejadas intensivamente onde a proteína bruta (PB) não é limitante, no entanto, sua alta degradação associada à lenta disponibilidade de energia fermentável no rúmen resultam na assimilação deficiente do N pela massa microbiana (Schor e Gagliostro, 2001). Consequentemente, a menor oferta de AA pós ruminal pode limitar a produção de leite dos animais.

Quando a pastagem é o único alimento oferecido à vaca leiteira, a oportunidade de manipulação dietética da excreção de N é limitada. No entanto, a suplementação com alimentos concentrados, que é necessária para vacas de alta produção (Bargo et al., 2002), se

torna uma oportunidade para redução na excreção de N através do tipo do concentrado e do seu processamento e do modo de fornecimento.

Vários trabalhos foram realizados com o objetivo de avaliar a utilização de farelo de soja tratado como fonte de PNDR para vacas em lactação (Broderick, 1986; Broderick et al., 1990; Flis e Wattiaux, 2005; Giolongo et al., 2015). As respostas em produção de leite foram variáveis, no entanto em nenhum deles o volumoso da dieta foi gramínea utilizada sob pastejo. Com isso a exploração da mudança no sítio de digestão da proteína com utilização de fontes de PNDR para vacas manejadas em pastejo necessita ser realizada.

Objetivou-se avaliar a substituição parcial do farelo de soja convencional (FS) por farelo de soja tratado com amino resina (FST) na dieta de vacas leiteiras manejadas em pastejo intensivo e seus efeitos sobre consumo, digestibilidade da dieta, produção e composição do leite e eficiências alimentar e da utilização do nitrogênio.

### 3.4 Material e métodos

Todos os procedimentos realizados no experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais sob o protocolo 117/2014.

#### 3.4.1 Animais, desenho experimental, dietas e manejo da pastagem

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural particular localizada no sul do estado de Minas Gerais. O clima é caracterizado por duas estações bem definidas: período seco, de abril a setembro e período chuvoso, de outubro a março. Os dados climáticos durante o período experimental se encontram na Figura 1.

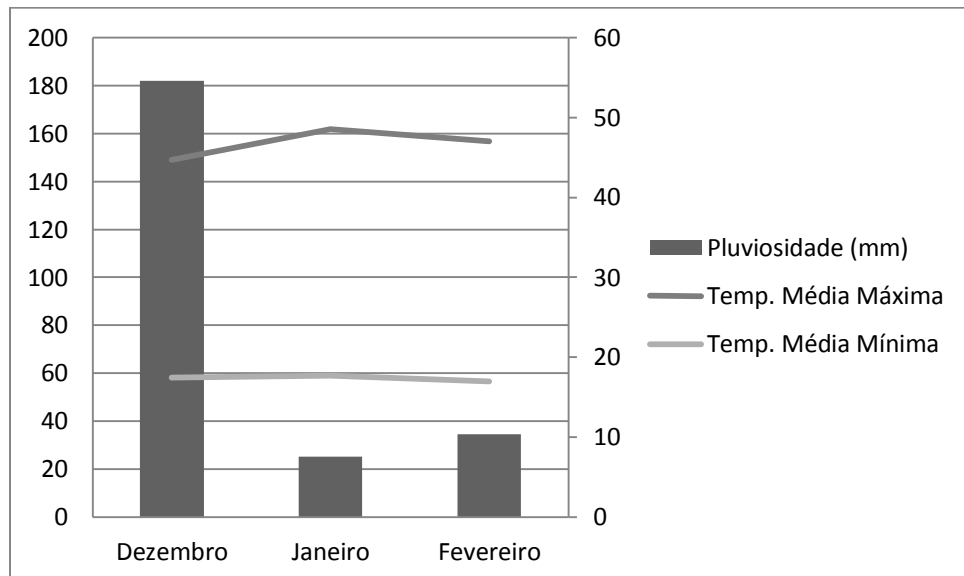


Figura 1. Pluviosidade e temperaturas observadas durante o período experimental

Dezoito vacas multíparas F1 Holandês x Gir com  $79 \pm 38$  dias em lactação (DEL),  $37,4 \pm 4,69$  kg d<sup>-1</sup> de produção de leite, e  $507 \pm 25$  kg de peso vivo no início do estudo. O experimento foi realizado em delineamento em quadrado latino 3x3. Seis quadrados foram montados com base no DEL, produção de leite e ordem de parto.

Cada período experimental teve duração de 21 dias, com 14 dias de adaptação às dietas, seguido de sete dias de coletas de dados e amostras. Dentro de cada quadrado, as vacas foram distribuídas aleatoriamente para uma das três dietas experimentais. As dietas experimentais consistiam de pastagem de *Panicum maximum* cv Mombaça e mistura de concentrados e polpa de citros peletizada. A diferença entre os grupos experimentais foram relativas ao tipo de farelo de soja (convencional ou tratado com amino-resina) e ainda a proporção de substituição do farelo de soja convencional pelo tratado.

A dieta controle continha 14,4% de FS (base MS) (Cargill Agrícola SA) ou 3,5 kg na matéria natural (MN); na dieta FST1.0 houve substituição de 28% do FS por FST (base MS) (SoyPass BR®, Cargill Agrícola AS Brasil Registrado MG-05558) ou 1,0 kg na MN e a dieta FST1.5 houve substituição de 42% (base MS) do FS por FST ou 1,5 kg na MN. As dietas foram balanceadas segundo National..., (2001) para atender os requisitos de vacas em lactação com 550kg de PV, produzindo 35 kg de leite por dia com 3,5% de gordura e 3,2% de proteína com um consumo de matéria seca (CMS) de 21,36 kg. As dietas balanceadas foram isoproteicas e isoenergéticas. A composição das dietas está apresentada na tabela 3.

Os animais permaneceram em sistema de pastejo rotacionado em piquetes de *Panicum maximum* cv Mombaça com um dia de ocupação. O período de descanso dos piquetes foi determinado pelo critério de 95% de interceptação de luz solar, utilizando as recomendações para altura de entrada (90 cm) e saída (50 cm) de acordo com Silva (2005). A suplementação dos animais com concentrado foi realizada três vezes ao dia: após a ordenha da manhã (05:30h) ao meio-dia e após a ordenha da tarde (16:30h).

Tabela 3. Ingredientes, composição química e balanceamento proteico das dietas experimentais

Item	Dieta <sup>1</sup>		
	FS	FST1.0	FST1.5
Ingredientes, % MS			
Capim Mombaça	37,36	37,36	37,36
Milho moído	24,72	24,72	24,72
Polpa de citros	20,74	20,74	20,74
Farelo de soja Tratado (FST) <sup>2</sup>	0,0	4,12	6,18
Farelo de Soja (FS)	14,42	10,30	8,24
Núcleo Mineral Vitamínico <sup>3</sup>	2,76	2,76	2,76
Composição, % MS			
Proteína Bruta <sup>4</sup>	17,1	17,2	17,2
Proteína degradável no rúmen (PDR) <sup>5</sup>	11,2	10,6	10,3
Proteína não degradável no rúmen (PNDR) <sup>5</sup>	5,9	6,6	6,9
FDN <sup>4</sup>	38,2	37,9	37,8
FDA <sup>4</sup>	21,6	21,5	21,4
FDN da Forragem <sup>5</sup>	26,2	26,2	26,2
EL (Mcal/kg) <sup>5</sup>	1,56	1,58	1,57
Balanço EL (Mcal/d) <sup>5</sup>	-0,3	-0,2	-0,2
CNF <sup>5</sup>	37,5	37,8	37,9
Balanço proteico, g/d (Proteína Metabolizável)			
Exigência <sup>5</sup>	2265	2264	2263
Suprido <sup>5</sup>	2265	2335	2370
Balanço <sup>5</sup>	0	71	108
PDR e PNDR, g/d			
PDR suprida <sup>5</sup>	2398	2264	2197
Balanceamento de PDR <sup>5</sup>	306	172	103
PNDR suprida <sup>5</sup>	1256	1400	1472
Balanceamento PNDR <sup>5</sup>	2	90	140

<sup>1</sup> FS: dieta com 14,4% (base MS) de farelo de soja (Cargill Agrícola SA) ou 3,5 kg na matéria natural (MN), FST1.0: substituição de 28% (base MS) do FS por FST (SoyPass BR®, Cargill Agrícola SA Brasil Registrado MG-05558) ou 1,0kg na MN e FST1.5: substituição de 42% (base MS) do FS por FST ou 1,5kg MN. <sup>2</sup> SoyPass BR® Brasil Registrado MG-05558, patente brasileira No.: PI 072 1146-5 (Cargill Animal Nutrition, Cargill Inc.) ; <sup>3</sup> Milk Maxima LT Trio® (Cargill Animal Nutrition, Cargill Inc.): Ca 25,0 g/kg, P 2,5 g/kg, Mg 4,2 g/kg, Na 10 g/kg S 9,4 mg/kg Cu 42 mg/kg, Zn 1.800 mg/kg, Mn 1.800 mg/kg, Se 1.600 mg/kg, *Saccharomyces cerevisiae* 9x10<sup>10</sup> ufc/kg, Co 830 mg/kg, I 2.500 mg/kg, Vit A 150.000 UI/kg, Vit D3 37.500 UI/kg, Vit E 83.500 UI/kg, Biotina 3.630 mg/kg, Monensina 50.000 mg/kg; <sup>4</sup> Valores calculados usando análise química dos alimentos (Laboratório de nutrição animal-Escola Veterinária-UFMG); <sup>5</sup> Valores estimados pelo National...(2001) usando consumo de matéria seca, produção e composição do leite e peso corporal das vacas antes do início do experimento

### 3.4.2 Coleta de amostras

Os animais foram mantidos por um dia em cada piquete e manejados juntamente com o lote de maior produção da fazenda em uma taxa de lotação variável de 10 a 12 vacas ha<sup>-1</sup>. Os piquetes foram adubados na saída dos animais, e a adubação média durante o experimento foi de 350 kg de N, 50 kg de P e 100 kg de K /ha ano<sup>-1</sup>. A disponibilidade de forragem foi estimada duas vezes por semana, antes da entrada dos animais nos piquetes, pelo método direto de corte na altura do estrato pastejável, a 50 cm de altura. Foi utilizada uma moldura de 1m<sup>2</sup>, a qual foi lançada aleatoriamente no piquete em seis pontos diferentes para a amostragem. O material foi pesado, picado manualmente e amostrado.

Uma vez em cada período foram coletadas amostras dos ingredientes dos concentrados experimentais e uma amostra de cada concentrado era colhida sempre que uma nova mistura era realizada. Todas as amostras foram armazenadas a -20°C. Ao final do experimento as amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada regulada a 55°C por 72 horas e determinou-se o teor de matéria pré-seca. Em seguida as amostras foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas Willey” (modelo 4, Arthur H. Thomas Co., Philadelphia PA) dotado de peneira com crivos de um mm de diâmetro. Posteriormente, foi feita uma amostra composta por período experimental de cada um dos ingredientes que foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C, PB pelo método Kjeldahl (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Van Soest et al. (1991), extrato etéreo pelo método Soxlet (AOAC, 1995), digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) pelo método de Tilley e Terry (1963), determinação de cinzas em mufla a 600°C (AOAC, 1990). A concentração de proteína degradável no rúmen (PDR), PNDR, energia líquida (EL), carboidratos não fibrosos, proteína metabolizável e frações proteicas foram estimados usando o National...,(2001) com base no CMS observado, produção e composição do leite e peso vivo das vacas antes do experimento. Foram utilizadas amostras compostas dos alimentos para análise da FDN indigestível (FDNi) como descrito por Detmann et al., 2012.

Para determinação da produção fecal (PF) foi utilizado o marcador externo LIPE® (hidroxifenilpropano modificado e enriquecido) descrito por Saliba et al. (2003), fornecido na dose de 500 mg vaca dia<sup>-1</sup>, via oral, do 15° ao 20° dia do período experimental. A concentração de LIPE® nas fezes foi determinada utilizando espectroscopia no infravermelho. O resultado da amostra foi então comparado a curva padrão como proposto por Saliba et al. (2015). Para determinar o consumo individual diário de MS, foi utilizado o método indireto a partir da relação entre as estimativas da PF e o teor do indicador interno

FDNi. A coleta das fezes, em torno de 500 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para análise de excreção do indicador, foi realizada duas vezes ao dia, após as ordenhas, diretamente na ampola retal das vacas, do 17° ao 21° dia do período experimental. As amostras fecais foram secas em estufa a 65°C durante 48 h e em seguida moídas em moinho dotado de peneira com crivos de um mm de diâmetro. Posteriormente, foi feita uma amostra composta por período experimental por vaca e depois analisados os teores de MS, FDA, FDN, e FDNi como descrito anteriormente. A digestibilidade aparente da MS, FDN, FDA e PB foi calculada a partir do consumo e excreção fecal.

Uma amostras de urina por animal foi colhida no 15° e 16° dia de cada período experimental. Uma alíquota de 5 mL de urina foi diluída em 45 mL de uma solução contendo ácido sulfúrico 0,036 N, e armazenada a -10°C. Ao final do experimento as amostras de urina foram descongeladas para elaboração de uma amostra composta por vaca, por período, para quantificação de ácido úrico e creatinina por método enzimático utilizando kit comercial (Kovalent®) e alantoína como descrito por Chen e Gomes (1992).

Amostras de sangue foram coletadas pela punção da veia ou artéria coccígea 2 h após a alimentação no último dia de coleta de cada período. O plasma sanguíneo foi separado e processado para a análise de nitrogênio ureico pelo método enzimático utilizando kit comercial (Kovalent®).

Os animais foram ordenhados duas vezes ao dia às 5:00 e 17:00 h em sistema de ordenha mecânica com contenção do tipo espinha de peixe, duplo 4, modelo Dematron® 70/75 (GEA Farm Technologies Inc.), com extratores automáticos. A produção de leite foi mensurada em medidores eletrônicos (GEA GEA Farm Technologies Inc.), por seis dias consecutivos, do 15° ao 20° dia do período experimental, realizando-se duas pesagens diariamente. Após a ordenha completa dos animais com uso de ocitocina endovenosa (2 UI ordenha<sup>-1</sup>) foram coletadas amostras de leite em seis ordenhas consecutivas. As amostras de leite foram conservadas em 2-bromo-2-nitropropane-1,3 diol (Bronopol) e enviadas para análise no Laboratório de Qualidade do Leite da Universidade Federal de Minas Gerais. Foram analisadas, para teores de gordura, proteína, lactose, caseína e nitrogênio ureico do leite (NUL), no aparelho ChemSpeck 150® (Bentley Instruments, Chasca, MN) pelo método de espectroscopia de infravermelho.

A degradabilidade *in situ* da MS da forragem foi realizada utilizando-se duas vacas fistuladas no rúmen com produção média de 25 kg de leite d<sup>-1</sup> manejadas em pastejo rotacionado de *Panicum maximum* cv mombaça. As amostras de capim foram pré-secas, durante 48 horas, em estufa de ventilação forçada regulada a 55°C e moídas em moinho

dotado de peneiras de cinco mm de crivo. Posteriormente, cinco gramas de cada alimento foram incubados em sacos de náilon com poros de 40 $\mu$ m, 20 cm de altura e 10 cm de largura (16,67 mg de amostra/cm<sup>2</sup>, considerando 15 cm de altura livre) e ancorados em uma corrente. Os tempos avaliados foram 0, 6, 12, 18, 24, 48, 72 e 96 horas. Para cada tempo foram incubados três sacos por amostra de alimento, esses foram distribuídos ao longo da corrente afim de que cada um estivesse em um estrato diferente do rúmen. O tempo zero não foi incubado no rúmen. Os sacos incubados eram retirados nos tempos mencionados anteriormente e congelados - 10°C. Após o término do experimento os sacos foram descongelados à temperatura ambiente, lavados até que a água saísse límpida. Após a lavagem, os mesmos foram secos em estufa de ventilação forçada regulada a 55°C, por 72 horas, transferida para um dessecador por 30 minutos e pesados.

Posteriormente as amostras foram moídas a 1mm para análise de matéria seca segundo AOAC (1990).

A eficiência alimentar foi calculada pela relação entre a produção de leite e a quantidade em kg de MS ingerida.

A eficiência da utilização do nitrogênio foi calculada como sendo a relação entre nitrogênio excretado no leite na forma de PB e o nitrogênio consumido.

### 3.4.3 Análises estatísticas

As análises estatísticas para consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, excreção de derivados de purinas e balanço de nitrogênio foram executadas pelo modelo misto do SAS 6.12 (Proc Mixed). Foram utilizadas as médias calculadas no período de coletas para todas as variáveis. O modelo estatístico incluiu tratamento, período experimental, vaca dentro de quadrado e quadrado. Quadrado e efeito da vaca dentro do quadrado foram incluídos como efeitos aleatórios e todos os outros como efeitos fixos. As diferenças estatísticas foram consideradas significativas em  $P \leq 0,05$  utilizando o teste Tukey. Os dados foram apresentados como médias dos quadrados mínimos.

Os parâmetros de digestibilidade ruminal *in situ* foram estimados pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, com auxílio do procedimento para modelos não-lineares (PROC NLIN) do SAS (1985) para a forragem avaliada, a partir da utilização conjunta dos dados das duas repetições disponíveis (animais), obtendo portanto, valores médios para caracterizar as referidas condições estudadas. Os dados das degradações parciais foram ajustados, segundo a equação proposta por Mehrez e Ørskov (1977):

$$P = a + b (1 - e^{-c*t})$$

Onde: P é a quantidade de nutriente degradado no tempo t (%); a representa a fração rapidamente solúvel em água (%); b representa a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (%); c a taxa de degradação da fração b (%h<sup>-1</sup>).

As determinações das degradabilidades efetivas (DE, %) foram feitas de acordo com o modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979), qual seja:

$$DE = a + ((b * c) / (c + k1)),$$

Onde a corresponde à fração solúvel mais partículas com tamanho reduzido que atravessam os poros do náilon em %, b representa a fração potencialmente degradável por ação da microbiota em %; e k1 às taxas de passagem ruminal de 6,045 % hora<sup>-1</sup>, como encontrada por Oliveira (2013) nas mesmas condições de manejo e produção de leite.

### 3.5 Resultados e discussão

#### 3.5.1 Avaliação da pastagem

A disponibilidade de forragem, a altura de entrada dos animais nos piquetes, composição bromatológica e os parâmetros da digestibilidade ruminal *in situ* são apresentadas na tabela 4 de acordo com o período experimental. O objetivo de realizar a desfolha do dossel forrageiro com altura de 90 cm do *Panicum maximum* cv Mombaça, o que corresponde a 95% de interceptação luminosa, não foi alcançado. O presente experimento foi realizado durante os meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, considerados como a fase do meio da estação chuvosa caracterizada por temperaturas, chuvas e radiação solar constantes ao longo dos dias. Essas características possibilitaram o desenvolvimento adequado da gramínea que resultou em mínimas variações no crescimento e composição química da mesma que favoreceu a condução do experimento. A maior taxa de acúmulo de MS e eficiência de pastejo são atingidos com 95% de IL que corresponde a uma altura pré-pastejo de aproximadamente 90 cm (Carnevalli et al., 2006). Períodos de descanso mais longos resultariam em maiores alturas e pior qualidade da pastagem por aumento na quantidade de material senescente. A despeito disso, a condução do procedimento experimental levou a alturas de pastejo superiores, no entanto a disponibilidade de forragem por animal e o estrato pastejado pelos animais parecem não ter sido fatores limitantes (tabela 4) quando comparado a outros trabalhos (Danés, 2010; Moura et al., 2014). O valor nutritivo da pastagem está relacionado à sua digestibilidade e composição bromatológica. Dessa forma a pastagem apresentou bom valor nutricional caracterizado pela alta PB, pelos adequados valores de FDN, FDA e lignina, semelhante aos encontrados por outros pesquisadores (Pacheco Jr., 2009; Bueno, 2003; Moura et al., 2014),



associados a alta digestibilidade *in vitro* da matéria seca com valores de 62,5; 63,5 e 64,3 para os períodos 1, 2 e 3, respectivamente. Os altos teores de PB observados nas gramíneas tropicais estão diretamente relacionados à adubação nitrogenada das pastagens (Alvim et al., 1999). Os valores de PB encontrados no estudo são superiores ao descrito na literatura para a mesma forrageira sobre condições semelhantes de manejo (Candido et al., 2005; Lista et al., 2007; Euclides et al., 2008).

Tabela 4. Altura do dossel forrageiro na entrada e saída dos animais, disponibilidade de forragem no estrato pastejável, composição nutricional e degradação ruminal *in situ* da matéria seca de amostras de pastagem de *Panicum maximum* cv Mombaça para vacas F1 Holandês X Gir suplementadas com farelo de soja tratado (FST) em substituição ao farelo de soja (FS) manejadas em pastejo rotacionado intensivo

Itens	P1	P2	P3
Características agronômicas			
Altura de Entrada (cm)	133	116	140
Altura de saída (cm)	75	65	74
Produtividade <sup>1</sup> (Kg MS ha <sup>-1</sup> )	4864	3686	2945
Disponibilidade (MS vaca <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup> )	32,4	24,57	19,63
Composição Nutricional			
MS, %	18	18	20
PB, % MS	16,92	16,11	16,22
FDN, % MS	68,47	67,32	65,58
FDA, % MS	34,27	34,32	33,82
NIDA, % MS	0,76	0,87	0,88
NIDN, % MS	1,53	1,64	1,43
Lignina, % MS	3,82	3,83	3,84
EE, % MS	4,06	4,42	5,32
Cinzas, % MS	10,56	9,73	8,77
Frações "in situ"			
a, %	15,33	16,78	18,17
b, %	57,24	61,29	54,44
c, %	27,43	21,93	27,38
Kd <sup>2</sup> , %/h	4,3	4,33	4,57
DE <sup>3</sup> , %	62,01	64,82	62,76

<sup>1</sup>Massa de forragem no estrato pastejável, <sup>2</sup>Kd: taxa de degradação da fração B; <sup>3</sup>Degradabilidade efetiva na taxa de passagem de 6.045%/h segundo Oliveira, 2013; MS: matéria seca. PB: proteína bruta, NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido, EE: extrato etéreo, FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido.

A pastagem apresentou baixos valores para a fração a. Gramíneas tropicais apresentam baixos teores de carboidratos solúveis e amido que são raramente superiores a 20% dos carboidratos totais (Vieira et al., 2000). A forragem apresentou altos teores da fração b que representa a fração potencialmente degradável no rúmen, 50% dos carboidratos de reserva das folhas de gramíneas tropicais estão localizados no interior do tecido especializado das células da bainha (Prado, 2005), sendo a degradabilidade dessa fração dependente do tempo de permanência do material no rúmen. Desse modo, a relação FDA/FDN e lignina/FDA são importantes de serem analisadas no que diz respeito ao valor nutritivo da planta forrageira. Forragens que apresentam baixos valores de FDA em relação à FDN e de lignina em relação à FDA possuem fração fibrosa com alto potencial de digestibilidade (Herling et al., 2005). Nesse trabalho foram encontradas relações de FDN/FDA e de lignina/FDN de 1,96 e de 0,11, respectivamente. Para *Panicum maximum* Jacq., teores de FDN abaixo de 55% são raros, acima de 65% são mais frequentes em tecidos novos e entre 75 e 80 % são encontrados em forragens maduras (Euclides, 1995). A DE da forrageira apresentou valores altos e semelhantes aos da DIVMS (em que foram encontrados valores de 62,2; 63,5 e 64,3% da MS para os períodos 1, 2 e 3, respectivamente) reforçando a qualidade do volumoso disponível para os animais. A taxa de degradação da MS foi em média de 4,4% h<sup>-1</sup>, e a degradabilidade efetiva (kp=6,045%) de 63,19%. Alguns trabalhos mostram resultados semelhantes utilizando taxa de passagem de 5% (García, 2007; Lopes et al., 2003; Pacheco Jr., 2009).

As pastagens consumidas pelas vacas em pastejo rotacionado geralmente apresentam menores teores de FDN e maiores teores de PDR que outras forrageiras maduras colhidas como feno ou silagem (Holden et al., 1995; Hongerholt e Muller, 1998) isso acontece pelo fato da gramínea ser pastejada mais jovem e pelo fato de estar submetida a maior adubação (Henriques et al. 2007). Dessa forma justifica-se o fornecimento de fonte de PNDR na dieta desses animais com o objetivo de aumentar o aporte de proteína metabolizável no intestino.

### **3.5.2 Consumo e digestibilidade**

A disponibilidade de MS da pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça não impôs limitação ao consumo de forragem nem a resposta aos tratamentos experimentais (Tabela 4). Deresz et al. (2006), trabalhando com capim elefante relataram que com disponibilidade de 2400 kg de MS ha<sup>-1</sup> e uma oferta de forragem de 20,03 kg de MS/vaca.dia<sup>-1</sup> referentes ao estrato pastejável não houve limitação no consumo dos animais. Em ampla revisão de literatura Bargo et al. 2003 recomendaram, para que não haja limitação, uma disponibilidade de pastagem de duas vezes o consumo esperado dos animais.

O consumo de MS total e de pastagem não diferiu entre os grupos experimentais (tabela 5). No entanto os animais apresentaram consumo de pastagem aquém do esperado. Em situações de baixas disponibilidades da pastagem espera-se um consumo de FDN da pastagem como percentual do peso vivo de aproximadamente 1,2%, enquanto que para uma alta disponibilidade como a demonstrada nesse estudo, esperar-se-ia consumo de aproximadamente 1,3% ou aproximadamente 8,5 kg de MS de pastagem (Meijs e Hoesktra, 1984).

Tabela 5. Consumo e digestibilidade aparente de vacas F1 Holandês X Gir suplementadas com ou sem FST em substituição ao FS manejadas em pastejo rotacionado intensivo

Item	Dieta <sup>1</sup>				Valor de P
	FS	FST1.0	FST1.5	EPM	
Consumo, kg de MS d <sup>-1</sup>					
Pasto	5,11	4,76	5,22	0,14	0,16
Concentrado	13,04	13,19	13,05	0,09	0,76
Total	18,15	17,95	18,28	0,19	0,63
Consumo Nutrientes, kg MS d <sup>-1</sup>					
FDN	6,92	6,74	7,17	-	-
FDNf <sup>1</sup>	3,43	3,20	3,50	-	-
FDA	3,03	2,91	3,20	-	-
PB	3,05	3,02	3,04	-	-
Digestibilidade Aparente, %MS					
MS	76,96	77,38	76,94	<0,01	0,41
FDN	75,18	74,14	73,58	0,40	0,20
FDA	71,57	69,67	68,13	0,72	0,15
PB	79,86	80,46	79,95	0,35	0,75

<sup>1</sup>FS: dieta com 14,4% (base MS) de FS (Cargill Agrícola SA) ou 3,5 kg na matéria natural (MN), FST1.0: substituição de 28% (base MS) do FSC por FSAR (SoyPass BR®, Cargill Agrícola SA Brasil Registrado MG-05558) ou 1,0kg na MN e FST1.5: substituição de 42% (base MS) do FS por FST ou 1,5kg MN; <sup>1</sup>FDN vinda da forragem; <sup>2</sup> Valores calculados pelo National...(2001)utilizando dados observados no período experimental; MS: matéria seca; PB: proteína bruta, FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido

O efeito de substituição é relatado como a mudança no comportamento ingestivo de vacas sob pastejo com a inclusão de suplementos concentrados, animais suplementados diminuem o CMS do pasto podendo, no entanto, aumentar o CMS total (Reis e Combs, 2000). Em ampla revisão de literatura, Bargo et al. (2003) encontraram efeito de substituição médio de 1,9 kg MS d<sup>-1</sup> no consumo de forragens de clima temperado variando entre 0,1 e 4,4kg MS d<sup>-1</sup> resultado da diminuição no tempo gasto pastejando de 12 minutos por kg de MS de concentrado ingerido. Lopes et al. (2005) avaliando CMS de *Pennisetum purpureum*

encontraram efeito de substituição de 0,42 kg de MS por kg de concentrado ingerido. O que poderia ter acontecido com as animais do presente estudo. Pesquisas anteriores realizadas na mesma área de pastagem com forragem de qualidade e animais semelhantes encontraram consumo médio de 7,8 kg de MS dia<sup>-1</sup> (Oliveira, 2012; Freitas, 2013; Moura et al., 2014). A utilização da polpa de citros em alta inclusão na dieta dos animais pode ter resultado na diminuição do consumo de pasto. A alta capacidade de retenção de água pelos subprodutos fibrosos (Ramazin et al. 1994) pode aumentar o peso e o volume da digesta no rúmen que estimularia os receptores de tensão no rúmen inibindo o consumo nesses animais.

O experimento foi realizado durante o verão com altas temperaturas médias, atípicas para região, mínima de 18° e máxima de 30° o que pode ter colaborado para o baixo consumo de pastagem pelos animais. Segundo Kadzere et al. (2002) vacas leiteiras sob stress térmico gastam menos tempo pastando e produzem menos leite.

A DIVMS dos concentrados experimentais não diferiu entre as dietas experimentais com valores de 85,6; 86,4, e 84,8% para FS, FST1.0 e FST1.5, respectivamente. Dessa forma a substituição do FS pelo FST em nenhuma das duas inclusões alterou a disponibilidade proteica e energética na dieta dos animais, existindo diferença apenas no sítio de digestão da proteína como mostrado na tabela 5 com a variação no percentual de PDR e PNDR entre os tratamentos sem variação na PB total da dieta.

Não houve diferenças na digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e FDA entre os tratamentos mostrando não haver comprometimento do processo digestivo com a alteração dos teores de PDR e PNDR das dietas experimentais. Independentemente dos altos teores de FDN encontrados nas pastagens tropicais foi possível, nesse estudo, obter alta produtividade devido à alta digestibilidade da FDN (74,3%) sem diferenças entre os tratamentos. Os animais consumiram na média 57% da FDN de origem do concentrado que por se tratar de FDN de alta digestibilidade oriunda principalmente da polpa de citros (Miron et al., 2001), contribuiu para a alta digestibilidade aparente da FDN.

Lopes (2011) encontrou digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) de gramíneas tropicais de  $36 \pm 13$ ,  $45 \pm 13$  e  $61 \pm 13\%$  da FDN para os tempos de 24, 30 e 48 h de fermentação, respectivamente. A comparação entre as médias da DIVFDN de gramíneas tropicais e silagem de alfafa padrão indicaram maior digestibilidade da fibra para gramíneas tropicais, que apresentaram 12,2; 12,9 e 19,9 unidades de digestibilidade da fibra acima da silagem de alfafa esses mesmos tempos de fermentação, respectivamente.

### **3.5.3 Produção de leite, eficiência alimentar e síntese de proteína microbiana**

As dietas experimentais foram formuladas para serem isoenergéticas e isoproteicas, sendo o sítio de degradação da PB a principal diferença entre elas. Dessa forma a mudança nos teores de PNDR de 33 para 40% da PB resultou no aumento de 1,3 kg ( $P=0,05$ ) de leite sem alterar sua composição. Uma vez que não houve diferenças no consumo e digestibilidade da pastagem ou dos concentrados o aumento da produção de leite pode ter ocorrido devido a melhor utilização do N-amoniaco do rúmen devido a menor degradação da proteína e com isso menor gasto energético na metabolização e excreção da amônia na forma de ureia. O que explicaria também a tendência observada ( $P=0,08$ ) de redução nos teores de NUL para esse grupo quando comparado ao grupo controle. O custo para detoxificação e excreção do excesso de N é alto entre 0,035 e 0,052 MJEM/g N excretado (National..., 1989).

Tabela 6. Produção e composição do leite, eficiência alimentar, eficiência da utilização do nitrogênio (EUN), nitrogênio ureico no plasma (NUP) e derivados de purinas de vacas F1 Holandês x Gir suplementadas com ou sem FST em substituição ao FS manejadas em pastejo rotacionado intensivo

Item	Dieta <sup>1</sup>				Valor P
	FSC	FSAR 1.0	FSAR 1.5	EPM	
Produção de leite e componentes					
Leite, kg d <sup>-1</sup>	34,65b	35,06b	35,89 <sup>a</sup>	0,62	0,05
LCG 4% <sup>2</sup> , kg d <sup>-1</sup>	32,34	32,36	33,00	0,54	0,40
LCG 3,5% <sup>3</sup> , kg d <sup>-1</sup>	34,97	34,99	35,68	0,58	0,41
Gordura kg d <sup>-1</sup>	1,22	1,21	1,23	0,02	0,88
Gordura, %	3,57	3,50	3,46	0,05	0,46
Proteína, kg d <sup>-1</sup>	1,01	1,01	1,02	0,01	0,74
Proteína, %	2,93	2,90	2,89	0,03	0,37
Lactose, kg d <sup>-1</sup>	1,60	1,62	1,65	0,03	0,18
Lactose, %	4,61	4,62	4,63	0,21	0,71
Caseína, kg d <sup>-1</sup>	0,76	0,76	0,77	0,01	0,78
Caseína, %	2,22	2,20	2,18	0,02	0,33
Eficiência alimentar <sup>4</sup>	1,78	1,80	1,83	0,04	0,70
EUN, % <sup>5</sup>	32,96	32,96	33,17	0,66	0,97
NUL, <sup>6</sup> mg dL <sup>-1</sup>	15,34	15,26	14,80	0,48	0,08
NUP, <sup>7</sup> mg dL <sup>-1</sup>	20,52ab	21,35a	19,64b	0,47	0,01
Derivados de Purinas					
Alantoína/Creatinina <sup>8</sup>	2,84	2,73	2,33	0,14	0,19
Purinas/Creatinina <sup>9</sup>	3,08	2,93	2,54	0,14	0,16

Números seguidos de letras minúsculas distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ )

<sup>1</sup> FS: dieta com 14,4% (base MS) de FS(Cargill Agrícola SA) ou 3,5 kg na matéria natural (MN), FST1.0: substituição de 28% (base MS) do FSC por FSAR (SoyPass BR®, Cargill Agrícola SA Brasil Registrado MG-05558) ou 1,0kg na MN e FST1.5: substituição de 42% (base

MS) do FSC por FST1.5 ou 1,5kg MN; <sup>2</sup> Produção de leite corrigida para 4 % de gordura; <sup>3</sup> Produção de leite corrigida para 3,5 % de gordura.; <sup>4</sup> Eficiência alimentar = kg de leite produzido/ kg de matéria seca consumida; <sup>5</sup> Eficiência da utilização do nitrogênio= (PB do leite/6.38) – (2\* NUL)/ N Consumido; <sup>6</sup>Nitrogênio ureico no plasma; <sup>7</sup>Valores estimados pelo National...(2001) usando consumo de matéria seca , produção e composição do leite e peso corporal das vacas; <sup>8</sup>Alantoína/Creat, = Concentração de alantoína dividido pela concentração de creatinina; <sup>9</sup>Purinas/Creat, = Concentração de purinas totais dividido pela concentração de creatinina.

Além disso, quando analisamos os dados relativos à excreção dos derivados de purinas (tabela 6) nota-se que não houve diferenças no presente estudo para produção microbiana, dessa forma como a síntese de proteínas microbianas não diferiu entre os animais alimentados com as diferentes dietas experimentais o aporte de proteína metabolizável foi maior nos tratamento com FST e dessa forma resultou na maior produção de leite no grupo alimentado com FST1.5. O método de excreção de derivados de purina assume que o fluxo duodenal de ácidos nucleicos é essencialmente de origem microbiana e, após digestão intestinal dos nucleotídeos de purinas, as bases adenina e guanina são catabolizadas e excretadas proporcionalmente na urina como derivado de purina, principalmente alantoína, e também como xantina, hipoxantina e ácido úrico (Perez et al., 1996). Segundo Chen e Gomes (1992), na urina de bovinos, apenas alantoína e ácido úrico estão presentes, devido à grande atividade de xantina oxidase no sangue e nos tecidos, que converte xantina e hipoxantina a ácido úrico antes da excreção. Ipharraguerre et al. (2005) avaliando a substituição parcial do farelo de soja por farelo de soja processados com o objetivo de terem menor digestibilidade ruminal demonstraram que a substituição resulta em um maior fluxo de N não amoniacal e não microbiano para o intestino. No presente estudo a mudança no sítio de digestão da proteína pode ter resultado no maior aporte de proteínas para o intestino delgado e com isso maior absorção de AA que atuariam também como precursores de glicose utilizados para síntese de componentes do leite (Clark, 1975; Vanhatalo et al., 2003).

A eficiência alimentar e do uso do nitrogênio não diferiram entre os tratamentos. No entanto altos valores de EA e EUN foram obtidos, superiores aos encontrados para animais da raça holandês por Huhtanen e Hristov (2009). Esses autores encontraram valor médio para EA nos EUA e Europa de 1,42 e 1,41 kg de leite por kg de MS consumida, respectivamente. A EUN observada foi de 24,7% para os dados americanos com 31,4 kg de leite dia<sup>-1</sup> e teor proteico na dieta de 17,8% na MS e 27,7% para os dados europeus com 25,4 kg de leite dia<sup>-1</sup> e teor proteico da dieta de 16,5%. Danes et al. (2013) trabalhando com animais mestiços Jersolando, manejados em pastejo rotacionado de capim elefante, encontraram valores para EUN de 19,2 e 18,2 em dietas com 16,8 e 18,4% de PB, respectivamente. Apesar desses resultados o teores de NUL observados no estudo estão acima do recomendado por Kohn et al. (2002) que é de 8 a 12 mg dL<sup>-1</sup>. Isso pode ter ocorrido devido a rápida degradação da

proteína do capim que suplantou a capacidade de utilização da amônia pelos microrganismos ruminais. Segundo Patton et al. (2014) a grande variação nos teores de NUL dentro de um rebanho e entre rebanhos sugere que indivíduos apresentem comportamentos diferentes no metabolismo do nitrogênio em uma mesma população consumindo a mesma dieta. Os mesmos autores relataram que vacas consumindo pastagens com altos teores de PB podem ter teores de NUL 17 a 22 mg dL<sup>-1</sup> sem perda aparente de produção. O NUL também pode variar segundo o grupamento genético do animal sendo menor para vacas holandesas (Ishler, 2008) e não existindo padrões para vacas F1 Holandês x Gir. Moura et al., avaliando diferentes processamentos do milho na dieta de vacas F1 Holandês x Gir manejadas em pastejo com teores médios de PB na dieta de 15% encontraram teores médios de NUL de 13 mg/dL.

Os animais do tratamento FST1.5 apresentaram menores teores de NUP quando comparado ao tratamento FST1.0. Segundo Broderick e Clayton (1997) NUL e NUP estão fortemente correlacionados em vacas de leite e são fortemente influenciados pelo teor proteico da dieta. Vários trabalhos atentam para a importância desses dados no monitoramento da eficiência de utilização do N pelos animais (Kauffman e St-Pierre, 2001; Kohn et al., 2002, Huhtanen et al., 2015). A redução no teor de PDR na dieta do grupo FRS1.5 pode ter resultado em menor degradação proteica no rúmen, menores valores de nitrogênio amoniacal e melhor aproveitamento do nitrogênio resultando em menores teores de NUP nos animais. Schor e Gagliostro (2001) não encontraram diferenças na concentração de nitrogênio ureico no plasma em vacas no início de lactação produzindo 25 kg de leite d<sup>-1</sup> consumindo pastagem e fontes de PNDR no concentrado em dietas de 15% de PB, entretanto, os valores observados por estes autores foram maiores (variação de 24,1 a 28,2 mg dL<sup>-1</sup>) do que os obtidos neste trabalho (variação de 17,01 a 20,66 mg dL<sup>-1</sup>).

Não eram esperadas diferenças na produção de gordura no leite para as dietas experimentais uma vez que os principais fatores nutricionais que alteram a gordura do leite são: quantidade volumoso, proporção volumoso:concentrado, composição dos carboidratos da dieta, ingestão de lipídeos e frequência de alimentação (Jenkins e McGuire, 2006).

Não houve diferenças nos teores de proteína do leite e na produção em kg d<sup>-1</sup> entre os animais tratados com as diferentes dietas experimentais, no entanto os teores de proteína do leite encontrados estão abaixo dos teores considerados normais (3,2%) isso pode, em partes, ser explicado pelas altas temperaturas durante o período experimental. Vacas submetidas a stress térmico tem uma significativa diminuição da síntese de proteína do leite não só pela diminuição esperada no consumo, mas por adaptações metabólicas para debelar o estresse (Baumgard e Rhoads, 2013). Segundo Cowley et al. (2015) vacas sob estresse térmico

utilizam principalmente AA como precursores de glicose e com isso AA essenciais que atuam como precursores da proteína do leite o que explicaria os baixos teores observado nesse estudo.

### 3.6 Conclusão

A substituição do farelo de soja com o objetivo de elevar os teores de PNDR nas dietas aumentou a produção de leite com a inclusão de 1,5 kg de FST sem alterar seus componentes e não interferiu no consumo de pastagem e de concentrado e na digestibilidade aparente dos nutrientes.

O uso de fontes de PNDR para vacas de alta produção mantidas em pastagens tropicais é assunto ainda pouco estudado. Mais pesquisas nessa área são demandadas, principalmente devido ao aparecimento de novas tecnologias na nutrição proteica de vacas de alta produção.

Alta produtividade pode ser obtida quando animais mestiços F1 Holandês x Gir são manejados em pastagem tropical de boa qualidade e com adequada formulação de dietas encontrando altos valores para eficiência alimentar e para o uso do nitrogênio nesses animais.

### 3.7 Referências Bibliográficas

ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R.S.; BOTREL, M.A. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.12, p.2345-2352, dez. 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC Official methods of analysis. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2000p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 15 ed. Arlington; 1990. v.1, 1117p.

BARGO, F., MULLER, L. D.; DELAHOY, J. E.; CASSIDY, T. W. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.1777–1792, 2002.

BAUMGARD, L.H.; RHOADS J.R, Robert P. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annu. Rev. Anim. Biosci.*, v. 1, n. 1, p. 311-337, 2013.



BRODERICK, G. A. Relative value of solvent and expeller soybean meal for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.69, p.2948–2958, 1986.

BRODERICK, G. A.; RICKER, D. B.; DRIVER, S. Expeller soybean meal and corn by-products versus solvent soybean meal for lactating dairy cows fed alfalfa silage as sole forage. *J. Dairy Sci.*,v.73, p.453–462, 1990.

BRODERICK, G. A.; STEVENSON, M. J.; PATTON, R. A. Effect of dietary protein concentration and degradability on response to rumen-protected methionine in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.92, p.2719–2728, 2009.

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

BUENO, A. A. O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim Mombaça submetidos a regime de desfolhação intermitente. 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

CÂNDIDO, M. J. D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C. A. M. et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 34, n. 5., p. 1459-1465, 2005.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Trop. Grassl.*, v.40, p.165-176, 2006.

CLARK, J. H. Lactational responses to postruminal administration of proteins and amino acids. *J. Dairy Scie.*, v. 58, n. 8, p. 1178-1197, 1975.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. 1993. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. ROWETT RESEARCH INSTITUTE. Aberdeen, UK. 21 p, 1992.

- CROMWELL, D. G. Soybean Meal—An Exceptional Protein Source. Animal and food sciences department university of Kentucky, p. 1-15, 2008.
- COWLEY, F. C.; BARBER, D. G.; HOULIHAN, A. V.; POPPI, D. P. Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. *Journal of dairy science*, v. 98, n. 4, p. 2356-2368, 2015.
- 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. *J. Dairy Sci.*, v. 96, n. 1, p. 407-419, 2013.
- DEREZ F., PAIM COSTA M. L., COSER A. C., MARTINS C. E., RODRIGUES J. B. Composição química, digestibilidade e disponibilidade de capim-elefante cv. Napier manejado sob pastejo rotativo. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 35 n.3, p.863-869, 2006.
- DETMANN, E.; GIONBELLI, M. P.; HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. *J. Animal sci.* v. 92, n. 10, p. 4632-4641, 2014.
- DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, p. 214, 2012.
- DO PRADO, I. N. MOREIRA, F. B., ZEOULA, L. A. Degradabilidade In Situ da Matéria Seca, Proteína Bruta e Fibra em Detergente Neutro de Algumas Gramíneas sob Pastejo Contínuo. *R. Bras. Zootec*, v. 33, n. 5, p. 1332-1339, 2004.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. et al. Avaliação dos capins mombaça e massai sob pastejo. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 37, n.1., p.18-26, 2008.
- EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 12., Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 245-274.
- FLIS, S. A.; WATTIAUX, M. A. Effects of parity and supply of rumen-degraded and undegraded protein on production and nitrogen balance in Holsteins. *J. Dairy Sci.* v.88, p.2096–2106, 2005.

FONSECA, L., J. C.; MEZZALIRA, C., BREMM, R. S. A.; et al. Management targets for maximizing the short-term herbage intake rate of cattle grazing in sorghum bicolor. *Livest. Sci.* v.145, p.205–211, 2012.

FREITAS, H.P. 2013. Substituição de farelo de soja por proteína de leveduras na dieta de vacas em lactação manejadas em pastejo rotacionado. Dissertação (Mestrado), Escola de Veterinária Universidade Federal Minas Gerais.

GARCÍA, G.A.G. 2007, 62p. Desempenho de vacas leiteiras em pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) suplementado com diferentes fontes de carboidratos. Dissertação (Mestrado), Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

GIALLONGO, F.; OH, J.; FREDERICK, T.; et al. Extruded soybean meal increased feed intake and milk production in dairy cows. *J. Dairy Sci.* v.98, p.1-5, 2015.

HENRIQUES, L.T.; COELHO DA SILVA, J.F.; DETMANN, E. et al. Frações dos compostos nitrogenados de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 59, n. 3, p. 740-748, 2007.

HERLIG, V. R.; LUZ, P. H. C. ANCHÃO, P. P. O. MARCHESIN, W. A. MACEDO, F. B. ALVES, A. C. Manejo do pasto com vistas a maximizar a produção de ruminantes. In: *VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES*, 2005, Jaboticabal, SP. *Anais...* Jaboticabal: Funep, 2005. p. 125-158.

HERLING, V.; LUZ, P.D.C.; OLIVEIRA, P.; et al. Manejo do pasto com vistas a maximizar a produção de ruminantes. In: *Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: REIS, RA; SIQUEIRA, GR; BERTIPAGLIA, LMA; OLIVEIRA, AP; MELO, GMP; BERNARDES, TF *Volumosos na produção de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2005.

HODGSON, J. *Grazing management – science into practice*. New York: John Wiley & Sons, Inc., Longman Scientific & Technical. 1990. 203p.

HUHTANEN, P.; CABEZAS-GARCIA, E. H.; KRIZSAN, S. J.; SHINGFIELD, K. J. Evaluation of between-cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. *J. dairy Sci.*, v.98, n.5, p.3182-3196, 2015.

HUHTANEN, P.; HRISTOV, A.N. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *J. dairy Sci.*, v.92, p.3222–3232. 2009.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Varying protein and starch in the diet of dairy cows. II. Effects on performance and nitrogen utilization for milk production. *J. dairy sci.*, v. 88, n. 7, p. 2556-2570, 2005.

ISHLER, V. Interpretation of milk urea nitrogen values. Pennsylvania: Pennsylvania State University, 2008. P.3.

ISHLER, V.; VARGA, G. Soybeans and soybean byproducts for dairy cattle. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, p. 1-12, 2000.

ISHLER, V.; VARGA, G. Soybeans and soybean byproducts for dairy cattle. Pennsylvania: The Pennsylvania State University, p. 1-12, 2000.

KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livest. Prod. Sci.*, v.77, p.59–91,2002.

KAUFFMAN, A.J.; St-PIERRE, N.R. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey Cows. *J. Dairy Sci.*, v.84, p.2284-2294, 2001.

KONH, R.A.; KALSCHEUR, K.F.; RUSSEK-COHEN. Evaluation of models to estimate urinary nitrogen and expected milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci*, v.85, p. 227-233, 2002.

LEE, C.; HRISTOV, A. N.; CASSIDY, T. W.; et al. Rumen protected lysine, methionine, and histidine increase milk protein yield in dairy cows fed a metabolizable protein-deficient diet. *J. Dairy Sci.* v.95, p.6042–6056, 2012.

LISTA, F. N.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M. et al. Avaliação de métodos de amostragem qualitativa em pastagens tropicais manejadas em sistema rotacionado. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 36, n.5., p. 1413-1418, 2007.

LOPES F. C., DERESZ F., RODRIGUEZ N. M., et. al. Disponibilidade e perdas de matéria seca em pastagem de capim-elefante (*Penisetum purpureum* Schum.) submetida a diferentes períodos de descanso. *Arq. Brás. Méd. Vet. Zootec.* v.55, n.4, 2003.

- LOPES, C.J. 2011 131p. Nutrient composition and fiber digestibility measurements of tropical forages collected from intensively managed rotational grazing systems. Dissertação (Mestrado - Dairy Science) University of Wisconsin, Madison, 2011.
- MEIJS JAC AND HOEKSTRA JA 1984. Concentrate supplementation of grazing dairy cows. 1.Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. *Grass Forage Sci.* v.39, p.59–66,1984.
- MIRON, J., E. YOSEF, AND D. BEN-GHEDALIA. 2001. Composition and *in vitro* digestibility of monosaccharide constituents of selected by-product feeds. *J. Agric. Food Chem.* v.49 p.2322–2326,2001.
- MOURA, A.M.; FREITAS, H.P.; MENDES, I.A.P.; et al. Processamento do milho para vacas leiteiras em pastejo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.66, n.6, p.1813-1821, 2014.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7. revised edition. National. Acad. Science, Washington DC, 2001.
- OLIVEIRA, J.P. 2011. Desempenho de vacas girolando F1 em pastejo rotativo de Panicum Maximum cv. Mombaça suplementado com diferentes fontes de carboidratos e proteína não degradável no rúmen. Dissertação (Mestrado), Escola de Veterinária Universidade Federal Minas Gerais.
- PACHECO JUNIOR, A.J.D. 2009. 192p. Valor nutritivo e cinética ruminal de gramíneas tropicais manejadas intensivamente. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PATTON, R. A., HRISTOV, A. N.; LAPIERRE, H.; 2014. Protein feeding and balancing for amino acid in lactating dairy cattle. Pages 599–621. In *Veterinary Clinics of North America*. Van Saun, R. J.; Smith, R. A. ed. Elsevier, Philadelphia, PA.
- RAMANZIN, M.; BAILONI, L.; BITTANTE, G. Solubility, water-holding capacity, and specific gravity of different concentrates. *Journal of dairy science*, v. 77, n. 3, p. 774-781, 1994.

REIS RB AND COMBS DK 2000. Effects of increasing levels of grain supplementation on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy Sci.* 83, 2888–2898.

SALIBA, E. O. S.; FARIA, E. P.; RODRIGUEZ, N. M. Use of Infrared Spectroscopy to Estimate Fecal Output with Marker LIPE®. *Int. J. Food. Sci. Nutr. Diet.* S4, V.001, P.1-10, 2015.

SALIBA, E. O. S.; PEREIRA, R. A. N.; FERREIRA, W. M. et al. Lignin from Eucalyptus Grandis as indicator for rabbits in digestibility trials. *Trop. Subtrop. Agroec.*, v.3, n.1-3, p.107-109, 2003.

SCHOR, A; GAGLIOSTRO, G. A.; Undegradable protein supplementation to early-lactation dairy cows in grazing conditions. *J. Dairy Sci.* v.84, p.1597–1606,2001.

SCHWAB, C. G. Current status on amino acid requirements of lactating dairy cows. 1995. Page 16 in Proc. 4-State Applied Nutr. and Mgmt. Conf. La Crosse, WI. Wisconsin Ext.,Madison, WI.

SILVA, S.C. Manejo do pastejo para a obtenção de forragem de qualidade. In: Simpósio Goiano sobre manejo e nutrição de bovinos de corte e leite, 7, 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: CBNA, 2005. p.117-146.

STEIN, H. H. et al. Nutritional properties and feeding values of soybeans and their coproducts. Soybeans chemistry, production, processing, and utilization. AOCS Press, Urbana, IL, p. 613-660, 2008.

STERN, M. D.; Calsamiglia, S.; and M. I. Endres. Dynamics of ruminal nitrogen metabolism and their impact on intestinal protein supply. 1994. Page 105 in Proc. Cornell Nutr. Conf. New York Ext., Cornell Univ., Ithaca, NY.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. British Grassl. Soc.*, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

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

VANHATALO, A.; VARVIKKO, T.; HUHTANEN, P. Effects of various glucogenic sources on production and metabolic responses of dairy cows fed grass silage-based diets. *Journal of dairy science*, v. 86, n. 10, p. 3249-3259, 2003.

VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; MALAFAIA, P.A.M. Fracionamento dos carboidratos e cinética de degradação in vitro da fibra em detergente neutro da extrusa de bovinos a pasto. *R. Bras. Zootec.*, v.29, n.3, p.889-897, 2000.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Alta produtividade pode ser obtida quando animais mestiços F1 Holandês x Gir são manejados em pastagem tropical de boa qualidade e com adequada formulação de dietas encontrando altos valores para eficiência alimentar e para o uso do nitrogênio nesses animais.

A substituição do farelo de soja com o objetivo de elevar os teores de PNDR nas dietas aumentou a produção de leite com a inclusão de 1,5 kg de FST sem alterar seus componentes e não interferiu no consumo de pastagem e de concentrado e na digestibilidade aparente dos nutrientes.

O uso de fontes de PNDR para vacas de alta produção mantidas em pastagens tropicais é assunto ainda pouco estudado. Mais pesquisas nessa área são demandadas, principalmente devido ao aparecimento de novas tecnologias na nutrição proteica de vacas de alta produção.