UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JOÃO MARCELO DALMAZO SANCHEZ

Flavomicina e ureia protegida na suplementação de novilhas em pastagem diferida de capim-marandu

Pirassununga

2014

JOÃO MARCELO DALMAZO SANCHEZ

Flavomicina e ureia protegida na suplementação de novilhas em pastagem diferida de capim-marandu

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Orientador: Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling.

Pirassununga

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

Sanchez, João Marcelo Dalmazo
S211f Flavomicina e ureia protegida na suplementação de novilhas em pastagem diferida de capim-marandu / João Marcelo Dalmazo Sanchez. --
Pirassununga, 2014.
76 f.
Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootencia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
Orientador: Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling.

1. Ganho de peso 2. Suplementos alimentares para animais 3. Produtividade 4. Lotação rotativa. I. Título.

NOME: SANCHEZ, João Marcelo Dalmazo

TÍTULO: Flavomicina e ureia protegida na suplementação de novilhas em pastagem diferida de capim-marandu.

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling Instituição: FZEA - USP Pirassununga

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr. _____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

DEDICATÓRIA

A Deus, por todas as oportunidades que me foram concedidas durante o período em que estive na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo em Pirassununga.

Aos meus pais, João e Sônia, e minha irmã Luciane, pelo amor incondicional e o constante incentivo à continuidade de meus estudos, pois não mediram esforços para isso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Valdo Rodrigues Herling pela confiança e determinação na função de orientador. Também pela confiança e amizade depositadas em mim durante todo o período em que estive sob sua orientação.

À Universidade de São Paulo e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela oportunidade de cursar o mestrado e pela bolsa que me foi consedida.

Aos zootecnistas Fabio Locci Gomes e Talita Freitas pela ajuda durante a realização da parte de campo do experimento. Às empresas Alltech® do Brasil e Nutron®, nas pessoas do Dr. Marcelo de Queiros Manella e da zootecnista Grasiela da Silva, pela colaboração financeira e na elaboração do projeto.

Prof. Dr. César Gonçalves de Lima, pela colaboração nas análises estatísticas envolvidas neste projeto.

Aos amigos Cesar Oliveira Rocha, Fábio Cortez Leite Oliveira, Gabriela Strozzi, Vanessa Cristina Piotto, Jéssica Ângela Bet, Liliane Maria Romualdo, Fernanda de Fátima da Silva, Damião Nguluve, Syeda Maryam Hussain, Jéssica Daniella Coldebello, Bárbara Ramos, Manoel (Seu Mané), Paulo Tonetti, Prof. Dr. Pedro Henrique de Cerqueira Luz, e todos os alunos de graduação e pós graduação, professores e funcionários que atuam no Grupo das Ciências Agrárias pela amizade e ajuda com as quais pude contar.

Aos moradores da República Pantaneira, Fernando Boi, Diogo, Marcelo Maysa, Felipe Fininho, Luciano Panga, pelos anos de convívio e amizade.

Aos amigos Cesar O. Rocha e Fábio C. L. Oliveira pela moradia e experiências trocadas durante o convívio no último ano de meu mestrado.

À Thaís Brochado, minha namorada, pelo constante incentivo e ajuda durante esta etapa de minha vida.

EPÍGRAFE

"Sábio é aquele que conhece os limites da própria ignorância".

Sócrates

RESUMO

SANCHEZ, J. M. D. **Flavomicina e ureia protegida na suplementação de novilhas em pastagem diferida de capim-marandu**. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

O uso de aditivos alimentares promotores de crescimento em bovinos de corte tem aumentado, porém, existem relativamente poucos estudos sobre uso de aditivos para bovinos em pastagem. Objetivou-se avaliar o efeito de flavomicina (FL) e uma mistura de ureia comum e ureia protegida no desempenho (GMD), produtividade (GA) e consumo de suplemento (CS) por novilhas em pastagem diferida de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), de julho a novembro de 2010. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições, arranjados num fatorial 2x2, mais um tratamento controle (suplemento mineral). Os fatores foram a inclusão de FL e a fonte de nitrogênio não proteico (NNP), adicionados a um suplemento proteico. O fator FL foi avaliado nos níveis de inclusão 0 e 100 mg kg^{-1} de suplemento. Foram avaliadas duas fontes de NNP: ureia comum (U) e uma mistura (M) de ureia comum (2/3 do NNP) e ureia protegida (1/3 do NNP), ambas fornecendo 365 g kg^{-1} de equivalente proteico ao suplemento. Foram utilizadas 120 novilhas da raça Nelore, peso médio de 206 kg, distribuídas em 15 unidades experimentais. As variáveis resposta da forragem foram massa de forragem, oferta de forragem, composição morfológica e concentração de PB, FDN e FDA. Os animais foram manejados em lotação rotativa, com 7 dias de ocupação e 28 dias de descanso, usando taxa de lotação variável para se chegar a ofertas de forragem semelhante entre tratamentos. Os animais do tratamento controle tiveram o menor GMD (-0,054 kg de peso vivo $animal^{-1}$ dia^{-1}) e tiveram o menor GA (-29,1 kg de peso vivo ha^{-1}), enquanto ocorreu interação entre FL e fonte de NNP para as mesmas variáveis. No desdobramento da interação, o uso de FL aumentou o GMD e GA apenas na presença de U (0,055 vs. 0,116 kg $animal^{-1}$ dia^{-1} e 29,4 vs. 59,4 kg ha^{-1}). O uso de M no suplemento não amento GMD e GA quando comparado com U. CS não foi afetado pelos tratamentos, com médias de 0,184, 0,289 e 0,104 kg $animal^{-1}$ dia^{-1} para os ciclos de pastejo 1, 2 e 3, respectivamente, todas diferentes entre si. A forragem não apresentou variação entre tratamentos para a maioria das variáveis estudadas. A lotação não variou entre tratamentos nem entre ciclos de pastejo (media = 2.24 AU ha^{-1}). A inclusão de FL tem o potencial de melhorar desempenho e produtividade de novilhas e a fonte de NNP e FL não afetam o CS.

Palavras-chave: Lotação rotativa. Aditivos Alimentares. Ganho de peso. Produtividade. Consumo de suplemento.

ABSTRACT

SANCHEZ, J. M. D. **Flavomycin and coated urea on protein supplementation of heifers in deferred pastures of palisadegrass**. 2014. 76 f. M.Sc. Dissertation - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

The use of growth promoter feed additives in beef cattle has increased, however, there are relatively few studies about using additives in grazing cattle. This study aimed to evaluate the effect of flavomycin (FL) and a mix of common and coated urea on average daily gain (ADG), gain per area (GA) and supplement intake (SI) of heifers grazing stockpiled palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), from July to November of 2010. The experimental design was randomized complete block, with five treatments and three replicates, arranged on a 2x2 factorial plus control (mineral supplement). The factors were the inclusion of FL and the source of non protein nitrogen (NPN), added to a protein supplement. The FL factor was assessed at the inclusion levels 0 and 100 mg kg^{-1} of supplement. Two sources of NPN were assessed: common urea (U) or a mix (M) of common urea (2/3 of NPN) and coated urea (1/3 of NPN), both providing 365 g kg^{-1} of protein equivalent to the supplement. A hundred and twenty Nellore heifers weighting 206 kg were distributed 15 experimental units. Forage response variables were herbage mass, herbage allowance, morphological composition and CP, NDF and ADF concentrations. The animals were managed in a rotational stocking, with 7 d grazing and 28 d resting period using a variable stocking rate to achieve similar herbage allowance among treatments. The animals receiving control treatment had the least ADG (-0,054 kg $animal^{-1}$ day^{-1}) and GA (-29.1 kg ha^{-1}), while there was significant interaction between FL and source of NPN. In the interaction unfolding, the ADG and GA were greater in animals receiving FL in the presence of U (0.055 vs. 0.116 kg $anim.^{-1}$ day^{-1} and 29.4 vs. 59.4 kg ha^{-1}). The use of M in the supplement did not increase ADG and GA when compared to supplement with U. SI wasn't affected by treatments, with averages of 0,184, 0,289 and 0,104 kg $animal^{-1}$ day^{-1} to grazing cycles 1, 2 and 3, respectively, all different among themselves. In general, the forage characteristics were similar among treatments. Stocking rate wasn't affected by both treatments and grazing cycles (mean = 2.24 AU ha^{-1}). The inclusion of FL in the supplement has potential to improve performance and productivity of heifers and source of NPN and FL did not affect SI.

Key words: Rotational Stocking. Feed Additives. Weight gain. Productivity. Supplement Intake.

Lista de Figuras

Figura 1 - Representação da estacionalidade de produção de forragem ao longo do ano.. 8

Figura 2 - Reciclagem da ureia.....20

Figura 3 - Dados de precipitação e temperatura mínima, média e máxima. 36

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Estimativa do número de bovinos abatidos por região no Brasil. 1

Tabela 2 - Números de animais confinados por ano nos principais estados do Brasil. 2

Tabela 3 - Composição dos tratamentos (suplementos), com base na matéria seca. 37

Tabela 4 - Desdobramento dos graus de liberdade da interação tratamento e ciclo de pastejo para massa de forragem e altura do relvado. 41

Tabela 5 - Composição morfológica da planta forrageira ao longo dos ciclos de pastejo.....43

Tabela 6 - Oferta de forragem total e de componentes morfológicos nos ciclos de pastejo.....43

Tabela 7 - Desdobramento dos graus de liberdade da interação entre os fatores flavomicina e fonte de NNP para a oferta de lâminas foliares.....44

Tabela 8 - Teores de PB e FDN da planta inteira e PB na folha com base na MS nos ciclos de pastejo.....46

Tabela 9 - Teores de FDA para o desdobramento dos graus de liberdade do efeito de ciclos de pastejo dentre de cada tratamento. 47

Tabela 10 - Desdobramento dos graus de liberdade da interação entre os fatores flavomicina e fonte de NNP para teor de FDA da planta inteira. 47

Tabela 11 - Ganho médio diário de peso (GMD), ganho por área (GA) e P-valor dos tratamentos. 48

Tabela 12 - Desdobramento dos graus de liberdade da interação flavomicina e fonte de NNP para ganho médio diário de peso (GMD) e ganho por área (GA). 48

Sumário

1. INTRODUÇÃO 1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5
2.1. Capim-marandu 5
2.1.1. Ciclo, hábito de crescimento e características morfológicas 5
2.1.2. Características agronômicas 6
2.1.3. Diferimento de pastagens 7
2.2. Suplementação da dieta de bovinos em pastagens 11
2.2.1. A suplementação proteica no período da seca 12
2.3. Ureia protegida - Optigen® 15
2.3.1. Metabolismo ruminal e Sistema de reciclagem da ureia 17
2.3.2. Uso do Optigen® 21
2.4. Flavomicina 23
2.4.1. Microrganismos sensíveis à Flavomicina 24
2.4.2. Resistência de microrganismos à Flavomicina 26
2.4.3. Efeito da Flavomicina sobre fermentação ruminal 27
2.4.4. Efeito da Flavomicina sobre desempenho de ruminantes 29
3. MATERIAL E MÉTODOS 35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 41
5. CONCLUSÕES 53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

1. INTRODUÇÃO

O Brasil como grande país em desenvolvimento, situado na região tropical do planeta, apresenta grande potencial para a produção vegetal, e consequentemente, para a produção animal, fato que somado a disponibilidade de áreas produtivas e desenvolvimento de tecnologia própria resultam numa produção em volume e preços muito competitivos.-

Comportando o segundo maior rebanho bovino do mundo e o ostentando o patamar de segundo maior produtor mundial de carnes (ANUALPEC, 2013), o país sustenta um sistema de produção baseado em pastagens. Embora a utilização de confinamentos na fase de terminação tenha aumentado consideravelmente, os animais terminados desta forma representam ainda cerca de 10% do total de animais abatidos nos últimos anos, como pode ser observado nas tabelas 1 e 2. A maior parte dos animais abatidos permanece durante todo o ciclo produtivo em pastagens. Além disso, não foram considerados nesta estatística vacas, novilhas e bezerros, cuja grande maioria também permanece em pastagens.

Tabela 1 - Estimativa do número de bovinos abatidos por região no Brasil.

Regiões	2008	2009	2010	2011	2012	2013*
Norte	5.949.574	6.277.057	6.701.978	6.855.177	7.653.985	7.730.455
Nordeste	5.635.247	5.809.674	6.483.272	5.948.611	6.448.700	6.408.884
Sudeste	10.659.206	10.263.396	10.261.903	9.055.942	9.027.227	9.339.586
Sul	6.294.783	6.488.029	6.446.947	6.261.783	6.436.070	6.638.037
C. Oeste	10.953.338	11.251.816	10.954.329	10.656.246	11.959.331	12.742.792
Brasil	**39.492.147**	**40.089.973**	**40.848.429**	**38.777.758**	**41.525.314**	**42.859.754**

Fonte: Modificado de ANUALPEC, 2013. * Projeção.

O uso de suplementação concentrada, para aumento de desempenho animal e produtividade de bovinos em pastagens, tem crescido nos últimos anos, principalmente durante o período da seca, quando acúmulo de forragem é muito baixo e o valor nutritivo das plantas forrageiras, geralmente, fica aquém do necessário para manter bons níveis de produtividade.

Tabela 2 - Números de animais confinados por ano nos principais estados do Brasil.

Estados	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SP	710.503	682.416	608.311	638.727	664.276	692.245
GO	521.856	526.270	501.098	576.263	662.702	795.243
MT	425.188	413.198	413.589	770.103	885.618	1.062.742
MS	390.832	377.780	356.957	428.348	492.600	591.120
MG	203.130	196.346	193.677	213.045	234.350	263.643
Outros	737.499	705.724	682.659	750.825	798.316	862.277
Brasil	**2.989.008**	**2.901.734**	**2.756.201**	**3.377.311**	**3.737.862**	**4.267.270**

Fonte: Modificado de ANUALPEC, 2013.

O uso de aditivos na suplementação também tem aumentado, bem como a disponibilidade de diferentes tipos. Geralmente, o que se observa é que o uso de aditivos é uma tecnologia de fácil aplicação, desde que ao menos a suplementação com concentrado já esteja sendo feita, e deste modo de boa aceitação por parte dos produtores. Um ponto importante a ser considerado é que boa parte dos aditivos atualmente disponíveis tem efeito amplamente estudado em animais mantidos em confinamento e não em condições de pastejo, principalmente nas condições tropicais brasileiras.

A flavomicina é um antibiótico não ionóforo, inibidor da síntese da camada peptidoglicana, que foi descoberto na Alemanha, por volta de 1950, e é muito utilizada na produção de monogástricos como promotor de crescimento (EDWARDS et al. 2005b). Seu efeito primário em ruminantes é a inibição de bactérias gram-positivas no rúmen, porém outros efeitos, como inibição de bactérias hiper produtoras de amônia e diminuição do *turnover* celular no intestino, através da inibição de bactérias oportunistas, também foram observados. Porém, o mecanismo completo de funcionamento do antibiótico ainda não está esclarecido e existe variação nas pesquisas disponíveis. Em várias pesquisas com o uso de flavomicina já foram constatados resultados positivos no desempenho de ruminantes (GRANT et al., 1974; DE SCHRIJVER; FREUMAT; CLAES,1991; FLACHOWISKY; RICHTER, 1991; WANG; WANG; ZHOU, 2009), embora também houve aquelas sem efeito do antibiótico (VAN DER MERWE; DUGMORE; WALSH, 2001). A maioria dos trabalhos disponíveis indica que não há alteração no consumo de alimento com o uso da flavomicina (AITCHISON, 1989; MOGENTALE, 2010; MURRAY, 1992). No entanto,

não foram encontrados estudos de avaliação do potencial benefício da flavomicina em ruminantes mantidos em pastagens tropicais. Em pastagens diferidas, geralmente com valor nutritivo ruim e baixa concentração de proteína bruta, a supressão das bactérias hiperprodutoras de amônia possivelmente tenha pouco ou nenhum efeito sobre os animais, sendo que a possível melhora no desempenho com uso de flavomicina seria proveniente dos outros efeitos do antibiótico, por exemplo, supressão de algumas bactérias patógenas oportunistas.

O produto Optigen® II também é uma forma de ureia protegida disponível no mercado para uso de ruminantes, em pastejo ou em confinamento. Trata-se de tecnologia que diminui a taxa de liberação da ureia. Sabe-se que a ureia vem sendo utilizada como fonte de nitrogênio não proteico para ruminantes a mais de meio século, principalmente nas condições atuais de mercado, por representar uma alternativa mais econômica do que as fontes de proteína verdadeira. Porém, apresenta alta taxa de liberação no rúmen, e desta forma, pode levar o animal a quadros sérios de intoxicação, ou mesmo representar decréscimo na eficiência proteica da dieta. Por ser um produto relativamente novo, não existem muitas pesquisas publicadas com o uso de Optigen® II, e os resultados existentes apresentam variação (INOSTROZA et al., 2010; MARCHESIN et al., 2006; MARCHESIN et al., 2007; SINCLAIR, et al., 2012). Marchesin et al. (2006) e Ferreira (2006) recomendam o uso de mistura de ureia comum e Optigen® para bovinos em pastejo, na base de 1/3 do nitrogênio não proteico sendo proveniente da ureia protegida e o restante sendo proveniente da ureia comum. A maioria dos resultados disponíveis indica que não há efeito sobre o consumo de alimento com o uso deste aditivo (ALVAREZ ALMORA et al., 2012; MARCHESIN et al., 2006; TEDESCHI et al. 2002; SINCLAIR et al., 2012). Não obstante, existe pouca informação sobre o uso do produto para animais em pastejo.

Não há literatura disponível sobre possível interação entre os dois aditivos acima discutidos. Porém, devido ao fato dos aditivos diferirem quanto ao modo de ação, seria possível supor que não há interação entre eles.

Dessa forma, justifica-se a realização do presente trabalho com o intuito de avaliar o uso de flavomicina e de uma mistura de ureia comum e Optigen® II em animais em pastejo, a fim de se obter mais informações do uso e potenciais benefícios destes produtos, e assim contribuir para o avanço da pecuária nacional. Assim, hipotetiza-se que em condições de pasto diferido e suplementação proteica

da dieta de bovinos, tanto o uso da flavomicina quanto o da mistura de ureia comum e Optigen têm o potencial de melhorar o desempenho dos animais, e que não há interação entre o uso dos aditivos quando ambos são oferecidos concomitantemente. Também é levantada a hipótese de que os aditivos não promovem alteração no consumo de suplemento.

Pelo exposto acima, o objetivo do presente experimento foi avaliar o efeito de flavomicina e de uma mistura de ureia comum e ureia protegida no desempenho, produtividade e consumo de suplemento por novilhas em pastagem diferida de capim-marandu.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Capim-marandu

O capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Hochst. ex. A. Richt) Stapf cv. Marandu, também conhecido como capim-braquiarão, capim-brizantão ou capim-brizanta, foi lançado em 1984 pela EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, e sua característica de destaque na época foi a resistência à cigarrinha das pastagens (NUNES et al., 1984), que representava importante problema para as pastagens de *Brachiaria decumbens* na década de 1970 (KARIA; DUARTE; ARAÚJO, 2006). O nome Marandu significa "novidade" na língua guarani, pois esta seria a palavra que melhor descrevia a nova alternativa de planta forrageira para o cenário produtivo do cerrado na época (NUNES et al., 1984).

A planta é originária da África, onde se desenvolveu em regiões vulcânicas e de solos com boa fertilidade, e precipitação anual ao redor de 700 mm. Por volta de 1967, a planta foi cedida ao Brasil pela Estação experimental de Marandelas, no Zimbabwe, e permaneceu sendo cultivada em Ibirarema e posteriormente em Matão-SP no IRI (International Research Institute), antes de ser fornecida à EMBRAPA - CNPGC em 1977, onde foi incluída no processo de avaliação de plantas forrageiras (NUNES, 1984).

2.1.1. Ciclo, hábito de crescimento e características morfológicas

Trata-se de uma planta perene, de porte ereto, podendo atingir 1,0 a 1,2 m de altura, com touceiras bem definidas. Apresenta rizomas, porém estes são curtos, medindo de 3 a 5 cm de comprimento (MITIDIERI, 1988). Os perfilhos iniciais são prostrados, porém os perfilhos secundários são predominantemente eretos. As folhas são linear-lanceoladas, com pilosidade esparsa na parte abaxial e glabra na parte adaxial (NUNES et al., 1984). Possui bainhas pilosas que muitas vezes ultrapassam o comprimento do entrenó.

As inflorescências são formadas por uma haste, com 2 a 10 rácemos espalhados ao longo do eixo vertical, sendo geralmente equidistantes. Cada rácemo pode medir de 7 a 10 centímetros, ou mesmo 20 cm em plantas vigorosas, e suas

espiguetas apresentam disposição unisseriada ao longo da ráquis (NUNES et al., 1984).

O florescimento se dá no período de fevereiro a junho do primeiro ano para pastos recém-formados. Para pastagens estabelecidas podem ocorrer de um a três picos de florescimento, distribuídos no período de janeiro a abril. O retardamento do florescimento em pastagens de primeiro ano indica a existência de um período de juvenilidade das plantas (SOUZA, 2001).

Outras variáveis relacionadas ao valor nutritivo e a capacidade das plantas interceptarem a luz e acumular matéria seca são a relação folha: colmo e o índice de área foliar (IAF). Alcântara (1986) encontraram relação folha: colmo de 1,17:1 e índice de área foliar (IAF) de 15,48, avaliando o capim-marandu. Já Sbrissia e Da Silva (2008) reportaram relação folha:colmo da ordem de 1,02; 0,75; 0,63; e 0,58 em perfilhos individuais nas alturas de pastejo de 10, 20, 30 e 40 cm, respectivamente, e da ordem de 0,63; 0,77; 0,89; 0,75; e 0,70 em perfilhos individuais nas estações de verão, outono, inverno, início da primavera e final da primavera, respectivamente.

2.1.2. Características agronômicas

O capim-marandu apresenta boa adaptação aos solos do cerrado, boa persistência e boa capacidade de rebrotação (NUNES et al., 1984).

Ghisi e Pedreira (1986), em revisão sobre as características do gênero *Brachiaria,* comentam que *Brachiaria brizantha* é mais resistente à seca que *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola*. Quanto às condições de umidade do solo, *Brachiaria brizantha* apresenta baixa tolerância ao encharcamento. Dias Filho e Carvalho (2000) compararam variáveis morfofisiológicas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola* sob condições de alagamento, e concluíram que *Brachiaria brizantha* apresentou drástica redução nas taxas de crescimento e de fotossíntese, e foi considerada a espécie menos tolerante entre as três avaliadas.

O alagamento é uma condição relacionada ao aparecimento da síndrome da morte da braquiária. Teixeira Neto et al. (2000) relataram a ocorrência de murchamento e morte de extensas áreas de capim-marandu no Acre. Dias Filho (2006) relatou que o problema é causado por uma associação de fatores como a

baixa tolerância da planta ao encharcamento e ao ataque de microrganismos patogênicos, como fungos dos gêneros *Fusarium*, *Rhizoctonia* e *Pythium*.

Sabe-se que a planta se adapta bem à condições de fertilidade do cerrado, como baixo teor de fósforo e alto de alumínio e manganês (NUNES et al., 1984), porém, é indicada para solos de média a boa fertilidade, pois apresenta aumento de produção e bom valor nutritivo em resposta ao uso de fertilizantes. Cecato et al. (2000) relataram expressivo aumento na produção de massa seca com doses de até 600 kg de N ha^{-1}.

Alcântara e Bufarah (1992) relataram produção anual média entre 4 a 8 t ha^{-1}, porém, em boas condições de fertilidade e disponibilidade de água a produção pode superar 20 t ha^{-1}. Soares Filho, Rodrigues e Perri (2002) obtiveram produção anual média de forragem de 12,88 t MS ha^{-1} em dois anos de experimento com capim-marandu. Silva et al. (2013) observaram produções anuais de massa seca de lâminas foliares de até 7.273 kg MS ha^{-1} ao avaliarem doses e fontes de nitrogênio em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Quanto à composição química, Pereira et al. (2008) mencionaram concentrações médias de 12,8% de proteína bruta (PB), 65,4% de fibra em detergente neutro (FDN) e 39,3% de fibra em detergente ácido (FDA) na MS, em dois cortes a 15 cm do solo e 42 dias de rebrotação.

2.1.3. Diferimento de pastagens

A estacionalidade de produção de forragem é um fenômeno que acontece na maior parte das terras destinadas à pastagens (PEDREIRA, 1973), principalmente na região do Brasil central, onde se encontram concentrados os maiores rebanhos de produção de bovinos de corte do Brasil (IBGE, 2011). Dessa forma, de 70 a 90% da produção anual de massa seca concentram-se nos períodos chuvosos do ano, enquanto 10 a 30% do crescimento das plantas forrageiras ocorrem na estação seca (Figura 1). Soares Filho, Rodrigues e Perri (2002) observaram proporções de produção anual de capim-marandu de 87,69 e 12,31% para as estações chuvosa e seca, respectivamente.

Figura 1 - Representação da estacionalidade de produção de forragem ao longo do ano. Adaptado de Aguiar e Silva (2002).

Assim sendo, a taxa de lotação das pastagens é muito menor no período seco, sendo necessárias estratégias para o ajuste da massa de forragem disponível frente à demanda. Muitas vezes, o produtor para conviver com esse período crítico toma algumas decisões, entre elas envolve tanto a produção e estocagem de alimento como a diminuição do rebanho no período crítico.

O diferimento de pastagens é uma estratégia de armazenamento de forragem de baixo custo e fácil adoção (EUCLIDES et al., 2007). Trata-se da vedação ao pastejo de uma determinada área por um determinado período de tempo. Dessa forma, a forragem acumulada poderá ser utilizada mais adiante em um período de maior escassez de alimento.

Uma característica inerente ao uso de pastagens diferidas é a queda do valor nutritivo da forragem disponível à medida que a planta avança no crescimento. Porém, técnicas adequadas de manejo têm efeito marcante no valor nutritivo da forragem (FONSECA; SANTOS, 2009). Além disso, existem vários fatores determinantes para o sucesso desta prática, que são: escolha da espécie de planta forrageira, determinar o período de vedação e de utilização da área, utilizar ou não fertilizantes para maximizar a produção e valor nutritivo da forragem antes da vedação.

Euclides et al. (2007) mencionaram algumas características desejáveis nas plantas forrageiras a serem escolhidas pelo produtor para adoção da técnica de vedação de pasto, como baixo acúmulo de colmos, alta retenção de folhas verdes e, consequentemente, baixa redução de valor nutritivo ao longo do tempo, porque

mesmo no período das secas, o consumo total de forragem está relacionado com a disponibilidade de massa seca verde e lâminas foliares, além das características estruturais do pasto (EUCLIDES et al., 2000).

O período em que a área é diferida pode influenciar no acúmulo e valor nutritivo da forragem. Euclides et al. (2007), avaliando duas épocas de início de diferimento em pastagens de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha,* em três anos consecutivos, observaram maior acúmulo de forragem (4.530 vs. 3160 kg MS ha^{-1}), maior acúmulo de massa seca verde (2.290 vs. 1.445 kg MS ha^{-1}) e maior acúmulo de lâminas foliares (935 vs. 680 kg MS ha^{-1}) para as pastagens diferidas em fevereiro comparadas às diferidas em março, com duração do diferimento de 3 meses. Porém, a proporção média de lâminas foliares durante os 3 meses de utilização do pasto foi maior nas pastagens diferidas em março (19,9 vs. 18,4%).

Quanto às proporções de lâminas foliares, colmos verdes e material morto relatadas por Euclides et al. (2007), as médias das duas espécies foram 18,4; 27,2 e 54,4% para a pasto diferido em fevereiro e 19,9, 22,2 e 58,0% para a pasto diferido em março. Porém, é nítido o decréscimo da proporção de lâminas foliares e colmos verdes com o decorrer do uso do pasto, consequência da capacidade de seleção dos animais em pastejo. O valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* foi semelhante, com exceção do teor de PB nas lâminas foliares (8,2% na *Brachiaria decumbens* vs. 7,7% na *Brachiaria brizantha*), enquanto os teores de FDN e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) não diferiram (médias de 70,4 e 53,1%, respectivamente). Os teores médios de PB, FDN e DIVMO nos colmos foram 4,4; 79,1 e 41,8%, e no material morto foram 4,2, 76,4 e 38,8%.

O número de dias de vedação também exerce grande influência no pasto. Santos et al. (2010) relataram redução linear no número de perfilhos verdes vegetativos à medida que o período de vedação aumentou de 18 a 121 dias em pastagens de *Brachiaria decumbens*. Além disso, o aumento na duração do diferimento promoveu aumento linear na massa de colmos verdes, sem alterar a massa de lâminas foliares verdes, reduzindo a relação folha:colmo de 3,25 para 0,43.

Sousa et al. (2012) avaliaram o efeito de três alturas inicias do pasto (20, 30 e 40 cm) e três doses de nitrogênio (0, 75 e 150 kg N ha^{-1}) na produção e características morfológicas de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã diferida. O período do diferimento foi de 73 dias, iniciando-se no dia 2 de março e finalizando-se no dia

primeiro de julho de 2010. A massa de forragem no final do diferimento aumentou com a altura inicial, porém, a massa e a densidade (kg ha^{-1} cm^{-1}) de lâminas foliares diminuíram, enquanto a massa e a densidade de colmo verde e material morto aumentaram para os tratamentos de 30 e 40 cm. O pasto também foi influenciado pela dose de nitrogênio, de forma que as doses de 75 e 150 kg N ha^{-1} promoveram aumento na massa de lâminas foliares e diminuição na massa de material morto em relação ao tratamento controle (0 kg N ha^{-1}), porém, o tratamento com 150 kg N ha^{-1} promoveu maior massa e densidade de colmos verdes.

Devido às condições experimentais, os autores concluíram que a melhor combinação foi a altura inicial de 30 cm com aplicação de 75 kg N ha^{-1}, pois promoveram aumento na massa de lâminas foliares sem, contudo, aumentar a massa de colmos verdes, que podem dificultar o consumo e aproveitamento do material de melhor valor nutritivo pelos animais. Os autores comentaram, ainda, que outras combinações de altura inicial e dose de nitrogênio podem ser interessantes em um período mais curto ou mais longo de diferimento.

Informações sobre o efeito de métodos de pastejo na utilização de pastagens diferidas são escassas. Há relato na pesquisa de Jochims et al. (2013), que avaliaram o efeito de dois métodos de pastejo (lotação contínua e rotativa) e duas ofertas de forragem (12 e 18 kg MS 100 kg peso $vivo^{-1}$) no período do inverno em pastagens nativas no sul do Brasil, pastejadas por ovelhas prenhes. Os autores não verificaram efeitos dos métodos de pastejo na massa de forragem e de lâminas foliares, bem como no ganho de peso e condição corporal das ovelhas durante o inverno, embora a lotação rotativa tenha promovido maior disponibilidade de massa de forragem total e de massa de lâminas foliares na primavera. Apenas foi observado efeito da oferta de forragem, com os animais mantidos em ofertas de 18 kg MS 100 kg peso $animal^{-1}$ apresentando melhor desempenho e condição corporal do que os animais mantidos com 12 kg MS 100 kg peso $animal^{-1}$. Dessa forma, foi concluído que durante o inverno o método de pastejo é menos importante que a oferta de forragem na determinação do desempenho animal.

De maneira geral, o diferimento de pastagens para uso posterior é uma técnica de fácil adoção, embora seja possível obter melhores resultados pela adoção de técnicas ou mesmo critérios de manejos simples, como altura de início de diferimento ou mesmo uso estratégicos de quantidades relativamente baixas de nitrogênio. Porém, a técnica implica em piora no valor nutritivo da forragem devido

ao amadurecimento, principalmente quanto ao seu teor de proteína, que pode ficar aquém do teor necessário para desempenho satisfatório no período. Além disso, manejos inadequados de diferimento podem levar ao aumento excessivo na proporção de colmos e prejudicar o consumo das lâminas foliares.

2.2. Suplementação da dieta de bovinos em pastagens

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos de corte do mundo, com sistemas de produção baseados em exploração de pastagens formadas em sua maioria por gramíneas tropicais. Dentre elas, o gênero *Brachiaria* é um dos mais representativos por se adaptar bem às condições edafoclimáticas do cerrado brasileiro.

É de conhecimento dos técnicos e produtores que os sistemas baseados exclusivamente na utilização de pastagens não são suficientes para que o animal possa expressar todo seu potencial produtivo. Animais em pastagens experimentam deficiências de muitos nutrientes, sendo que a produtividade será aquela suportada pelo nutriente mais limitante (NRC, 2001).

Além disto, o clima brasileiro de forma geral impõe às plantas forrageiras duas principais e distintas condições de crescimento: a primeira se dá no período das águas, com grande produção de tecidos novos e de melhor valor nutritivo, enquanto a segunda condição, que se dá no período da seca, é caracterizada pela baixa produtividade do pasto e baixas taxas de aparecimento de novos tecidos, sendo que, geralmente, a forragem disponível nesta época é aquela que cresceu durante o período das águas, encontrando-se em idade fisiológica avançada e apresentando valor nutritivo muito ruim (PEDREIRA, 1973). Desta forma, a larga variabilidade na massa e valor nutritivo da forragem disponível, ao longo do ano, constitui-se em obstáculo para a evolução da bovinocultura de corte no Brasil, que é caracterizada por ciclos longos e até permanentes (PAULINO et al., 2001, 2004).

Neste contexto, a suplementação proteica e/ou energética torna-se uma ferramenta auxiliar para o incremento da atividade pecuária, melhorando sua rentabilidade e competitividade frente às outras atividades, fato de bastante importância na gestão organizada de empresas do ramo (ACEDO, 2007). Além do maior desempenho (kg animal^{-1} dia^{-1}) e produtividade animal (kg ha^{-1} ano^{-1}), e melhor qualidade e rendimento de carcaça (kg de carne animal^{-1}), o que caracteriza

um ganho direto, também há vantagens em aumento da taxa de lotação dos pastos, menor ciclo de produção e melhor condição corporal de reprodutores, que caracterizam importantes ganhos indiretos em uma empresa pecuária (CORREIA, 2006; SANTOS; DÓREA; AGOSTINHO NETO, 2009).

Existem alguns tipos de suplementação de animais em pastagens, tais como a suplementação mineral, já adotada pela maioria das propriedades e a suplementação volumosa que, segundo Resende Júnior et al. (2009), podem apresentar resultados satisfatórios, porém são de baixa adoção pelos produtores, devido ser mais fácil a suplementação com alimentos concentrados.

Diante do exposto, e sabendo existir diversas formas de suplementação animal, esta revisão tem como objetivo expor resultados da suplementação proteica com concentrado no período da seca.

2.2.1. A suplementação proteica no período da seca

Conforme mencionada, a estacionalidade de crescimento da planta forrageira impõe aos animais mantidos em pastagem, na estação seca, o consumo de alimento de pior valor nutritivo. As plantas forrageiras em idade avançada geralmente apresentam alto teor de fibra, baixo teor de proteína bruta e baixa digestibilidade. A suplementação nada mais é do que uma forma de complementar os nutrientes em deficiência na forragem, de modo a garantir a disponibilidade e o balanceamento de nutrientes como proteínas degradáveis e não degradáveis no rúmen, minerais e energia, para que a meta de desempenho animal seja alcançada. Porém, várias particularidades e interações podem comprometer o resultado e objetivo almejado, e o entendimento destes fatores é necessário.

Para ruminantes, a alimentação com volumosos de pior valor nutritivo representa deficiência de nutrientes, tanto para o adequando desempenho animal como para o crescimento e atividade dos microrganismos ruminais. Conforme demonstrado por Satter e Slyter (1974) e Leng (1990), a baixa concentração de nitrogênio no rúmen pode inibir a atividade bacteriana. Van Soest (1994) relata que alimentos com teor de proteína bruta inferior a 7% limitam a atividade da flora ruminal, e como consequência há diminuição da digestibilidade da fibra. Costa et al. (2008), ao avaliarem a degradação *in vitro* de forragem de *Brachiaria decumbens* de baixo valor nutritivo (3,8% de proteína bruta), observaram aumento de 46% na taxa

de degradação da FDN potencialmente degradável (FDNpd), além do aumento médio de 16,4% na fração efetivamente degradada da FDNpd com a adição de caseína, quando eram consideradas as taxas de passagens hipotéticas de 0,020, 0,035 e 0,050 hora^{-1} (38,16 vs. 43,59% da FDNpd, em média).

O consumo de matéria seca, um dos principais determinantes do desempenho animal, geralmente e mais baixo durante a estação seca, conforme observado por Euclides et al. (2000). Dentre os fatores que determinam este baixo consumo encontra-se o baixo teor de proteína das plantas forrageiras maduras, que por apresentarem baixa taxa de digestibilidade, pode limitar o consumo pelo enchimento físico do rúmen (MERTENS, 1994). Caton, Freeman e Galyean (1988), em experimento com garrotes canulados no rúmen e ceco, mantidos em pastagem nativa com 8,1% de proteína bruta, observaram aumento de aproximadamente 25% no consumo de forragem e melhora no desempenho animal, bem como maior desaparecimento da FDN e maior digestibilidade da forragem, com a inclusão de 0,83 kg de farelo de algodão por dia na dieta.

Porém, este efeito associativo entre a suplementação e o consumo de forragem nem sempre resulta em aumento no consumo de forragem, ou mesmo em aumento no consumo total de matéria seca. Fatores ligados ao metabolismo ruminal, como pH e concentração de nitrogênio e ácidos graxos voláteis (AGVs) estão ligados ao mecanismo de regulação da ingestão de matéria seca e, frequentemente, são alterados pela adição de suplementos à dieta. A falta de compreensão deste efeito associativo leva à variabilidade nos resultados, e nas diferenças entre os resultados planejados e observados no uso de suplementação (GÓES; MANCIO; LANA, 2005). Para Silva et al. (2009) e Santos, Dórea e Agostinho Neto (2009) e Zinn e Graces (2006), a suplementação com níveis de 0,2 a 0,4% do peso vivo ou menos não promovem significativas reduções no consumo de forragem.

O uso de suplementos proteicos deve sempre ser feito em pastagens onde o animal não tenha o consumo limitado por fatores referentes à disponibilidade e estrutura do pasto, e sim quando apenas o valor nutritivo é o limitante, sob risco de ausência de benefícios ou baixa eficiência no seu uso (MANCIO; VIANA; AZEREDO, 1986). Euclides, Macedo e Oliveira (1992) sugerem valores de 4.662 kg ha^{-1} de matéria seca ou 1.108 kg ha^{-1} de massa seca verde como mínimos para não restringir o consumo de forragem. Hodgson (1990) sugere que o consumo de forragem é máximo, quando a oferta de forragem é da ordem de 10 a 12%, ou

maior. Silva et al. (2009), em revisão sobre suplementação na seca, comentam que existe grande variabilidade na disponibilidade ou oferta de forragem e o desempenho animal, contudo, a disponibilidade de massa seca verde apresenta melhor correlação com o desempenho do que a disponibilidade de massa seca total. Os autores, ainda, comentam que embora existam diversos estudos sobre suplementação, em poucos deles foram determinadas a quantidade e proporção de massa seca verde na massa de forragem disponível.

Atualmente, várias estratégias de suplementação proteica no período da seca são conhecidas. A estratégia mais adequada depende dos objetivos pretendidos com a suplementação, que dependerá de fatores inerentes à comercialização do suplemento, à categoria animal, ao ambiente de produção e ao sistema de produção do local onde será adotada (SILVA et al., 2009). De modo geral, quando o objetivo é obter desempenhos baixos, ou mesmo a mantença, baixas quantidades de suplemento são usadas (SILVA et al., 2009), enquanto níveis suplementação de até 0,8 ou 1,0% do peso vivo são indicados, quando o objetivo é obter desempenho superior ou mesmo realizar terminação de animais em pastagem (PAULINO; DETMANN; ZERVOUDAKIS, 1999). Reis et al. (2009) comentam que o desempenho obtido pode variar desde a perda de peso, passando por desempenhos moderados de 200 a 300 g animal^{-1} dia^{-1}, até ganhos superiores a 800 g animal^{-1} dia^{-1}, dependendo da categoria animal e tipo de suplemento utilizado.

Quanto ao desempenho, Silva et al. (2009) observaram ganho médio crescente com suplementação concentrada de até 0,8% do peso vivo, em revisão a trabalhos de suplementação de bovinos durante a seca em pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. Marchesin et al. (2007) obtiveram ganhos médios diários de 0,022, 0,099, 0,109, 0,119 e 0,110 kg animal^{-1} dia^{-1} para novilhas nelore (180 kg de peso vivo) pastejando capim-marandu no período da seca, e recebendo os suplementos: sal mineral, sal ureado (79% PB), sal ureado com ureia protegida substituindo 33% da ureia comum, sal proteinado (50% de PB) e sal proteinado, sendo parte da proteína verdadeira substituída por ureia protegida, respectivamente. Apenas foram observadas diferenças significativas entre o tratamento controle e os demais, que não diferiram entre si. As médias de consumo diário dos suplementos foram 0,041; 0,081; 0,075; 0,180 e 0,123 kg animal^{-1} dia^{-1}.

Góes, Mancio e Lana (2005), avaliando níveis de suplementação proteico-energética para novilhos nelore em pasto de capim-marandu, durante o período de

transição águas-seca e seca, obtiveram médias de ganho de peso de 0,28; 0,51; 0,58; 0,68 e 0,72 kg animal^{-1} dia^{-1}, para os tratamentos sal mineral e 0,125; 0,25; 0,50 e 1,00% do peso vivo, respectivamente. Os suplementos foram à base de milho e farelo de soja, com 24% de PB, sendo que o teor se NDT variou de 52,7 a 75,19%, aumentando conforme o nível de consumo do suplemento aumentava. Barbosa et al. (2007), numa pesquisa para avaliar a suplementação de novilhos Holandês X Gir (peso médio de 218 kg) em pastagens de capim-marandu, obtiveram ganhos médios diários, para o período de transição águas/seca, de 0,535; 0,655 e 0,746 kg animal^{-1} dia^{-1}, para os tratamentos sal mineral, suplementação com 0,17% do peso vivo, e suplementação com 0,37% do peso vivo com suplementos proteico-energéticos. Os suplementos eram constituídos basicamente de farelo de soja, polpa cítrica, ureia e melaço em pó, com teores de 69,44% de PB e 74,6 % de NDT para o tratamento com 0,17% de suplementação e 39,19% de PB e 79,23% de NDT para o tratamento com 0,37% de suplementação. Os dois níveis de suplementação diferiram significativamente ($P<0,05$) da suplementação mineral, porém não diferiram entre si.

De maneira geral, a suplementação tem o objetivo de fornecer nutrientes deficientes, tanto para o crescimento animal como para a atividade de microrganismos no rúmen. Especificamente, a suplementação no período seco, visa corrigir a deficiência de proteínas observada nas plantas forrageiras maduras e de valor nutritivo ruim. Porém, deve-se levar em consideração que a suplementação não é simplesmente a complementação destes nutrientes na dieta, pois existem vários efeitos associativos decorrentes de seu uso que podem afetar o resultado final. Estes efeitos são dependentes tanto do suplemento utilizado, quanto do animal a ser suplementado e do tipo de ambiente onde será feita a suplementação.

2.3. Ureia protegida - Optigen®

Os primeiros relatos científicos da utilização de ureia para bovinos e de seu efeito positivo no desempenho de animais consumindo dietas de baixo teor proteico datam da década de 1930 (HART et al., 1939). A ureia, assim como outras fontes de nitrogênio não proteico, é um ingrediente presente na maioria das dietas de ruminantes, e representa grande vantagem econômica em relação ao uso de proteína verdadeira. A ureia, bem como outras fontes de nitrogênio não proteico (NNP), que é convertida à amônia (NH_3), pode ser utilizada eficientemente por

bactérias celulolíticas na síntese de proteína microbiana (RUSSELL et al., 1992). Para o crescimento de algumas cepas, a presença de nitrogênio na forma de NH_3 é essencial (BRYANT, 1963; NOLAN, 1993 apud VALADARES et al., 1997). No rúmen, Satter e Slyter (1974) relatam que a atividade bacteriana pode ser limitada por níveis NH_3 inferiores a 5,0 mg dL^{-1}, enquanto Leng (1990) sugere o valor ideal ao redor de 20 mg dL^{-1} para animais recebendo dieta de forragem de valor nutritivo ruim.

Porém, a ureia apresenta rápida taxa de conversão à NH_3, observada por Wegner et al. (1941) e Pearson e Smith (1943), que relataram que em boa parte dos casos a quantidade de ureia oferecida a bovinos, mesmo vacas leiteiras, pode ser totalmente hidrolisada no rúmen em uma hora. Desta forma, a quantidade de NH_3 ruminal pode subir rapidamente após a ingestão de ureia, e dependendo de sua magnitude, pode levar o animal a sério quadro de intoxicação, além de diminuir a eficiência proteica da dieta.

Desenvolvido e comercializado pela empresa Alltech®, o produto Optigen®II consiste em grânulos de ureia revestidos com ceras vegetais biodegradáveis que promovem menor taxa de liberação de NH_3 no rúmen comparada à ureia comum. Esta característica confere ao produto grande potencial de utilização, principalmente como substituto da ureia comum, pois sua curva de liberação de NH_3 apresenta melhor sincronia com a disponibilidade energética da maior parte das dietas oferecidas aos ruminantes. Além disso, o produto também diminui o risco de intoxicação por NH_3. Apresenta cerca de 41% de nitrogênio e o equivalente em proteína bruta de 256%, muito semelhante a ureia comum, com 45% de nitrogênio e mais de 281% de equivalente proteína bruta. Sua degradação ruminal completa demora aproximadamente 12 horas após a ingestão (SINCLAIR et al., 2012).

O Optigen®II substituiu o antigo Optigen® 1200, lançado pela Alltech® em 2005. O Optigen® 1200 apresenta características muito parecidas ao Optigen®II, porém, o mecanismo de redução na taxa de liberação de NH_3 é feito por uma camada de polímero artificial com microporos por onde a ureia/NH_3 sai por difusão. O produto também apresenta menor risco de toxidez do que a ureia, conforme observado por Siciliano-Jones e Downer (2005), que relataram consumos de 675 a 788 gramas de Optigen® 1200 sem observação de sinais clínicos de intoxicação, apenas redução no consumo diário de matéria seca.

Nas últimas décadas, várias outras fontes de ureia de liberação lenta têm sido desenvolvidas, como o biureto (WAITE; WILSON, 1968), amireia (BARTLEY; DEYOE, 1975), ureia-formaldeído (PROKOP; KLOPFENSTEIN, 1977), Uromol® (MALIK; LANGAR; CHOPRA, 1978), ureia revestida com óleo de linhaça e talco (FORERO; OWENS; LUSBY, 1980), lactosil ureia (FORMAN; TUMA; DEDEK, 1982), Uromalt® (VIRK; STEINGASS; MENKE, 1989) e isobutiraldeído monoureia (MATHISON; SOOFI; WORSLEY, 1994), entre outros, como forma de reduzir a taxa de liberação de amônia no rúmen em comparação à ureia comum, porém, os resultados obtidos tanto *in vitro* quanto *in vivo* foram variáveis (TEDESCHI et al., 2002).

2.3.1. Metabolismo ruminal e Sistema de reciclagem da ureia

A ureia, quando ingerida por um ruminante, é rapidamente hidrolisada e convertida à amônia, que pode ser utilizada na produção de proteína microbiana. Chalupa (1968), em revisão ao assunto, comenta que a utilização da amônia na síntese de aminoácidos e proteínas é dependente da disponibilidade de compostos carbonados, como dióxido de carbono e acetato, além da disponibilidade de energia (ATP), proveniente da fermentação de substratos. Existe ainda uma relação entre a energia disponível e a capacidade de síntese de proteína microbiana, com estimativa de 130 gramas de proteína microbiana gerada para cada quilo de nutrientes digestíveis totais (NDT) fermentados no rúmen (NRC, 2001), desde que o nitrogênio não seja limitante.

Clark, Klusmeyer e Cameron (1992), em revisão sobre metabolismo de nitrogênio em gado leiteiro, comentam sobre a importância de sincronizar a disponibilidade de energia e proteína no rúmen e seu potencial para melhorar a eficiência microbiana. Neste contexto, se a concentração ruminal de amônia exceder à capacidade de uso pelos microrganismos, principalmente em dietas com baixo teor de carboidratos não estruturais, ou mesmo em dietas com alta densidade e solubilidade de proteínas, grande quantidade de nitrogênio deixa o rúmen na forma de amônia através da difusão (VAN SOEST, 1994). Da mesma forma, a disponibilidade de energia fermentescível no rúmen pode favorecer a síntese proteica e diminuir a concentração de amônia ruminal, ureia no plasma e consequentemente a síntese de ureia pelo fígado (HUNTINGTON, 1989).

Dependendo da concentração de ureia na corrente sanguínea, perdas consideráveis pela excreção urinária podem ser observadas (VAN SOEST, 1994). Valadares et al. (1997), avaliando níveis de proteína bruta na dieta de novilhos, da ordem de 7,0; 9,5; 12,0 e 14,5% (45% de concentrado e 62,5% de NDT, em média), observaram correlação positiva entre níveis de proteína na dieta, níveis de amônia ruminal, níveis plasmáticos de ureia e níveis de excreção urinária de ureia. Segundo os mesmos autores, níveis de N-ureia plasmático acima da faixa compreendia entre 13,52 e 15,5 mg dL^{-1}, já indicaram ocorrência de aumento na excreção urinária de ureia e consequente diminuição na eficiência proteica da dieta. Desta forma, o nitrogênio que deixa o rúmen na forma de amônia e é excretado pela urina representa um *déficit* na estimativa de proteína degradável no rúmen (PDR) da dieta (SINCLAIR et al., 2012). Lapierre e Lobley (2001) comentam que a quantidade de nitrogênio que deixa o rúmen pode ser diminuída pela diminuição da velocidade de liberação de NH_3 ou ainda pela suplementação com energia fermentescível.

Bovinos pastejando gramíneas tropicais, principalmente no período da seca, geralmente recebem suplementos proteicos com inclusão de ureia. Dependendo de vários fatores, entre eles, o tamanho da pastagem, o tipo de suplementação, o clima e a disponibilidade de forragem, os animais podem visitar o cocho de suplementação poucas vezes ao dia. Neste contexto, a utilização de ureia de liberação lenta poderia manter maior estabilidade da quantidade de ureia solubilizada e consequentemente melhorar sua eficiência de utilização, já que a dieta geralmente conta com baixa disponibilidade de carboidratos não fibrosos.

No entanto, deve ser considerado que um ruminante possui eficiente e complexo sistema de reciclagem de nitrogênio, que ainda não é totalmente compreendido. Através do ciclo da ornitina (ureogênese), a amônia é convertida à ureia pelo fígado, e pode retornar, por difusão, a vários segmentos do sistema digestível (SIDDONS et al., 1985; EGAN, et al.,1986, apud LAPIERRE; LOBLEY, 2001).

A quantidade de ureia sintetizada pelo fígado pode sofrer influência da dieta, sendo maximizada em dietas ricas em proteína degradável no rúmen (PDR) e minimizada em dietas ricas em proteína não degradável no rúmen (PNDR), além da disponibilidade de energia fermentescível (HUNTINGTON, 1989). Deve ser destacado que a quantidade de ureia sintetizada pode variar, e por vezes até

mesmo superar a quantidade de nitrogênio digestível da dieta (LAPIERRE; LOBLEY, 2001).

Embora a entrada de ureia reciclada ocorra em vários locais do trato digestível, é principalmente no rúmen que ela participará de processos anabólicos, podendo ser convertida à proteína microbiana, e mais tarde, à proteína animal. Lapierre e Lobley (2001), ao revisar literatura referente à proporção de ureia reciclada que entra no rúmen em relação ao resto do trato, encontraram valores variando de 27 a 60%, em experimentos com ovinos, e comentam que o nitrogênio pode ser reciclado mais de uma vez, aumentando a proporção de nitrogênio retido pelo animal.

Huntington (1989) avaliou efeito de duas dietas isoenergéticas na síntese e destino metabólico da ureia e observou que os animais que receberam dieta à base de alfafa apresentaram maior entrada ruminal de ureia endógena pela saliva do que por difusão pela parede ruminal, quando comparados com animais recebendo dieta rica em concentrado (70 vs. 19 mmol h^{-1}).

Lapierre e Lobley (2001) comentam que o sistema de reciclagem de nitrogênio possui plasticidade, o que permite a adequação para desafios e mudanças no status metabólico, principalmente devido ao *turnover* proteico, que mobiliza uma quantidade de composto nitrogenado maior do que os "inputs" (consumo) e dos "outputs" (perdas e produção). Os autores também apresentam um esquema resumido do metabolismo da ureia, onde em média, pode-se considerar que a síntese de ureia hepática tem a mesma magnitude do nitrogênio digerido, sendo que um terço é perdido pela urina e dois terços retornam ao sistema digestivo na forma de ureia. Cerca de 50% da ureia que retorna ao sistema digestivo é reabsorvida na forma de aminoácidos, 40% é reabsorvida na forma de amônia no rúmen e em outras partes do trato, enquanto os 10% restantes são eliminados na forma de nitrogênio fecal (Figura 2). Os dados foram obtidos de bovinos de corte e leite e também de ovinos, consumindo dietas variadas, porém não possuem referências de animais em pastejo.

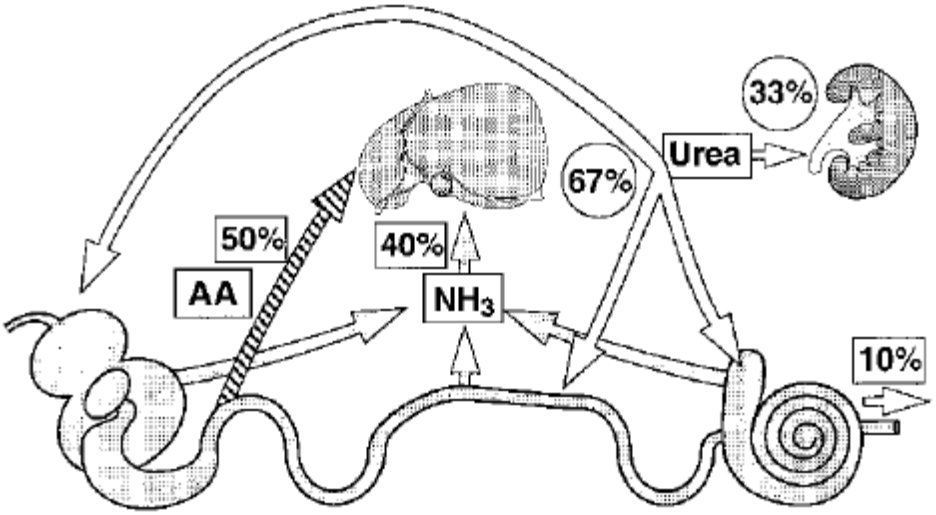

Figura 2 - Reciclagem da ureia. Os percentuais nos círculos relacionam-se á proporção da ureia sintetizada pelo fígado que é destinada tanto para a urina quanto para o retorno ao trato digestível. Valores nos retângulos representam proporção da ureia que retorna ao trato digestível que é reabsorvida na forma de aminoácidos ou amônia, ou é excretada nas fezes (Fonte: Lapierre e Lobley, 2001).

Quanto a avaliação do metabolismo da ureia de animais em pastejo, apenas o trabalho de Huntington, Burns e Archibeque (2007) foi encontrado. Os autores avaliaram o metabolismo da ureia em novilhos pastejando "bermudagrass" (*Cynodon dactylon* L.), "caucasian bluestem" (*Bothriochloa caucasica* [Trin.] C.E. Hubb) ou "iuka gamagrass" (*Tripsacum dactyloides* L.), pela injeção intravenosa controlada de nitrogênio marcado (^{15}N) na forma de ureia. As taxas de síntese hepática de N-ureia (UER) variaram de 209 a 391 mmol de N hora^{-1}. As taxas de N-ureia que entra no sistema digestível (GER) variaram de 191 a 297 mmol de N hora^{-1} (70,2 a 91,3% da UER), enquanto a taxas de N-ureia excretada na urina (UUE) variaram de 19 a 105 mmol de N hora^{-1} (8,7 a 29,3% da UER). Segundo os autores, as diferenças observadas tiveram correlação com o teor de PB, sendo que os animais que pastejaram caucasian bluestem vs. bermudagrass e gamagrass (10,38 vs. 13,94 e 14,73 % de PB, em amostras coletadas via fistula esofágica) apresentaram redução na excreção de N-ureia pela urina e teor de N-ureia no plasma. Porém, é interessante destacar que os valores absolutos de GER não diminuíram significativamente, o que fez aumentar a proporção de ureia que retornou ao rúmen ao invés de ser perdida através da urina. No experimento não se avaliou a

quantidade de forragem consumida, portanto, as correlações foram feitas apenas com o teor de nutrientes da forragem, supondo consumos semelhantes.

Embora não tenham sido encontradas referências de metabolismo de ureia nas condições de pasto tropical de baixo valor nutritivo, no experimento de Huntington, Burns e Archibeque (2007) foi observado que o animal tende a manter a GER e diminuir a UUE, quando o teor de proteína da dieta diminui, e que a quantidade de ureia representada pela GER pode ter expressivo papel na síntese de proteína microbiana.

2.3.2. Uso do Optigen®

Vários experimentos têm sido conduzidos com o intuito de substituir a ureia comum ou mesmo parte da proteína verdadeira por Optigen®, porém os resultados são variáveis.

Sinclair et al. (2012) avaliaram a substituição de farelo de soja e farelo de canola por ureia ou Optigen®II na dieta de vacas leiteiras e não constataram diferença significativa na produção de leite, consumo e digestibilidade de vacas holandesas. A produção diária de leite foi 33,5 kg em média e o consumo médio de ureia ou Optigen® foi em torno de 100 g animal^{-1} dia^{-1}, representando de 5,0 a 5,5 % em matéria seca da dieta. Os autores comentam que aspectos como nível de ureia, teor de carboidratos não fibrosos e mesmo o nível de produção dos animais são fatores que podem influenciar o resultado.

Por outro lado, Inostroza et al. (2010), avaliando a substituição de farelo de soja por Optigen®II e milho grão úmido na dieta de vacas holandesas, observaram aumento significativo na produção de leite em relação ao controle (35,9 vs. 35,4 kg animal^{-1} dia^{-1}, respectivamente). O tratamento com Optigen®II promoveu consumo médio de 114 g animal^{-1} dia^{-1}, porém, não houve a inclusão de tratamento para comparar a inclusão da mesma quantidade de NNP na forma da ureia comum.

Alvarez Almora, Huntington e Burns (2012) avaliaram a substituição da ureia por Optigen®II na dieta de novilhos e duas frequências de alimentação (uma vez ao dia ou a cada duas horas). A inclusão da ureia protegida não promoveu efeito significativo na digestibilidade da matéria seca, FDN, FDA e celulose, bem como no metabolismo do nitrogênio (N-amônia ruminal, N-ureia no plasma e excreção urinária de NH_4 e ureia). A proporção concentrado:volumoso da dieta foi 40:60, e os animais

consumiram em média 73,0 g de Optigen®II e 65,3 g de ureia, de acordo com os tratamentos experimentais. Os autores comentam que, embora fossem esperados menores teores de amônia ruminal e maior digestibilidade da fibra, é possível que a proporção de PDR da dieta não tenha sido adequada para detectar diferença entre os tratamentos, ou mesmo o próprio sistema de reciclagem da ureia tenha sido suficiente para minimizar essas diferenças.

Tedeschi et al. (2002) avaliaram o efeito da inclusão de Optigen® 1200, ureia ou combinações para atender 50 ou 100% da demanda de PDR de novilhos confinados nas fases de crescimento e terminação no desempenho e características de carcaça. O consumo médio diário de Optigen® 1200 ou ureia variou de 20,7 a 80,3 g animal^{-1} na fase de crescimento e de 27,2 a 111,2 g animal^{-1} na fase de terminação. A dieta foi baseada principalmente em silagem de milho na fase de crescimento e em milho moído na fase de terminação. Os autores concluíram que não houve vantagem em utilizar a ureia protegida frente à ureia comum, provavelmente devido à alta quantidade de carboidratos não estruturais na dieta e disponibilidade de alimento durante todo o dia. Citando Smith et al. (1975), os autores ainda comentam que a vantagem primária de uma fonte de ureia protegida seria a redução de seu efeito tóxico, observada em estudos com alta inclusão.

Quanto a utilização de Optigen® em animais em pastejo, Marchesin et al. (2006) avaliaram o desempenho de novilhos em pastagem diferida de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu recebendo suplementação proteica com 0, 25, 65 e 100% do nitrogênio não proteico (NNP) da ureia substituído por Optigen® 1200, além de um tratamento controle representado pela suplementação mineral. O suplemento continha teor de proteína bruta de 48%, sendo um terço proveniente da ureia ou Optigen® 1200, e o restante de farelo de algodão. No tratamento 25% de substituição da ureia por Optigen® 1200, os animais apresentaram ganho de peso superior ao controle (sal mineral) e ao tratamento 100% (0,211 vs. 0,033 e 0,071 kg animal^{-1} dia^{-1}, respectivamente), porém semelhante aos ($P>0,05$) aos tratamentos 0 e 65% de substituição (0,149 e 0,115 kg animal^{-1} dia^{-1}, respectivamente). Os resultados foram semelhantes aos observados por Ferreira (2006), que avaliou o desempenho de novilhas nelore em pastagens de *Brachiaria* sp., durante o período da seca, e suplementadas com sal ureado com 30% de ureia. O autor encontrou melhor resultado quando substituiu um terço (33%) do NNP da ureia por Optigen® 1200, em relação ao controle com 100% de ureia

(0,111 vs. 0,017 kg animal^{-1} dia^{-1}, respectivamente). Pelos resultados destes experimentos, pode-se inferir que os desempenhos obtidos podem ser devido a melhor sincronização da liberação de nitrogênio, quando 30% do NNP da ureia foi substituído por Optigen®, embora não existem dados publicados que confirmem especificamente esta informação.

Porém, Marchesin et al. (2007), avaliando desempenho de novilhas em pastagens semelhantes não encontraram diferença no ganho médio diário (0,099 vs. 0,109 kg animal^{-1} dia^{-1}) e consumo médio de suplemento (0,081 vs. 0,075 kg animal^{-1} dia^{-1}) entre os tratamentos sal ureado com e sem a substituição de 30% do NNP por Optigen® 1200.

Os resultados ainda são variáveis e praticamente não há informações conclusivas sobre condições favoráveis e desfavoráveis ao uso, bem como quantidades e proporções indicadas, embora Marchesin et al. (2006) e Ferreira (2006) indicam o uso de mistura de ureia comum e Optigen ao nível de substituição acima mencionado. Em nenhum dos experimentos acima foram relatados sintomas clínicos da intoxicação por amônia, mesmo quando apenas a ureia comum foi usada como fonte de NNP. Como a ureia encapsulada tem menor risco de toxidez, poderia ser suposto que em condições de maior consumo de NNP proveniente da ureia, a substituição parcial ou total desta poderia apresentar maiores vantagens.

2.4. Flavomicina

A flavomicina, também conhecida como flavofosfolipol, moenomicina ou bambermicina, é um antibiótico produzido por várias cepas de *Streptomyces* sp., e descoberto em meados dos anos de 1950 por A. G. Hoechst, quando analisava amostras de solo na região de Bamberg, Alemanha (CRAWFORD, 1984, apud PFALLER, 2006). Primeiramente, houve o interesse de utilização da droga para tratamento de infecções humanas, devido à sua baixa toxidade e diferente forma de ação, porém, em estudos posteriores concluíram a inviabilidade da flavomicina para tal função (PFALLER, 2006). Devido a isso, a flavomicina passou a ser usada exclusivamente como promotor de crescimento animal (WASIELEWSKI et al., 1965, apud EDWARDS; MCEWAN; WALLACE, 2008).

A flavomicina inibe a ação da peptidoglicano polimerase de alguns microrganismos na síntese da camada peptidoglicana. Trata-se de uma inibição

competitiva das "penicillin-binding proteins" (PBPs), na reação de transglicolisação durante a síntese da camada peptidoglicana (VAN HEIJENOORT, 2001), que resulta em bloqueio específico da síntese de cadeias de mureína (KOHLRAUSCH; HÖLTJE, 1991).

Butaye, Devriese e Haesebrouck (2000), em revisão sobre o efeito de alguns antibióticos em bactérias Gram-positivas, comentam sobre a existência de tipos de PBPs em microrganismos, e que a sensibilidade destas à flavomicina poderia explicar certos casos de resistência natural.

Dessa forma, a flavomicina é primariamente ativa contra gram-positivas, que possuem parede celular externa constituída por peptidoglicanos e é permeável à flavomicina, além de alguns gêneros de bactérias gram-negativas, como *Pasteurella* e *Brucella* (HUBER; NESEMANN, 1968). Em uma compilação de trabalhos de vários outros autores, Pfaller (2006) observou sensibilidade à flavomicina em *Staphylococcus aureus*, estafilococos coagualse-negativa e *Enterococcus faecalis*. Porém, sabe-se que a sensibilidade à flavomicina observada em testes microbiológicos é fortemente dependente do meio de cultura utilizado, o que muitas vezes complica a interpretação de certos resultados *in vivo* (BUTAYE; DEVRIESE; HAESEBROUCK, 2000). Estudos *in vivo* indicaram que a flavomicina não promoveu nenhuma modificação no crescimento de animais livres de germes, mostrando a flavomicina não atua sobre o metabolismo dos tecidos do próprio animal, e sim dos microrganismos (REIDEL et al., 1974, citado por EDWARDS et al., 2005a).

2.4.1. Microrganismos sensíveis à Flavomicina

A flavomicina tem efeito inibitório sobre o crescimento de algumas espécies de bactérias denominadas "hiper produtoras de amônia" (HAPs) (RUSSEL et al., 1991), entre elas *Peptostreptococcus anaerobius, Clostridium sticklandii e Clostridium aminophilum*. (ATTWOOD et al., 1998; CHEN; RUSSEL, 1988; EDWARDS et al., 2005b), que atuam na fermentação rápida de aminoácidos e peptídeos, aumentando a concentração de amônia no rúmen e, consequentemente, na corrente sanguínea, podendo elevar a perda de nitrogênio pela urina, diminuindo a eficiência proteica do animal. Estudos *in vitro* identificam alta sensibilidade de alguns destes microrganismos à flavomicina (EDWARDS et al., 2005b).

Num estudo *in vivo*, Edwards et al. (2005a) observaram o efeito da flavomicina sobre as HAPs. Os ovinos recebiam dieta de 800g dia^{-1} de feno de gramínea peletizado e dose de flavomicina de 20 mg $animal^{-1}$ dia^{-1}, sendo constatado tendência de diminuição destas bactérias, porém sem diferenças significativas. Esse grupo de bactérias representou apenas 0,05% da contagem total, diferindo de valores acima de 1% observados por Chen e Russel (1988), Russel, Onodera e Hino (1991) e Eschenlauer et al. (2002), obtidos de animais recebendo dietas de alto-concentrado. Attwood et al. (1998) encontraram a participação das HAPs variando de 1,3% a 11,6% na contagem total de bactérias ao estudar vacas, ovelhas e veados consumindo forragem fresca na Nova Zelândia, e citando McRae et al. (1974), comentam que animais pastejando plantas forrageiras de alto teor protéico são mais sensíveis a altas perdas de nitrogênio pela urina.

Edwards et al. (2005b) observaram efeito inibitório ao avaliarem o crescimento *in vitro* de bactérias do gênero Fusobacterium, principalmente *Fusobacterium necrophorum,* consideradas poucos sensíveis a antibióticos ionóforos (LECHTENBERG; NAGAJARA; CHENGAPPA, 1998), e que também apresentam alta atividade de produção de amônia.

Por outro lado, estas bactérias também apresentam atividade invasiva na parede do trato digestório, e são caracterizadas como microrganismos oportunistas que podem ser patógenos em potencial, podendo fixar-se em células da parede ruminal e promover inflamações ou mesmo lesões necróticas, abscessos no fígado de bovinos, sendo encontradas mesmo nos intestinos de animais monogástricos (LANGWORTH, 1977). Estas lesões, além de representarem danos físicos ao animal, também levam a menor capacidade de absorção de nutrientes e consequentemente menor eficiência alimentar.

Berg e Scanlan (1981) observaram maior concentração de *Fusobacterium necrophorum* em animais recebendo dieta com maior inclusão de grãos, quando comparados com animais recebendo dietas a base de forragem, e explica o fato devido a alta capacidade dos microrganismos de utilizar o ácido lático como principal fonte energética. Apenas um trabalho *in vivo* relacionando efeito da flavomicina sobre *Fusobacterium necrophorum* foi encontrado. Edwards et al. (2005a) quantificaram estes microrganismos no conteúdo e tecido ruminal, não sendo observadas diferenças significativas quando comparados os grupos de animais com e sem a inclusão de flavomicina na dieta, porém, alegando grande variabilidade

entre animais, os autores compararam os animais que receberam flavomicina antes e depois de sua inclusão na dieta, e observaram significativa diminuição de *Fusobacterium necrophorum* e HAPs na parede e conteúdo ruminal. Os autores observaram ainda que a inclusão de flavomicina na dieta de ovinos diminuiu significativamente a taxa de síntese proteica no rúmen e no duodeno, e apresentou tendências de diminuição no abomaso, jejuno, íleo, ceco e cólon, porém, sem diferenças estatísticas. Segundo o autor, esta característica tem relação com menor *turnover* das células da parede do trato digestível.

2.4.2. Resistência de microrganismos à Flavomicina

Algumas espécies do gênero *Enterococcus*, como *Enterococcus gallinarum*, *Enterococcus faecium* apresentam resistência natural contra a flavomicina (BUTAYE; DEVRIESE; HAESEBROUCK, 1998 e 2000; JACKSON et al., 2010), enquanto *Enterococcus faecalis* apresenta alta sensibilidade (BOLDER et al., 1999). Também foi observada resistência em *Campilobacter* spp., *Pseudomonas* spp., *Clostridium perfringens*, *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp. e *Salmonella* spp. (PFALLER, 2006). Bolder et al. (1999), avaliando frangos experimentalmente infectados observaram que a inclusão de flavomicina na dieta promoveu menor taxa de eliminação de *Salmonella* e *Clostridium* nas fezes, embora concluam que o fato não ocorrera por efeito direto, mas sim indireto da droga que alterou algumas características ao longo do trato digestivo dos animais, o que explicaria a observação de resistência destes microrganismos em estudos *in vitro*. Resultados semelhantes foram obtidos por Dealy e Moeller (1976), trabalhando com leitões.

Em estudos *in vitro*, a flavomicina apresenta o efeito de diminuir a transferência de uma série de plasmídeos contendo diversos determinantes de resistência (BUTAYE; DEVRIESE; HAESEBROUCK, 2003). Riedl et al. (2000), avaliando transferência de plasmídeos com gene VanA, que confere resistência à vancomicina, por *Enterococcus faecium*, observaram que a inclusão de níveis mínimos de flavomicina reduziu com grande intensidade a transferência destes plasmídeos, embora foi observada ativação dos genes VanA, tanto na inclusão da vancomicina, quanto na inclusão da própria flavomicina. Segundo os autores, o fato poderia ser explicado por uma possível interação com a enzima transglicolase, alterando algumas características químicas da camada peptidoglicana ou mesmo no

próprio sistema de conjugação de plasmídeos (GEORGE; FAGERBERGER, 1984), ou ainda alterando as características físicas da camada peptidoglicana, desta forma impedindo a passagem dos plasmídeos ou até mesmo sua síntese. Dessa forma, a flavomicina pode diminuir a resistência mediada por plasmídeos a outros antibióticos.

Não foi observada resistência adquirida por plasmídeos à flavomicina, embora o seu uso possa levar ao aparecimento de resistência por mutação cromossomal, não mediada por plasmídeos. (BUTAYE; DEVRIESE; HAESEBROUCK, 2003; KISSEL, 1998, citado por PFALLER, 2006). Edwards, McEwan e Wallace (2008), observaram menor sensibilidade de *Prevotella bryantii* quando algumas cepas foram previamente expostas a baixas doses do antibiótico, e ainda, as cepas também apresentaram menor sensibilidade à vancomicina e bacitracina. Resultados semelhantes foram obtidos por Baptista et al. (1996), estudando *Enterococcus faecalis*, e Riedl et al. (2000), estudando *Enterococcus faecium*.

É importante ressaltar que em 2006, a União Europeia baniu o uso de flavomicina juntamente com outros antibióticos usados como promotores de crescimento na produção animal (WANG; WANG; ZHOU, 2009)

2.4.3. Efeito da Flavomicina sobre fermentação ruminal

Em relação ao efeito da flavomicina no metabolismo ruminal, esta pode ou não alterar a proporção de AGVs, porém ainda existe grande demanda pelo esclarecimento de seus efeitos, tanto na proporção quanto na quantidade de AGVs produzidos, pois existe ainda variação nos resultados disponíveis na literatura. Edwards et al. (2005a) não observaram alterações na concentração total de AGVs ao longo do trato digestivo com a inclusão de flavomicina na dieta do ovinos. Mogentale et al. (2010) também não constataram efeito da flavomicina na produção e proporção dos principais AGVs em vacas secas recebendo dieta com 40% de volumoso. Da mesma forma, Wang, Wang e Zhou (2009) não observaram efeito da flavomicina nos padrões fermentativos em ovinos. Porém, Edwards et al (2005b) observaram diminuição na produção total de AGVs, sem alteração na relação propionato:acetato. Van Nevel e Demeyer, (1992), em estudos *in vitro*, não observaram efeitos da inclusão de flavomicina nos padrões fermentativos de amido, enquanto na fermentação da fração fibrosa do feno, observaram pequeno

incremento na proporção de acetato e pequena diminuição na proporção de butirato. Fébel, Fekete e Romvári (2001) não verificaram efeito da flavomicina na produção total de AGVs em três tipos de dietas, variando entre alta, média e baixa concentração de proteína degradável no rúmen e carboidratos não estruturais, e observaram apenas leve diminuição na concentração de acetato, que levou a menor relação acetato:propionato, porém em menor intensidade que o ionóforo salinomicina. Os autores não encontraram relação clara do efeito da inclusão de flavomicina nas três diferentes dietas. Estes autores ainda comentam sobre a variabilidade e a incerteza quanto aos dados, e comentam que a variabilidade de dados encontrada na literatura pode advir de diferentes animais, dietas, ou mesmo técnicas utilizadas pelos diversos autores. Aitchison, Tanaka e Rowe (1989) observaram diminuição na concentração ruminal de AGVs com a inclusão de flavomicina na dieta de borregos desmamados, além de aumentar a proporção de propionato e diminuir a de butirato, levando a menor relação acetato:propionato.

Wang, Wang e Zhou (2009) observaram alteração na produção de metano *in vivo*, avaliando aditivos na dieta de ovinos adultos, sendo que a inclusão de flavomicina diminuiu a emissão de metano, porém, em menor intensidade que o ionóforo salinomicina. Não foi observada alteração em parâmetros de fermentação ruminal e mesmo no consumo e digestibilidade do alimento pela flavomicina. Os autores ainda obtiveram correlação positiva da produção de metano com a concentração de $N\text{-}NH_3$ e correlação negativa com a concentração total de AGVs e proporção de propionato. Porém, Van Nevel e Demeyer, (1992) não observaram alteração na síntese de metano *in vitro* com o uso de flavomicina.

Embora tenha sido mostrado o efeito inibitório da flavomicina sobre as HAPs, seu efeito na degradação de proteína parece não ser claro. Alguns autores como Mogentale et al. (2010) e Edwards et al (2005a, 2005b) não observaram decréscimo significativo na concentração de amônia ruminal. Mogentale et al. (2010) observaram menor taxa de degradação *in situ* da proteína bruta do farelo de soja com a inclusão de flavomicina na dieta. Por outro lado, Fébel, Fekete e Romvári (2001) encontraram tendência de aumento da degradação protéica e diminuição do fluxo de proteínas provenientes da dieta pelo duodeno, porém sem diferenças significativas. Da mesma forma, não foi observado efeito *in vivo* na concentração de amônia no rúmen com a inclusão da flavomicina por Mogentale et al. (2010), quando utilizaram vacas secas, e nem por Edwards et al. (2005a) e Edwards et al. (2005b), trabalhando com ovinos

adultos. Fébel, Fekete e Romvári (2001) também não observaram tal efeito com a inclusão de flavomicina, e sim com a inclusão da salinomicina, ionóforo de conhecido efeito inibidor de proteólise no rúmen. Porém, Aitchison, Tanaka e Rowe (1989) observaram redução da concentração ruminal de amônia com a inclusão de flavomicina na dieta, porém apenas em dieta baseada em alfafa, com alto teor de proteína bruta (18,4%), sendo que o efeito não foi observado em animais consumindo dietas à base de palha de trigo, com menor teor de proteína bruta (7,2%).

Fébel, Fekete e Romvári (2001) não observaram efeito da flavomicina na degradação da matéria orgânica no rúmen e nem no fluxo de matéria seca pelo duodeno, enquanto Mogentale et al. (2010), Wang (2009), Edwards (2005b), Fébel (2001) não observaram alteração no pH ruminal.

2.4.4. Efeito da Flavomicina sobre desempenho de ruminantes

Embora a flavomicina tenha sido usada durante muito tempo como promotor de crescimento em monogástricos, principalmente na produção de aves, pouco se sabe sobre sua utilização e modo de ação em ruminantes.

Possível combinação de efeitos entre a supressão de certos microrganismos e equilíbrio da flora ruminal e intestinal, somada ao menor *turnover* celular e melhoria na utilização de nutrientes, como aminoácidos, poderia explicar o modo de ação da flavomicina e seu efeito no desempenho animal (EDWARDS et al., 2005a e 2005b).

Quanto aos estudos de produtividade de bovinos recebendo flavomicina, há relatos de incremento de 10% no ganho de peso de animais, com dose aproximada de 30 mg animal^{-1} dia^{-1} em experimento com novilhas (FLACHOWISKY; RICHTER, 1991). Em outra pesquisa conduzida por De Schrijver, Freumat e Claes (1991), com touros pesando em média 352 kg e recebendo silagem de milho ou de beterraba *ad libitum*, foram observados resultados favoráveis à incorporação de flavomicina (52,5 mg/animal.dia) para os que receberam silagem de beterraba (15,2% no ganho de peso e 9,1% na conversão alimentar), mas não para os animais que receberam silagem de milho. Isso ressalta a necessidade de mais estudos sobre a utilização deste antibiótico em bovinos.

Buscando incremento na produção de leite, Van der Merwe, Dugmore e Walsh (2001) avaliaram o efeito da inclusão de flavomicina (68 mg animal^{-1} dia^{-1}) na suplementação de vacas primíparas e multíparas da raça holandesa, recebendo 10 kg animal^{-1} dia^{-1} de concentrado em pasto de capim kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.) no verão e 5 kg animal^{-1} dia^{-1} de concentrado mais silagem de milho em pasto de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) no inverno, durante o período de 300 dias de lactação. Uma das hipóteses, além do possível incremento na produção de leite, seria a redução da ureia no leite, promovida pela inibição das bactérias HAPs e consequente diminuição no teor de amônia ruminal. Porém, não foi observado efeito da flavomicina na produção total de leite e no pico da lactação, teor de gordura no leite, e mesmo o teor de ureia no leite, avaliado semanalmente, somente apresentou diferença significativa em duas avaliações semanais isoladas ao longo de toda a lactação, com menor teor de N-ureia no leito dos animais que receberem flavomicina. Discutindo os resultados, os autores comentam que resultados anteriores do efeito da flavomicina em vacas leiteiras também não são claros, e cita autores que encontraram aumento significativo de produção (HAMANN; HEESCHEN, 1983, BAHRECKE et al., 1984, apud VAN DER MERWE; DUGMORE; WALSH, 2001) e autores que não obtiveram efeito algum (RUFFO; VALERANI, 1977, GUNTHER, 1986; ARANA et al., 1992, apud VAN DER MERWE; DUGMORE; WALSH, 2001).

Não foram encontrados experimentos comparando doses de inclusão do antibiótico na dieta de bovinos. A única referência encontrada sobre o assunto foi um resumo publicado e apresentado na "Western Section" da reunião anual da "American Society of Animal Science" em 1974, onde estão reunidos dados de 9 experimentos com bovinos confinados, sendo que destes 7 apresentaram resultados positivos com o uso de flavomicina, e os melhores resultados foram obtidos usando doses de 5 a 20 mg animal^{-1} dia^{-1} (GRANT et al. 1974). No site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) também se encontram recomendações de uso de flavomicina para bovinos em crescimento, em confinamento ou em pastagem, na dose de 10 a 20 mg animal^{-1} dia^{-1}.

Não foi encontrado nenhum trabalho relatando o uso de flavomicina em bovinos de corte mantidos em pastagens.

Quanto ao uso da flavomicina na produção de ovinos, foram encontrados alguns trabalhos, principalmente australianos, voltados à produção de carne e lã.

Aitchison, Tanaka e Rowe (1989) observaram que a inclusão de flavomicina incrementou o ganho de peso e produção de lã de borregos desmamados da raça Merino recebendo dieta de alta qualidade, baseada em pelets de alfafa, enquanto não foram observadas as mesmas diferenças para animais recebendo dieta a base de palha de trigo. O ganho de peso foi avaliado em dois períodos consecutivos de 4 semanas, sendo que a diferença somente foi observada no segundo, quando os animais que receberam o antibiótico apresentaram ganho de peso 28% superior ao grupo controle (296 vs. 231 g animal^{-1} dia^{-1}, respectivamente). A produção de lã foi aumentada em 12% com a inclusão de flavomicina na dieta em relação ao tratamento controle (12.975 vs. 11.55 g m^{-2} dia^{-1}, respectivamente), sem alterações significativas quanto ao diâmetro das fibras, considerando que a lã de menor diâmetro de fibras apresenta maior valor comercial. Os autores avaliaram a inclusão de duas doses de flavomicina, 10 e 20 mg kg^{-1} de alimento, porém foram observadas diferenças apenas no consumo durante o primeiro período do 4 semanas, com valores de 1570 e 1500 g animal^{-1} dia^{-1} para as doses de 10 e 20 mg kg^{-1}, e no diâmetro das fibras de lã de animais recebendo dieta a base de palha de trigo, sendo os valores 18,6 e 17,6 µm paras as doses de 10 e 20 mg kg^{-1} respectivamente. Os autores concluíram que a flavomicina tem maior efeito em animais recebendo dieta de maior teor proteico.

Murray, Rowe e Aitchison (1990) avaliaram doses de 0, 10, 20 e 40 mg kg^{-1} de alimento de Flavomicina em dois tipos de dietas, baseadas em alfafa e tremoço (dieta 1) e em feno de trigo e farinha de peixe (dieta 2), hipotetizando que a flavomicina, por melhorar a absorção de aminoácidos, teria melhor resultado quando usada em dieta mais rica em aminoácidos sulfurados e de menor degradabilidade ruminal (dieta 2), pois estes poderiam limitar a produção de carne e lã. Observou-se interação entre dose e dieta para uma série de variáveis utilizadas. Os animais recebendo dieta 1 apresentaram maior ganho de peso nas doses de 20 e 40 mg kg^{-1}, enquanto para a dieta 2 o animais apresentaram menor ganho de peso nas doses de 20 e 40 mg kg^{-1}, quando comparados com o controle. A flavomicina aumentou o crescimento de lã apenas para a dieta 2 e nas doses de 20 e 40 mg kg^{-1}, sem efeito sobre animais recebendo a dieta 1. Avaliaram-se alguns parâmetros ruminais, porém alguns dados ainda se mostraram diferentes de Aitchison, Tanaka e Rowe (1989), como a não observação de efeito sobre a concentração ruminal de amônia em animais recebendo a dieta 1. A dieta 1 foi muito semelhante a uma das dietas

experimentais utilizadas por Aitchison, Tanaka e Rowe (1989), porém, os resultados obtidos foram diferentes.

Murray, Rowe e Speijers (1991) levantaram novamente a hipótese do efeito da flavomicina na produção de lã estar relacionada a melhor absorção de aminoácidos essenciais sulfurados, e avaliaram o efeito da suplementação de ovinos com algumas fontes de enxofre e aminoácidos sulfurados, protegidos ou não contra a degradação ruminal, na produção de lã, mudança no peso vivo e alguns parâmetros ruminais de ovinos. As fontes de suplemento foram gesso, DL-metionina, Mepron (análogo da Metionina de menor degradabilidade ruminal) e farinha de peixes, com e sem a inclusão de flavomicina e a dieta foi formulada a base de palha de trigo e tremoço. Os resultados obtidos também não foram claros e consistentes, ocorrendo algumas interações entre aditivos e a inclusão de flavomicina.

Murray, Winslow e Rowe (1992), em sequência aos experimentos anteriores avaliaram o efeito da inclusão de flavomicina (20 mg kg^{-1}) na dieta de animais de mesma genética, proveniente de dois locais com sistemas de criação (Mount Barker, com alta pluviosidade e uso de pastagens e Wongan Hills, com baixa pluviosidade e uso de resíduo de lavoura de grãos e grãos), em duas idades (8 e 20 meses). A dieta utilizada foi baseada em feno de palha de trigo (52%), palha de alfafa (30%), farinha de peixe (6%) e grãos de tremoço (10%), oferecida na forma peletizada e na quantidade de 3,5% e 3,1% do peso vivo, para animais de 8 e 20 meses, respectivamente. A dieta contava com 16,3% de proteína bruta e 1,9 Mcal de energia metabolizável por quilo de matéria seca do alimento. A flavomicina promoveu maior ganho de peso em todas as combinações de tratamentos (incrementos variando entre 11,2% e 21,3%), sem alteração no consumo, levando a melhor conversão alimentar. Um fato interessante observado foi que animais recebendo flavomicina demoraram mais tempo para o consumo do alimento oferecido, sendo os valores de 29 e 44 minutos para os tratamentos sem e com flavomicina, respectivamente. Quanto à produção de lã, a inclusão do antibiótico pareceu interagir com animais provenientes de diferentes localidades, sendo apenas que aumentou a produção para animais provenientes de Mount Barker. A flavomicina não alterou a população ruminal de protozoários, mas promoveu aumento significativo nos teores de amônia ruminal, propionato, relação propionato:acetato e pH. Também foi observada diminuição na concentração total de

AGVs. Baseado em algumas interações observadas entre resultados de animais provenientes de diferentes localidades, o autor coloca o efeito como um dos fatores que determinam a resposta à utilização de flavomicina em ovinos.

Os experimentos relatados acima comprovam que existe interação entre a dieta, idade e local de onde o animal provém, conforme relatado por Murray, Winslow e Rowe (1992). Porém, as interações ainda não são claras, e não se tem a certeza sobre a resposta positiva ou não da flavomicina na produção de carne e lã de ovinos, e menos ainda na sua magnitude.

Mogentale et al. (2010) não observaram efeito da flavomicina ou mesmo da monensina no consumo de vacas secas recebendo dieta com relação 40:60 volumoso:concentrado. Wang, Wang e Zhou (2009) não observaram efeito da flavomicina no consumo de ovinos adultos recebendo dieta com relação 75:25 volumoso: concentrado. Fébel, Fekete e Romvári (2001) não observaram efeito da flavomicina para ovinos consumindo dietas de variados teores de proteína degradável no rúmen e carboidratos não estruturais. Aitchison, Tanaka e Rowe (1989) não constataram efeito da flavomicina no consumo médio diário de ovinos em crescimento alimentados tanto em dietas baseadas em palha de trigo quanto em pellets de alfafa. Para os animais recebendo dieta a base de alfafa, avaliando-se o ganho de peso, também foi observada diferença significativa na conversão alimentar (consumo:ganho), com valores da 5,55 e 6,35, com e sem a inclusão de flavomicina respectivamente.

Com base na literatura revisada é possível concluir que os possíveis efeitos da flavomicina no animal, que são a melhoria na eficiência energética pelo aumento da relação propionato:acetato, melhoria da eficiência proteica pela inibição das HAPs e melhoria na integridade do trato digestível anterior pela inibição de *Fusobacterium necrophorum* e outros microrganismos oportunistas, podem melhorar o desempenho animal. Contudo, em condições de pastagem diferida de valor nutritivo ruim, a forragem geralmente apresenta baixo teor de proteína verdadeira, e desta forma a inibição das HAPs não teria efeito algum sobre a produção ruminal de amônia.

Porém, há muita variabilidade nos dados apresentados, principalmente em experimentos *in vivo*, e até então, não é possível discernir com clareza o modo de ação do antibiótico, ou mesmo predizer as situações mais adequadas para sua utilização.

Somando-se a isso, há escassez de dados sobre o uso de flavomicina em ruminantes, principalmente para animais em pastejo, e mais além, de seu uso em ecossistemas de pastagens brasileiros.

Não há relatos na literatura sobre a interação entre o uso de flavomicina com ureia comum ou Optigen®, assim como com nenhuma outra fonte de ureia protegida. Porém, devido ao fato de os aditivos diferirem quanto ao modo de ação supõe-se que não há interação quando ambos são usados concomitantemente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de julho a novembro de 2010, no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, em Pirassununga-SP (21 59'S e 47 26'W, 634 m de altitude), sendo o clima subtropical do tipo Cwa segundo a classificação de Köppen. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa, fase cerrado (EMBRAPA, 1999).

A área experimental de 25,2 ha era formada com *Brachiaria brizantha* (Hochst, ex. A. Richt) Stapf cv. Marandu, dividida em 15 unidades experimentais (UEs). Cada UE era subdividida em 5 piquetes de 3.150 m^2 (35 x 95 m) e um corredor com 525 m^2 (175 x 3 m), usado como meio de acesso aos piquetes, cocho de suplemento e bebedouro, totalizando assim 16.275 m^2. A pastagem foi diferida no período de fevereiro a julho (170 dias, aproximadamente). Anterior ao diferimento, a área experimental foi utilizada por animais de outro experimento. O tempo de diferimento era necessário devido à falta de chuva nos meses de maio a novembro.

O método de pastejo utilizado foi o da lotação rotativa, com ciclo de pastejo de 35 dias, sendo 7 dias de ocupação e 28 dias de descanso, durante 3 ciclos de pastejo, totalizando 105 dias.

No primeiro ciclo de pastejo, compreendido entre 21/07 a 24/08, as temperaturas mínimas estiveram abaixo de 15°C, alcançando esta média apenas em meados do segundo ciclo de pastejo, compreendido entre 25/08 a 28/09 (Figura 3). O terceiro ciclo de pastejo, que compreendeu de 29/09 a 03/11, foi quando ocorreram mais chuvas. Os dados de temperatura estão expressos em médias de três dias consecutivos, e os de precipitação pluviométrica estão expressos em total diário.

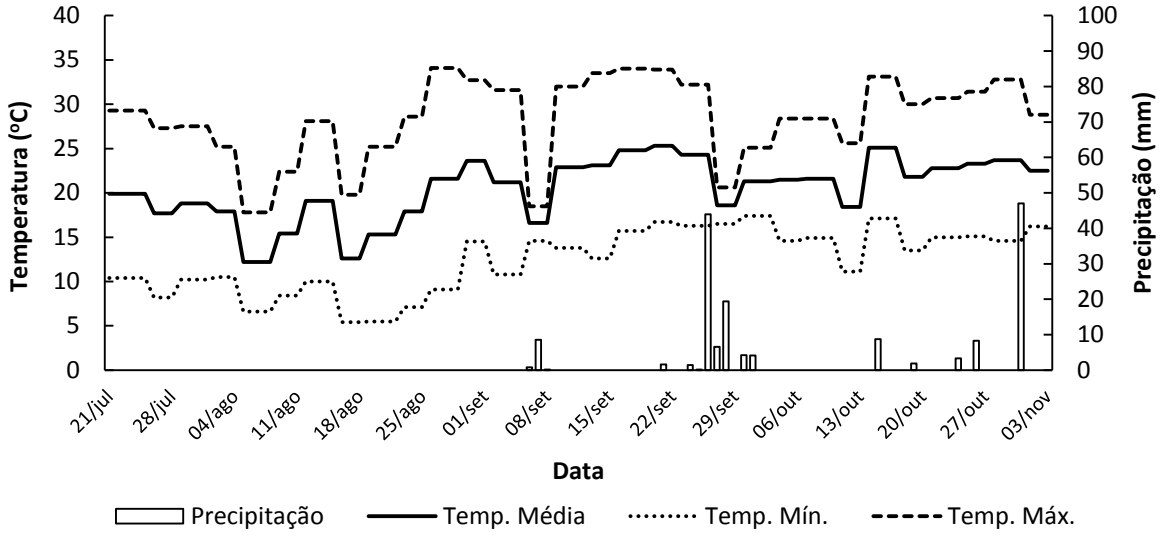

Figura 3 - Dados de precipitação e temperatura mínima, média e máxima.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com 5 tratamentos e 3 repetições. Os blocos foram caracterizados por três grupos homogêneos de peso inicial dos animais (175 a 197; 199 a 213; e 215 a 228 kg de peso vivo). Os tratamentos foram arranjados em esquema fatorial 2x2, mais o tratamento controle. O controle foi a suplementação mineral (SM) e os dois fatores foram flavomicina (FL) e fonte de NNP adicionados em um suplemento proteico (Tabela 3). Os níveis de FL foram ausência ou presença de 100 mg kg^{-1} de suplemento (consumo estimado de 20 mg $animal^{-1}$ dia^{-1} do princípio ativo, seguindo recomendação do fabricante). As fontes de NNP foram a ureia comum (U) e a mistura (M) de ureia comum e Optigen®II (2/3 do NNP na forma de ureia comum e 1/3 do na na forma de Optigen®II). Assim, os cinco tratamentos foram: suplemento mineral (SM); suplemento proteico com ureia (SPU); suplemento proteico com ureia e flavomicina (SPUF); Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida (SPM); e suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida e flavomicina (SPMF). Todos os suplementos foram disponibilizados *ad libitum* aos animais. O suplemento mineral utilizado (Tabela 3) foi um sal linha branca comum, com 60 g kg^{-1} de fósforo e 149 g kg^{-1} de sódio. Quanto ao sulpemento proteico, este tinha o teor de 400 g kg^{-1} de proteína bruta, sendo que mais de 90% desta era representada pela fonte de NNP.

Tabela 3 - Composição dos tratamentos (suplementos), com base na matéria seca.

	Tratamentos				
Ingredientes (g kg^{-1})	SM	SPU	SPUF	SPM	SPMF
Fosfato Bicálcico	332	170	170	170	170
Cloreto de Sódio	392	197	197	197	197
Ureia Pecuária	-	129	129	90	90
Ureia Protegida	-	-	-	43	43
Veículo[1]	25	300	299	296	295
Núcleo mineral	43	29	30	29	30
Calcário	208	175	175	175	175
Nutrientes/Aditivos (g kg^{-1})					
Proteína Bruta	32	400	400	400	400
Cálcio	163	111	111	111	111
Fósforo	60	32	32	32	32
Magnésio	5,0	2,5	2,5	2,5	2,5
Enxofre	16	15	15	15	15
Sódio	149	75	75	75	75
NNP equivalente em PB	-	365	365	365	365
Nutrientes/Aditivos[2] (mg kg^{-1})					
Cobre	1020	510	510	510	510
Zinco	3400	1700	1700	1700	1700
Manganês	2040	1020	1020	1020	1020
Selênio	17	9	9	9	9
Cobalto	61	31	31	31	31
Iodo	61	31	31	31	31
Flavomicina	-	-	100	-	100

SM - Suplemento mineral; SPU - Suplemento proteico com ureia; SPUF - Suplemento proteico com ureia e flavomicina; SPM - Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida; SPMF - Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida e flavomicina; NNP - Nitrogênio não proteico; PB - Proteína bruta. [1]Mistura de farelo de trigo, glúten de milho e milho moído.[2]Valores referentes a Cobre, Zinco, Manganês, Selênio, Cobalto e Iodo referem-se às quantidades presentes no núcleo mineral.

O tratamento SM, embora não faça parte da hipótese e objetivo, foi inserido ao experimento com o intuito de indicar se a suplementação proteica apresentaria efeito satisfatório, pois em caso contrário, poderia se suspeitar da influência de outros fatores como a massa de forragem limitante, que interfeririam nas conclusões deste experimento.

Em cada UE foram alojadas 4 novilhas da raça nelore denominadas *testers*, mantidas durante todo o período experimental nos mesmos tratamentos e mesmas

UEs para a avaliação de ganho de peso médio diário (GMD) e ganho por área no período total (GA). Estas novilhas, com peso médio de 206 kg e idade de 10 meses, foram previamente vermifugadas e mantidas em pastagens de capim-marandu, recebendo suplementação proteico-energética. Os outros animais, denominados reguladores, de sexo, peso e idade semelhantes, foram utilizados para ajustar a taxa de lotação e igualar a oferta de forragem entre os tratamentos pelo método de *put and take*. Quando não estavam sendo utilizados, os animais reguladores eram mantidos em pastagem com a mesma espécie forrageira, recebendo o tratamento SPU. Por haver apenas uma área disponível para a reserva, foi necessário escolher o suplemento que seria oferecido aos animais, e a escolha de SPU se de por ser livre de aditivos que poderiam afetar o consumo de suplemento, embora não tenha sido possível oferecer apenas SM aos reguladores que em algum momento foram para este tramanto.

O GMD (kg de peso vivo animal^{-1} dia^{-1}) foi determinado pela diferença entre o peso corporal ao início e final do experimento, dividido por 105 dias experimentais. A média dos quatro testers foi usada para representar cada UE. O GA (kg de peso vivo ha^{-1}) foi determinado com base no período todo. A primeira e a última pesagem foram feitas sob jejum de água e alimento por um período de 14 a 16 horas. Foram realizadas pesagens intermediárias sem jejum de todos os animais com intervalos de duas ou três semanas para o ajuste da oferta de forragem.

O consumo médio diario de suplemento (CMS, em kg animal^{-1} dia^{-1}) foi determinado semanalmente subtraindo-se as sobras de cocho do total fornecido. A pesagem de sobras e reposição de suplemento era feita geralmente no período da manhã. Nos casos de ocorrência de chuvas, o sal de todos as UEs foram trocados em sguida. O teor de matéria seca (MS) a 105°C da sobra do suplemento foi determinado para correção dos teores de umidade em relação ao suplemento original. O valor foi dividido pelo número médio de animais (nos casos onde ocorreram ajuste de lotação entre as avaliações de consumo) e pelo número de dias do intervalo de avaliação, para determinação do consumo médio diário por animal a cada ciclo.

A altura do relvado no pré-pastejo foi avaliada em três piquetes por UE, ao longo de cada ciclo de pastejo, pela coleta de 30 medidas de altura, utilizando régua graduada em centímetros. As médias referentes aos três piquetes foram usadas para compor a média de altura de cada ciclo de pastejo.

A estimativa da massa de forragem foi realizada pelo método da dupla amostragem (WILM; COSTELLO; KIPPLE, 1944), uma vez por ciclo de pastejo, correlacionando altura com massa de forragem. Foram selecionados 15 pontos representativos no primeiro piquete de UEs aleatórias, sempre no início do ciclo de pastejo, de modo que os pontos representassem bem a amplitude de alturas do relvado observadas na área experimental. Em cada ponto foi alocado uma moldura de 1 x 1 metro (1 m^2), no interior da qual foram tomadas 5 medidas de altura do dossel. Em seguida, a massa de forragem do interior da moldura foi cortada com cutelo ao nível do solo. O material foi pesado e subamostrado para determinação do teor de MS por secagem em estufa a 65°C com ventilação forçada por 72 horas. Com os dados de altura e massa de forragem em cada quadrado foi gerada a equação linear de correlação, com extrapolação dos dados para massa de forragem por hectare. A média de altura do relvado foi, então, inserida na equação para determinação da massa de forragem. O coeficiente de determinação das equações geradas estiveram sempre acima de 0,85.

A oferta diária de forragem (OF - kg MS de forragem 100 kg de peso animal^{-1} dia^{-1}), sempre que necessário, foi ajustada com animais reguladores, após a avaliação de massa de um piquete, com o intuito de manter a mesma OF entre os tratamentos.

Amostras da forragem no período pré-pastejo foram coletadas duas vezes por ciclo para análises bromatológicas e composição morfológica. As coletas foram feitas em três pontos representativos do piquete, com o corte da planta forrageira ao nível do solo em uma área de 0,25 m^2 cada. Foram amostrados 2 piquetes de cada UE em cada ciclo. O material coletado foi levado a estufa de ventilação forçada a 65° C por 72 horas, e depois separado manualmente em folhas verdes, colmo+bainha verdes e material senescente, para a determinação da composição morfológica, além da conservação de uma amostra de planta inteira. As amostras secas foram moídas em moinho de Willey dotado com peneira de malha de 1 milímetro e acondicionadas em sacos plásticos, previamente identificados. As amostras de planta inteira foram utilizadas para as determinações do teor de MS a 105°C e proteína bruta (PB) segundo Nogueira e Souza (2005), e determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) feita segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991), sem o uso de α-amilase e sulfito de sódio, utilizando o sistema ANKOM de determinação de fibras.

As variáveis GMD e GA foram analisadas com o comando LSMEANS do procedimento PROC MIXED do software SAS (Statistical Analysis System, versão 9.2), sendo considerados como variáveis fixas o tratamento e bloco. Já as demais variáveis, que apresentavam medidas repetidas no tempo, foram avaliadas com o procedimento PROC MIXED do software SAS de acordo com Littell et al. (2006), e foram considerados como variáveis fixas o tratamento, o bloco, o período (ciclo de pastejo) e a interação tratamentoXperíodo. Para cada variável, foi usada a melhor estrutura de matriz de covariâncias. As comparações entre tratamentos foram feitas pelo teste t, comparando os seguintes contrastes ortogonais:

	SM	SPU	SPUF	SPM	SPMF
SM vs. Demais	4	-1	-1	-1	-1
Efeito da Flavomicina	0	-1	1	-1	1
Efeito da Fonte de NNP	0	-1	-1	1	1
Interação Flav. X Fonte de NNP.	0	1	-1	-1	1

Onde: SM - Suplemento mineral; SPU - Suplemento proteico com ureia; SPUF - Suplemento proteico com ureia e flavomicina; SPM - Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida; SPMF - Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida e flavomicina; NNP - Nitrogênio não proteico.

Quando o contraste de interação foi significativo desconsiderou-se os contrastes dos efeitos isolados de cada fator e prosseguiu-se com o desdobramento dos graus de liberdade da interação.

As comparações entre ciclos de pastejo foram feitas pelo teste de Tukey. O nível de significância para todas as variáveis foi 10%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu interação significativa entre tratamento e ciclo de pastejo para as variáveis massa de forragem (P<0,004) e altura (P<0,005) do pasto. No desdobramento dos graus de liberdade das interações (Tabela 4), não houve diferença entre tratamentos dentro de cada ciclo de pastejo. Ao avaliar os efeitos de ciclo de pastejo dentro de cada tratamento, foi observado decréscimo tanto na massa de forragem, a partir do 2º ciclo de pastejo, quanto na altura do pasto no pré-pastejo a partir do 1º ciclo de pastejo, dada as condições de baixo crescimento da planta forrageira.

Tabela 4 - Desdobramento dos graus de liberdade da interação tratamento e ciclo de pastejo para massa de forragem e altura do relvado.

	Massa de forragem (kg MS ha^{-1})			Altura do relvado (cm)		
	Ciclos de Pastejo			Ciclos de Pastejo		
Trat.	1	2	3	1	2	3
SM	6.079 Aab	6.706 Aa	5.559 Ab	37,5 Aa	31,9 Ab	25,5 Ac
SPU	7.171 Aa	6.672 Aa	5.675 Ab	42,7 Aa	31,7 Ab	26,0 Ac
SPUF	6.851 Aa	7.119 Aa	5.480 Ab	41,2 Aa	33,7 Ab	25,0 Ac
SPM	6.475 Aa	6.678 Aa	5.349 Ab	39,4 Aa	31,6 Ab	24,4 Ac
SPMF	6.581 Aa	6.850 Aa	5.338 Ab	39,9 Aa	32,5 Ab	24,4 Ac
EPM	289	142	153	1,3	0,6	0,7

SM- Suplemento mineral; SPU - Suplemento proteico com ureia; SPUF - Suplemento proteico com ureia e flavomicina; SPM - Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida; SPMF - Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida e flavomicina; EPM - Erro padrão da média. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si a 10% de probabilidade pelo teste F entre os tratamentos e pelo teste de Tukey entre os ciclos de pastejo.

A massa de lâminas foliares variou apenas entre ciclos de pastejo. As médias foram 711,2; 249,7 e 472,0 kg ha^{-1}, respectivamente para os ciclos 1, 2 e 3, sendo que todas as médias foram diferentes entre si. Euclides et al. (2000) encontraram correlação positiva entre a disponibilidade de folhas e o consumo voluntário de MS, bem como GMD de novilhos, recebendo apenas suplementação mineral, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, embora não tenha sido observada correlação entre oferta de lâminas foliares e GMD neste experimento. No período da seca, os autores obtiveram GMD de 0,170 kg, com taxa de lotação de 1,45 UA ha^{-1},

e o pasto apresentava 490 kg ha^{-1} de lâminas foliares, que representavam 21,2% da massa de forragem total. Neste experimento, embora a disponibilidade média de lâminas foliares tenha sido semelhante, a porcentagem de folhas (7,7% em média) foi menor, e a taxa de lotação foi maior (2,24 UA ha^{-1} em média)..

No segundo ciclo de pastejo foi observado aumento na massa de forragem relativa a alguns tratamentos, embora as alturas tenham sempre diminuído. Embora o acúmulo de forragem não tenha sido avaliado, é de se supor que ele foi baixo devido às condições climáticas e seria pouco provável que o pasto acumulasse massa suficiente para superar a massa inicial de forragem. Assim, este aumento observado pode ter sido decorrente de erro inerente ao método de avaliação de massa de forragem.

As proporções de lâminas foliares, colmo+bainha e material morto variaram apenas entre os ciclos de pastejo (Tabela 5). O pasto no início do experimento já apresentava baixa participação percentual de folhas e alta de colmo+bainha e material morto, devido ao longo período de diferimento. No segundo ciclo de pastejo houve decréscimo acentuado na proporção de folhas verdes e acréscimo na proporção de material morto em relação ao primeiro, devido à temperatura mínima ter ficado abaixo de 15 ^{o}C e baixos índices pluviométricos (Figura 3). Segundo McWilliam (1978), a temperatura ideal para o crescimento das gramíneas de clima tropical varia de 30ºC a 35 ºC, enquanto que de 10ºC a 15 ºC o crescimento é praticamente nulo, o que provocaria a estacionalidade na produção de forragem.

No começo do terceiro ciclo de pastejo, ocorreram as primeiras chuvas da estação chuvosa, o que promoveu aumento na proporção de folhas e, provavelmente, a queda de parte do material morto ao solo ou até mesmo o consumo deste material.

Tabela 5 - Composição morfológica da planta forrageira ao longo dos ciclos de pastejo.

	Ciclos de Pastejo		
(%)	1	2	3
Folhas	10,7 (0,4)[1] a	3,7 (0,1) c	8,6 (0,6) b
Colmo + bainha	18,3 (1,8) b	18,3 (1,8) b	21,9 (1,8) a
Material morto	71,0 (1,3) b	78,0 (1,3) a	69,5 (1,3) b

[1]Valores entre parênteses representam o EPM. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

A OF foi igual entre os tratamentos (P>0,94), variando entre ciclos de pastejo (P<0,0001). As médias foram 18,8; 19,1 e 15,4 kg de MS de forragem 100 kg peso animal^{-1} dia^{-1}, e os valores de EPM foram 0,2; 0,2 e 0,1, respectivamente para os ciclos 1, 2 e 3, sendo que as médias dos ciclos 1 e 2 foram estatisticamente iguais e ambas diferiram da média do ciclo 3. Como a massa de forragem diminuiu ao longo dos ciclos, a OF no último ciclo de pastejo foi a menor. Porém, ainda assim ficou acima do valor de 12% do peso animal, valor sugerido por Hodgson (1990), acima do qual o consumo de forragem seria máximo.

A taxa de lotação média foi 2,24 UA ha^{-1}, com EPM igual a 0,06, e não variou entre tratamentos (P>0,40) e ciclos de pastejo (P>0,11). Desta forma, sem alteração na taxa de lotação, os efeitos significativos observados para GA são resultado das diferenças observadas para GMD.

Tabela 6 - Oferta de forragem total e de componentes morfológicos nos ciclos de pastejo.

	Ciclos de pastejo		
(kg MS.100 kg peso animal^{-1}.dia^{-1})	1	2	3
Oferta de Forragem Total	18,8 (0,25) a	19,1 (0,26) a	15,4 (0,07) b
Oferta de Lâminas Foliares	2,0 (0,08) a	0,7 (0,02) c	1,3 (0,09) b
Oferta de Colmo	3,5 (0,18)	3,5 (0,18)	3,4 (0,18)
Oferta de Material Morto	13,4 (0,28) b	14,9 (0,28) a	10,7 (0,28) c

[1]Valores entre parênteses representam o EPM. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

As ofertas de lâminas foliares (OF - LF), colmos (OF - C) e material morto (OF - MM) foram calculadas com base na composição morfológica (Tabela 6), e estão expressas em kg de MS do componente por 100 kg de peso vivo animal por dia.

Houve efeito de tratamento (P<0,08) e ciclo de pastejo (P<0,0001) para OF - LF. Avaliando o efeito de ciclos de pastejo, todas as médias diferiram entre si, sendo a maior OF - LF observada no primeiro ciclo de pastejo e a menor no segundo. Quanto ao efeito de tratamento, SM não diferiu dos outros tratamentos (P>0,28), e apresentou média de 1,44 kg MS 100 kg peso animal^{-1} dia^{-1} e EPM de 0,914 para OF - LF. Ocorreu interação significativa entre os fatores FL e fonte de NNP (P<0,05) para OF - LF (Tabela 7), sendo que no desdobramento dos graus de liberdade do efeito de FL dentro da fonte de NNP, a oferta de folhas foi menor com o uso de FL apenas quando M foi usada (P<0,03), enquanto no desdobramento do efeito da fonte de NNP dentro de FL a oferta de folhas foi maior com o uso de M apenas na ausência de FL (P<0,02). Não houve efeito de tratamentos (P>0,88) e nem de ciclos de pastejo (P>0,94) para a OF - C. Houve apenas efeito de ciclos de pastejo para OF - MM (P<0,0001) com todas as médias diferentes entre si, sendo a maior observada no segundo ciclo de pastejo e a menor observada no terceiro ciclo de pastejo.

Tabela 7 - Desdobramento dos graus de liberdade da interação entre os fatores flavomicina e fonte de NNP para a oferta de lâminas foliares (kg lâminas foliares.100 kg de peso vivo animal^{-1}. dia^{-1}).

	U	M
Sem FL	1,21 Ab	1,59 Aa
Com FL	1,28 Aa	1,23 Ba

NNP - nitrogênio não proteico; FL - Flavomicina (100 mg kg de suplemento^{-1}); U - Ureia como fonte de NNP; M - Mistura de ureia comum (2/3 do NNP) e ureia protegida (1/3 do NNP) como fonte de NNP. O valore de EPM é de 0,09 todos os tratamentos. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Como a massa de forragem diminuiu ao longo dos ciclos, a OF no último ciclo de pastejo foi a menor. A OF ficou acima do valor de 12% do peso animal em todos os ciclos de pastejo, valor sugerido por Hodgson (1990), acima do qual o consumo de forragem seria máximo, embora estes resultados tenham se baseado em forragens subtropicais de valor nutritivo e estrutura diferentes do observado neste experimento. Contudo, devido à baixa proporção de folhas na composição morfológica, a OF - LF ficou muito baixa, principalmente no segundo ciclo de

pastejo. Dada a relação entre a disponibilidade de lâminas foliares e o consumo de forragem (EUCLIDES et al., 2000), a baixa oferta de folhas observada no segundo ciclo pode estar relacionada com o aumento no consumo de suplemento observado no mesmo período, como forma de aumentar a ingestão de alimentos frente a possível menor ingestão de forragem. O fato da OF - C não sofrer alteração ao longo dos ciclos de pastejo pode ser justificado pelo aumento na proporção de colmos e bainhas no último ciclo de pastejo, fazendo com que a OF - C não diminuísse, mesmo quando a OF foi menor. Embora a OF no primeiro ciclo de pastejo tenha ficado ao redor de 19 kg MS 100 kg peso animal^{-1} dia^{-1}, grande parte deste valor foi representado pela OF - MM. No segundo ciclo, o aumento na OF - MM ocorreu devido ao acúmulo do componente MM. No terceiro ciclo de pastejo a queda do material morto e a diminuição na OF levaram à menor OF - MM observada nos três ciclos de pastejo.

Quanto ao efeito de tratamento observado para OF - LF, é necessário observar que a variável foi avaliada sempre no período pré-pastejo, mesmo no primeiro ciclo de pastejo, ou seja, na condição inicial antes da aplicação dos tratamentos experimentais. O fato de não haver interação entre tratamentos e ciclos de pastejo ($P>0,53$) significa que a condição inicial não sofreu o efeito de tratamentos após a aplicação destes. Assim, as diferenças observadas na OF - LF entre os tratamentos são fruto das condições inicias das unidades experimentais, embora não tenham sido constatadas diferenças de proporção de folhas na composição morfológica. Contudo, as diferenças observadas na OF - LF para os fatores FL e UP não se refletiram nos resultados de desempenho animal, e diferentemente do esperado, a correlação entre a OF - LF e GMD não foi significativa.

Os teores de PB e FDN da planta inteira, da mesma forma que os teores de PB da folha, variaram apenas entre ciclos de pastejo (Tabela 8). Os baixos teores de PB e altos de FDN são características de plantas em idade fisiológica avançada, resultado do longo período de diferimento do pasto. Embora seja conhecido que o valor nutritivo da planta inteira seja pior que a forragem realmente consumida pelo animal (EUCLIDES; MACEDO; OLIVEIRA, 1992), os valores obtidos neste experimento sugerem que a PB foi limitante para os animais que não consumiram suplemento proteico, dado os menores GMD e GA observados para SM. No terceiro ciclo de pastejo, onde as maiores precipitações e temperaturas promoveram início

da rebrota, o teor de PB da planta inteira foi maior, principalmente devido ao expressivo aumento no teor de PB da folha. Porém, devido à maior proporção de colmos, o teor da FDN também aumentou.

Tabela 8 - Teores de PB e FDN da planta inteira e PB na folha com base na MS nos ciclos de pastejo.

	Ciclos de Pastejo		
(%)	1	2	3
PB Planta inteira	1,89 (0,02)[1] b	1,98 (0,06) b	3,08 (0,11) a
FDN Planta inteira	76,42 (0,56) b	77,85 (0,56) b	80,63 (0,56) a
PB Folha	5,76 (0,04) c	6,27 (0,19) b	13,87 (0,25) a

PB - Proteína Bruta; FDN - Fibra em detergente neutro; MS - matéria seca. [1]Valores entre parênteses representam o EPM. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Para as médias de FDA da planta inteira houve interação entre tratamento e ciclo de pastejo (P<0,033). No desdobramento dos graus de liberdade do efeito de ciclos de pastejo dentro de cada tratamento, com exceção do tratamento SPF, que não variou ao longo dos ciclos de pastejo, foram observados maiores teores de FDA no terceiro ciclo de pastejo (Tabela 9), devido à maior proporção de colmos neste período (Tabela 5). No desdobramento dos graus de liberdade do efeito de tratamento em cada ciclo, os tratamentos não variaram significativamente no primeiro e segundo ciclo de pastejo, apenas no terceiro (P<0,001). Neste ciclo, o tratamento SM, com média de 47,15% e EPM de 0,43, apresentou menor teor de FDA na forragem que a média dos demais tratamentos (P<0,021), enquanto ocorreu interação significativa entre os fatores FL e fonte de NNP (P<0,029). Avaliando o desdobramento dos graus de liberdade de FL dentro da fonte de NNP (Tabela 10), apenas quando foi usado M o uso de FL levou a menor teor de FDA. Avaliando o desdobramento dos graus de liberdade de fonte NNP dentro de FL, apenas na presença de FL o uso de M levou a maior teor de FDA.

Embora tenham sido observadas diferenças no teor de FDA entre tratamentos, estas ocorreram apenas no último ciclo de pastejo e ao longo do experimento não apresentaram correlação significativa com o GMD (P>0,77), dados não mostrados). Os efeitos observados sobre o teor de FDA da planta inteira poderiam ser provenientes de alguma alteração no comportamento ingestivo destes animais, embora não tenham sido observadas alterações em taxa de lotação e

oferta de forragem. Não foram encontradas pesquisas sobre efeitos no pasto decorrentes da inclusão dos aditivos estudados na suplementação animal.

Tabela 9 - Teores de FDA (%) para o desdobramento dos graus de liberdade do efeito de ciclos de pastejo dentre de cada tratamento.

	Ciclos de Pastejo[1]		
Trat.	1	2	3
SM	45,44 b	46,55 b	49,37 a
SPU	46,19 c	48,18 b	51,23 a
SPUF	46,55 a	47,48 a	48,51 a
SPM	44,62 c	47,79 b	52,66 a
SPMF	46,29 c	49,20 b	53,46 a

SM- Suplemento mineral; SPU - Suplemento proteico com ureia; SPUF - Suplemento proteico com ureia e flavomicina; SPM - Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida; SPMF - Suplemento proteico com mistura de ureia comum e ureia protegida e flavomicina. [1]O valor de EPM para as médias de FDA é 0,75. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Tabela 10 - Desdobramento dos graus de liberdade da interação entre os fatores flavomicina e fonte de NNP, para o efeito de tratamentos dentro do terceiro ciclo de pastejo para teor de FDA da planta inteira (%).

	U	M
Sem FL	51,23 Aa	52,66 Aa
Com FL	48,51Bb	53,46 Aa

NNP - Nitrogênio não proteico; FDA - Fibra em detergente ácido; FL - Flavomicina (100 mg kg de suplemento^{-1}); U - Ureia como fonte de NNP; M - Mistura de ureia comum (2/3 do NNP) e ureia protegida (1/3 do NNP) como fonte de NNP. [1]O valor de EPM foi 0,75 para todas as médias. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade.

Foi observada diferença significativa entre o controle e os outros tratamentos para as variáveis GMD ($P<0,001$) e GA ($P<0,001$) (Tabela 11). Houve interação significativa entre FL e fonte de NNP para as mesmas variáveis ($P = 0,07$ e $P = 0,08$). No desdobramento dos graus de liberdade de FL dentro da fonte de NNP, o uso de flavomicina apresentou diferença significativa apenas quando U foi usado concomitantemente ($P<0,05$), aumentando o GMD e GA. Já para o desdobramento

dos graus de liberdade de fonte de NNP dentro de FL, não houve diferença entre o uso das fontes de NNP, independente do uso de flavomicina (Tabela 12).

Tabela 11 - Ganho médio diário de peso (GMD), ganho por área (GA) e P-valor dos contrastes entre as médias dos tratamentos.

Variáveis	Tratamentos					EPM	P-valor dos Contrastes*	
	SM	SP	SPF	SPU	SPFU		SM vs. demais	Interação FL x UP
GMD (kg animal^{-1} dia^{-1})	-0,054	0,055	0,116	0,101	0,079	0,019	0,0002	0,07
GA (kg ha^{-1})	-29,1	29,2	59,4	48,9	39,4	9,96	0,0002	0,08

*Como a interação entre FL e UP foi significativa, os valores dos contrastes para efeito individual de cada fator foram omitidos. SM- Suplemento mineral; SP - Suplemento proteico; SPF - Suplemento proteico com flavomicina; SPU - Suplemento proteico com ureia protegida; SPFU - Suplemento proteico com flavomicina e ureia protegida; EPM - Erro padrão da média; FL - flavomicina; UP - Ureia protegida.

Tabela 12 - Desdobramento dos graus de liberdade da interação flavomicina e fonte de NNP para ganho médio diário de peso (GMD) e ganho por área (GA).

	GMD[1] (kg animal^{-1} dia^{-1})		GA (kg ha^{-1})	
	U	M	U	M
Sem FL	0,055 Ba	0,101 Aa	29,2 Ba	48,9 Aa
Com FL	0,116 Aa	0,079 Aa	59,4 Aa	39,4 Aa

NNP - Nitrogênio não proteico; FL - Flavomicina (100 mg kg de suplemento^{-1}); U - Ureia como fonte de NNP; M - Mistura de ureia comum (2/3 do NNP) e ureia protegida (1/3 do NNP) como fonte de NNP. [1]O erro padrão da média para as variáveis GMD e GA é 0,019 e 9,96, respectivamente. Médias seguidas de mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste t a 10% de probabilidade.

O baixo desempenho e produtividade dos animais que receberam o tratamento SM, em relação aos outros tratamentos, era esperado em virtude de baixos teores de PB e alto teor de FDN na planta forrageira que culminou em deficiência de nitrogênio para a atividade dos microrganismos ruminais e proteína para crescimento dos animais. Quando houve o fornecimento de suplemento contendo NNP e proteína verdadeira, independente do tratamento, o GMD passou a ser positivo.

Embora o modo de ação da flavomicina em ruminantes ainda não esteja esclarecido, interações entre o antibiótico e a dieta foram reportadas em experimentos com ovinos na produção de carne e lã (AITCHISON; TANAKA; ROWE, 1989; FÉBEL; FEKETE; ROMVÁRI, 2001; MURRAY; ROWE; AITCHISON, 1990; MURRAY; ROWE; SPEIJERS 1991; MURRAY; WINSLOW; ROWE, 1992). Porém, não é claro o efeito de variações na dieta, como teor de carboidratos fibrosos e não fibrosos, ou mesmo a disponibilidade de aminoácidos sulfurados ou fontes de enxofre, na interação com flavomicina (MURRAY; ROWE; SPEIJERS, 1991). Murray, Winslow e Rowe (1992), ao avaliarem o uso de flavomicina em dietas na terminação de ovinos de mesma origem genética, criados em sistemas de produção distintos até a fase de terminação, observaram interação entre o uso do antibiótico e a procedência do animal, indicando que este também pode interferir. Butaye, Devriese e Haesebrouck (2000) indicaram interação entre o meio de cultura e a resistência de alguns microrganismos ao uso de flavomicina *in vitro*.

Contudo, não existem informações suficientes para justificar a interação entre flavomicina e a fonte de NNP. A tecnologia de redução na taxa de liberação de ureia do Optigen® II é baseada na cobertura do grânulo de ureia com ceras vegetais, porém, não há estudos avaliando possíveis interações da flavomicina com este tipo de substância. Como a flavomicina apresentou efeito apenas na ausência de ureia protegida, o efeito inibitório da mistura de ureia comum e ureia protegida poderia estar ocorrendo em nível ruminal, pós ruminal, ou mesmo no momento da mistura do suplemento.

Quando a ureia foi usada como fonte de NNP, o uso de FL no suplemento proteico aumentou o GMD em 0,061 kg animal^{-1} dia^{-1} e o GA em 30,2 kg ha^{-1} em relação ao uso de suplemento proteico sem aditivo. Não foram encontrados outros resultados publicados em periódicos científicos avaliando o uso de flavomicina por bovinos em pastagem diferida de capim-marandu, contudo, os resultados obtidos neste trabalho indicam a existência de potencial para uso do aditivo nesta condição. Aitchison, Tanaka e Rowe (1989), Murray, Rowe e Aitchison (1990), Murray, Rowe e Speijers (1991) e Murray, Winslow e Rowe (1992), também observaram melhorias no ganho de peso e produção de lã em ovinos confinados, embora tenham ocorrido algumas interações entre os tratamentos utilizados.

Na ausência de flavomicina, o uso da mistura de ureia comum e ureia protegida promoveu um aumento numérico de 0,046 kg animal^{-1} dia^{-1} no GMD em

relação ao uso da ureia comum, porém, a diferença não foi significativa (P>0,13). A ausência de diferença entre a ureia comum e a mistura de ureia comum e ureia protegida poderia ser explicada pela atuação do sistema de reciclagem de nitrogênio no ruminante. Lapierre e Lobley (2001) comentam que embora a quantidade de nitrogênio reciclado que retorna ao rúmen dependa de vários fatores, ela pode representar 34% do nitrogênio digestível. Os autores observaram, também, que o sistema de reciclagem de nitrogênio possui plasticidade, dando ao animal capacidade de se adequar a desafios metabólicos, como variações na quantidade de nitrogênio no rúmen. Huntington, Burns e Archibeque (2007), ao estudarem o metabolismo da ureia com uso de ^{15,15}N-ureia em novilhos pastejando três gramíneas com 9,64; 12,34 e 12,05% de PB, observaram que ao pastejar a gramínea com o menor teor proteico, os animais apresentaram redução do nitrogênio excretado pela urina, da síntese de ureia hepática e da taxa de entrada de ureia no rúmen, porém, a proporção da ureia reciclada que retornou ao rúmen foi maior, podendo ser indicativo que o animal manteve a taxa de entrada de ureia reciclada no rúmen, em detrimento da eliminação de ureia na urina. Assim, devido ao baixo teor de proteína do pasto no presente experimento, e o baixo consumo de ureia (cerca de 0,025 kg, em média), provavelmente não houve diferença entre as fontes de NNP devido à eficiência do animal em reciclar ureia e direcioná-la para o rúmen nestas condições, seja ela liberada lentamente ou não.

Em uma simulação de desempenho animal feita no software NRC para bovinos de corte (NRC, 1996), as exigências de proteína metabolizável para novilhas não prenhas, com a mesma faixa de peso e idade dos animais presentes neste estudo, variaram de cerca de 0,230 a 0,262 kg animal^{-1} dia^{-1} para ganhos de peso entre 0,050 e 0,120 kg animal^{-1} dia^{-1}. Considerando o consumo médio de ureia de 0,025 kg animal^{-1} dia^{-1}, obtêm-se o consumo diário de proteína bruta proveniente deste alimento de cerca de 0,070 kg animal^{-1} dia^{-1}. Para a transformação de proteína bruta, neste caso apenas proteína degradável no rúmen, em proteína metabolizável o NRC utiliza o fator 0,64 para multiplicar o valor a ser transformado, gerando assim o valor de 0,045 kg animal^{-1} dia^{-1} de proteína metabolizável, Embora a quantidade de proteína metabolizável representada pelas fontes de NNP usadas neste experimento tenham representado cerca de um quarto do total de proteína metabolizável que o animal provavelmente ingeriu, não foram observados efeitos sobre desempenho dos animais.

Marchesin et al. (2006) e Marchesin et al. (2007) também não observaram diferenças significativas no GMD entre a substituição ou não de parte da ureia comum por Optigen® em suplementos proteicos de baixo consumo em condições semelhantes de pasto. Sinclair et al. (2012) também não observaram diferença na produção de leite de vacas holandesas ao substituir toda a ureia (0,5 % da dieta) por Optigen® e comentaram que aspectos como nível de ureia na dieta, quantidade de carboidratos fibrosos ou mesmo nível de produção dos animais poderiam influenciar nos resultados. Tedeschi et al. (2002) comentaram que a principal vantagem do uso de ureia protegida é a diminuição de eventos de intoxicação, observada em estudos com alta inclusão de ureia.

O consumo de suplemento não foi afetado por nenhum dos tratamentos (P>0,17), variando apenas entre ciclos de pastejo (P<0,0001). As médias foram 0,184; 0,289 e 0,104 kg animal^{-1} dia^{-1} e os valores de EPM foram 0,012; 0,014 e 0,005 para os ciclos 1, 2 e 3, respectivamente. As médias foram todas significativamente diferentes entre si. No último ciclo de pastejo ocorreram chuvas (Figura 3), sendo promovida a rebrotação do pasto, o que provavelmente fez com que os animais passassem mais tempo na pastagem, procurando por folhas novas, e diminuíssem o consumo de suplemento. Era esperado baixo consumo de suplemento pelos animais do tratamento controle, em decorrência de sua maior concentração de sódio. A ausência de diferença pode ser justificada pela variabilidade dos dados observada neste tratamento. Aitchison, Tanaka e Rowe (1989), Mogentale (2010) e Murray, Rowe e Speijers (1991) não observaram efeito da flavomicina na ingestão de MS por bovinos e ovinos, enquanto Murray, Rowe e Aichison (1990) constataram redução linear na ingestão de MS por ovinos recebendo dieta à base de feno de cereais e farinha de peixe, quando a flavomicina foi adicionada à dieta nas doses de 0, 10, 20 e 40 mg kg^{-1}. Os suplementos testados neste experimento apresentavam 0 e 100 mg kg^{-1} de flavomicina, porém, sem efeito no consumo de suplemento. Sinclair et al. (2012) não observaram diferenças na ingestão de matéria seca por vacas leiteiras com e sem a substituição de ureia por Optigen®. Tedeschi et al. (2002) não observaram diferenças na ingestão de MS por novilhos confinados quando 100% do déficit de nitrogênio no rúmen foi suprido por ureia ou Optigen®, tanto na fase de crescimento quanto na fase de terminação. Marchesin et al. (2007) não observaram diferenças no consumo de suplemento quando parte da ureia foi substituída por Optigen® em um sal ureado, mas

observaram redução no consumo de suplemento quando parte da proteína verdadeira de um proteinado foi substituída pelo mesmo aditivo.

Por fim, ao avaliar o comportamento de todas as variáveis, percebe-se que o pasto foi semelhante tanto em disponibilidade e OF, quanto em composição morfológica e bromatológica nas unidades experimentais onde os tratamentos foram aleatorizados, com exceção da variável FDA da planta inteira e OF - LF. Desta forma, conclui-se que as variações observadas para GMD e GA são provenientes dos aditivos e suplementos utilizados.

5. CONCLUSÕES

A flavomicina interage com a fonte de nitrogênio não proteico. O uso de flavomicina, apenas quando a ureia comum é usada como fonte de nitrogênio não proteico, tem o potencial de aumentar o desempenho e produtividade de novilhas em pastagem diferida de capim-marandu, quando adicionada na suplementação proteica. Já o uso de mistura de ureia comum e ureia protegida não promove diferenças significativas, quando comparada com o uso de ureia comum como fonte de nitrogênio não proteico.

Nenhum dos aditivos avaliados promove efeito significativo no consumo do suplemento por novilhas em pastagem diferida de capim-marandu, quando adicionada na suplementação proteica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEDO, T. S. **Suplementação múltipla para bovinos manejados a pasto em recria e terminação.** 2007. 129 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2007. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_arquivos/1/TDE-2008-02-27T090703Z-1003/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 20 junho 2011.

AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. Irrigação em pastagens. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2002, Lavras. **Anais…** Lavras, MG: UFLA, 2002. p. 261-320.

AITCHISON, E. M.; TANAKA, K.; ROWE, J. B. Evaluation of feed additives for increasing wool production from Merino sheep. 2. Flavomycin and tetronasin included in lucerne-based pelletes or weathen chaff fed ad libitum. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 29, p. 327-332,1989.

ALCÂNTARA, P. B. Origem das braquiárias e suas características morfológicas de interesse forrageiro, In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO SOBRE BRACHIARIA, 1986, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p.1-18.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras gramíneas e leguminosas.** São Paulo: Nobel, 1992. 150 p.

ALVAREZ ALMORA, E. G.; HUNTINGTON, G. B.; BURNS, J. C. Effects of supplemental urea sources and feeding frequency on ruminal fermentation, fiber digestion and nitrogen balance in beef steers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 171, p. 136-145, 2012.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira.** São Paulo: Informa Economics FNP, 2013. 357 p.

ATTWOOD, G. T. et al. Ammoniahyperproducing bacteria from New Zealand ruminants. **Applied and Environmental Microbiology,** Washington, v. 64, p.1796-1804, 1998.

BAPTISTA, M. et al. Specificity of induction of glycopeptide resistance genes in Enterococcus faecalis. **Antimicrobial Agents Chemotherapy,** Washington, v. 40, p. 2291-2295, 1996.

BARBOSA, F. A. et al. Desempenho e consumo de matéria-seca de bovinos sob suplementação proteico-energética, durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** Belo Horizonte, v. 59, n. 1, p. 160-167, 2007.

BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W. Starea as a protein replacer for ruminants - a review of 10 years of research. **Feedstuffs,** Minnetonka, v. 47, p. 42–44, 1975.

BERG, J. N.; SCANLAN, C. M. Studies of fusobacterium necrophorum from bovine hepatic abscesses: biotypes, quantitation, virulence, and antibiotic susceptibility. **American Journal of Veterinary Research,** Schaumburg, v. 43, p. 1580-1586, 1981.

BOLDER, N. M. et al. The effect of flavophospholipol (Flavomycin®) and salinomycin sodium on the excrection of clostridium perfrigens, salmonella enteridis and campylobacter jejuni in broilers after experimental infection. **Poultry Science,** Cary, v. 78, p. 1681-1689, 1999.

BRYANT, M. P. Symposium on microbial digestion in ruminants: Identification of groups of anaerobic bacteria active in the rumen. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 22 p. 801-813, 1963.

BUTAYE, P.; DEVRIESE, L. A.; HAESEBROUCK, F. Effects of different test conditions on MICs of food animal growth-promoting antibacterial agents for enterococci. **Journal of Clinical Microbiology,** Washington, v. 36, p. 1907-1911, 1998.

BUTAYE, P.; DEVRIESE, L. A.; HAESEBROUCK, F. Effects of different medium supplements on the MICs of the growth-promoting antibiotic bambermycin against enterococci. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy,** Oxford, v. 46, p. 713–716, 2000.

BUTAYE, P.; DEVRIESE, L. A.; HAESEBROUCK, F. Antimicrobiak growth promoters used in animal feed: effect of less well known antibiotics on gram-positive bacteria. **Clinical Microbiology Reviews,** Washington, v. 16, n. 2, p. 175-188, 2003.

CASAGRANDE, D. R. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-maranu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2108-2115, 2010.

CATON, J. S.; FREEMAN, A. S.; GALYEAN, M. L. Influence of protein supplementation on forage intake, in situ forage disappearance, ruminal fermentation and digesta passage rates in steers grazing dormant blue grama rangeland. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 66, p. 2262-2271, 1988.

CECATO, U. et al. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, rebrota e no perfilhamento do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* [Hochst] Stapf. cv. Marandu). **Acta Scientiarum Agronomy**, Paraná, v. 3, n. 22, p. 817-822, 2000.

CHALUPA, W. Problems in feeding urea to ruminants. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 27, p. 207-219, 1968.

CHEN, G.; RUSSEL, J. B. Fermentation of peptides and amino acids by a monensin-sensitive ruminal Peptostreptococcus. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 54, p. 2742–2749, 1988.

CLARK, J. H.; KLUSMEYER, T. H.; CAMERON, M. R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fraction to duodenum of dairy cattle. **Journal of Dairy Science,**

New York, v. 75 p. 2304-2323, 1992.

CORREIA, P. S. Estratégias de **Suplementação de bovinos de corte durante o período das águas**. 2006. 334 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

COSTA, V. A. C. et al. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem de baixa qualidade em função de suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 37, n. 3, p. 494-503, 2008.

DE SCHRIJVER, R.; FREUMAT, D.; CLAES, B. Flavomycin effects on performance of beef bulls and nutrient digestibility in wethers. **DTW-Deutsche Tieraerztliche Wochenschrift**, Alfeld, v. 98, n. 2, p. 47-50, 1991.

DEALY, J.; MOELLER, M. W. Influence of bambermycins on Salmonella infection and antibiotic resistance in swine. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 42, p. 1331-1336, 1976.

DIAS FILHO, M. B. **Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento e a síndrome da morte do capim-marandu.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2006, 27 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos 242).

DIAS FILHO, M. B.; CARVALHO, C. J. R. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 35, n. 10, p. 1959-1966, 2000.

EDWARS, J. E. et al. Influence of flavomycin on microbial numbers, microbial metabolism and gut tissue protein turnover in digestive tract of sheep. **British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 94, p. 64-70, 2005a.

EDWARS, J. E. et al. Influence of flavomycin on ruminal fermentation and microbial populations in sheep. **Microbiology,** Berks, v. 151, p. 717-725, 2005b.

EDWARS, J. E.; MCEWAN, N. R.; WALLACE, J. Adaptation to Flavomycin in the ruminal bacterium, *Prevotella bryantii*. **Journal of Applied Microbiology,** West Sussex, v. 104, p. 1617-1623, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

ESCHENLAUBER, S. C. P. et al. Ammonia production by ruminal microorganisms and enumeration, isolation, and characterization of bacteria capable of growth on peptides and amino acids from the sheep rumen. **Applied and Environmental Microbiology,** Washington, v. 68, p. 4925-4931, 2002.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, p. 691-702, 1992.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Consumo Voluntário de Brachiaria decumbens cv. Basilisk e Brachiaria brizantha cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 29, supl. 2, n. 6, p. 2200-2208, 2000.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 273-280, 2007.

FÉBEL, H.; FEKETE, S.; ROMVÁRI, R. Comparative investigation of Salinomycin and flavophospholipol in sheep fed different composed diets. **Archives of Animal Nutrition,** Oxfordshire, v. 54, n. 3, p. 225-242, 2001.

FERREIRA, R. N. Substituição de ureia por Optigen® 1200 em suplementos de sal com 30% de ureia para novilhas nelore a pasto durante o período da seca. In: ALLTECH do Brasil. **Dossiê Optigen® 1200, flexibilizando a formulação**. Araucária: Alltech do Brasil, 2006. p. 25-26.

FLACHOWSKY, G.; RICHTER, G. H. Effect of flavomycin on the apparent digestibility of crude nutrients in wethers, parameters of rumen fermentation in cattle and feed intake and weight gain of heifers. **Archiv für Tierernaehrung**, Langhorne, v. 41, n. 3, p. 303-310, 1991.

FONSECA. D. M.; SANTOS, M. E. R. Diferimento de pastagens: estratégias e ações de manejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGEM, 6., 2009, Lavras. CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGEM, 3., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009. p. 65-88.

FORERO, O.; OWENS, F. N.; LUSBY, K. S. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 50, p. 532–538, 1980.

FORMAN, L.; TUMA, J.; DEDEK, M. A feedingstuff constituent made of whey and containing lactosylurea. In: INTERNATIONAL DAIRY CONGRESS, 21., 1982, Moscow. **Abstracts…** Moscow: MIR PUBLISHERS, 1982. p. 638-639.

GEORGE, B. A.; FAGERBERG, D. J. Effect of bambermycins, in vitro, on plasmid-mediated antimicrobial resistance. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 45, p. 2336-2341, 1984.

GHISI, O. M. A. A.; PEDREIRA, J. V. S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO SOBRE BRACHIARIA, **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p. 19-58.

GÓES, R. H. T. B. et al. Recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região Amazônica. Desempenho animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p.1740-

1750, 2005.

GRANT, R. J. et al. Perfomance of beef cattle fed flavomycin. In: MEETING AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1974, Chicago. **Abstracts...** Chicago, 1974. p. 998.

HART, E. B. et al. The utilizations of simple compounds such as urea an ammonium bicarbonate by growing caves. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 22, n. 10, p. 785, 1939.

HODGSON, J. **Grazing management science into practice**. Essex: Lougman Group UK Ltda, 1990. 203 p.

HUBER, G.; NESEMANN, G. Moenomycin, an inhibitor of cell wall synthesis. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Philadelphia, v. 30, p. 7-13, 1968.

HUNTINGTON, G. B. Hepatic urea synthesis and site and rate of urea removal from blood ofbeef steers fed alfalfa hay or a high concentrate diet. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 69, n. 1, p. 215-223, 1989.

HUNTINGTON, G. B.; BURNS, J. C.; ARCHIBEQUE, S. L. Urea metabolism in beef steers grazing Bermudagrass, Caucasian bluestem, gamagrass varying in plant morphology, protein content and protein composition. **Journal of Animal Science**, Savoy, n. 85, p.1997-2004, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção pecuária municipal.** 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/default.shtm>. Acesso em: 15 julho 2013.

INOSTROZA, J. F. et al. Effects of diet containing a controlled-release urea product on milk yield, milk composition and milk component yields in commercial Wisconsin dairy herds an economic implication. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 26, p.175-180, 2010.

JACKSON, C. R. et al. Prevalence, species distribution and antimicrobial resistance of enterococci isolated from US dairy cattle. **Letters in Applied Microbiology**, West Sussex, v. 52, p. 41-48, 2010.

JOCHIMS, F. et al. Grazing methods and forage allowances effects on animal performances in natural grassland grazed during winter and spring with early pregnant ewes. **Livestock Science,** Amsterdam, n. 155, p. 364-372, 2013.

KARIA, C. T.; DUARTE, J. B.; ARAÚJO, A. C. G. de **Desenvolvimento de Cultivares do Gênero *Brachiaria* (Trin.) Griseb. no Brasil.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 14 p. (Embrapa Cerrados, Documentos, 163).

KOHLRAUSCH, U.; HÖLTJE, J. V. Analysis of murein and murein precursors during antibiotic-induced lysis of Escherichia coli. **Journal of Bacteriology,** Washington, v.

173, p. 3425-3431, 1991.

LANGWORTH, B. F. Fusobacterium necrophorum: its characteristics and role as an animal pathogen. **Bacteriology Reviews,** Washington, v. 41, p. 373-390, 1977.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G. E. Nitrogen recycling in ruminant: a review. **Journal of Dairy Science,** Savoy, v. 84, Suppl. E, p. E223-E226, 2001.

LECHTENBERG, K. F.; NAGAJARA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Antimicrobial susceptibility of Fusobacterium necrophorum isolated from bovine hepatic abscesses. **American Journal of Veterinary Research,** Schaumburg, v. 59, p. 44-47, 1998.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, Cambridge, v. 3, n. 3, p. 277-303, 1990.

LITTELL, R. C. et al. **SAS for Mixed Models**, 2.ed., Cary, NC: SAS Institute Inc. 2006, 814 p.

MALIK, N. S.; LANGAR, P. N.; CHOPRA, A. K. Uromol as a source of dietary nitrogen for ruminants: metabolic and rumen fermentation studies on buffalo calves. **Journal of Agricultural Science,** Cambridge, v. 91, p. 309-316, 1978.

MANCIO, A. B. et al. Efeito da suplementação com semente de soja e uréia no período da seca sobre o potencial reprodutivo de fêmeas zebu. **Arquivos da Escola de Veterinária**, Belo Horizonte, v. 34, p. 573-585, 1986.

MARCHESIN, W. A. et al. Níveis da substituição da uréia de suplementos proteicos por uréia encapsulada na recria de machos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa-PB. **Resumos...**João Pessoa: SBZ, 2006. 1 CD-ROM.

MARCHESIN, W. A. et al. Substituição de NNP e de NP de suplementos proteicos por ureia encapsulada na recria de fêmeas nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal-SP. **Resumos...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

MATHISON, G. W.; SOOFI, S. R.; WORSLEY, M. The potential of isobutyraldehyde monourea (propanal, 2-methyl-monourea) as a nonprotein nitrogen source for ruminant animals. **Canadian Journal of Animal Science,** Ottawa, v. 74, p. 665-674, 1994.

McWILLIAM, J. R. Response of pasture plants to temperature. In: WILSON, J. R. (Ed.). **Plant relation in pasture**. Melbourne: CSIRO, 1978. p. 17-34.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization.** Winsconsin: American Society of Agronomy. 1994.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Tabela de aditivos antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas com uso autorizado na alimentação animal**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-autorizados>. Acesso em: 18 janeiro 2013.

MITIDIERI, J. **Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais.** 2. ed. São Paulo: Edusp, 1988. 75 p.

MOGENTALE, S. M. et al. Effects of flavomycin on ruminal fermentation, in situ degradability and in vivo digestibility in bovine fed sugarcane diets. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences,** New York, v. 5, n. 2, p. 76-85, 2010.

MURRAY, P. J.; ROWE, J. B.; AITCHISON, E. M. The influence of protein quality on the effect of flavomycin on wool growth, liveweight change and rumen fermentation in sheep. **Australian Journal Agricultural Research,** Collingwood, v. 41, n. 5, p. 987-93, 1990.

MURRAY, P. J.; ROWE, J. B.; SPEIJERS, E. J. Sulfur supplementation and the use of flavomycin with lupin grain for sheep. **Australian Journal Agricultural Research,** Collingwood, v. 42, p. 1323-1333, 1991.

MURRAY, P. J.; WINSLOW, S. G.; ROWE, J. B, Conditions under which flavomycin increases wool growth and liveweight gain in sheep. **Australian Journal Agricultural Research,** Collingwood, v. 43, p. 367-387, 1992.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle.** 1996.
NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle.** 2001. 242 p.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de **Manual de Laboratório: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334 p.

NUNES, S. G. et al. **Brachiaria brizantha cv. Marandu.** Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1984. (Embrapa-CNPGC, Documentos, 21).

PAULINO, M. F. Misturas múltiplas na nutrição de bovinos de corte a pasto. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p. 95-105.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T. Suplementos múltiplos para a recria e engorda de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001, Viçosa. **Anais....** Viçosa: UFV, 2001. p. 179-232.

PAULINO, M. F. et al. Suplementação de bovinos em pastagem: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2004, Viçosa. **Anais....** Viçosa: UFV, 2004. p. 93-144.

PEARSON, R. M.; SMITH, J. A. B. The utilization of urea in the bovine rumen. 2 conversion of urea to ammonia. **Biochemical Journal,** London, v. 37, p. 148, 1943.

PEDREIRA, J. V. S. Crescimento estacional dos capins Panicum maximum Jacq, Melinis minutiflora Pal de Beauv, Hiparrhenia rufa (Ness) Stapf e Digitaria pentz II Stent. **Boletim de Indústria Animal,** Nova Odesa, v. 30, n. 1, p. 59-145, 1973.

PEREIRA, R. C. et al. dos Composição químico-bromatológica em cultivares de *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADOS, 9., 2008, Brasília, SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/publicacoes/search_pbl/1?q=marandu>. Acesso em: 15 julho 2013.

PFALLER, M. A. Flavophospholipol: use in animals: positive implications for antimicrobial resistance based on its microbiological properties. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease,** Philadelphia, v. 56, p. 115-121, 2006.

PROKOP, M. J.; KLOPFENSTEIN, T. J. **Slow ammonia release urea.** Nebraska Beef Cattle Report No. EC 77-218 Nebraska, 1977.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 94 p.

REIS, R. A. et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte com estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 38, supl, especial, p. 147-159, 2009.

RESENDE JÚNIOR, A. J. et al. Uso estratégico de suplementação volumosa em sistemas de produção em pastagens. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DAS PASTAGENS: INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO, 25., 2009. Piracicaba. **Anais....** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.181.

RIEDL, S. et al. Impact of flavophospholipol and vancomycin on conjugational transfer of vancomycin resistance plasmids. **Antimicrobial Agents Chemotherapy,** Washington, v. 44, p. 3189-3192, 2000.

RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1 Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science,** Savoy, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

RUSSELL, J. B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal protein fermentation: new perspectives on previous contradictions. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Eds.). **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants.** San Diego: Academic Press, 1991. p. 681-697.

SANTOS, F. A. P.; COSTA, D. F. A.; GOULART, R. C. D. Suplementação de bovinos de corte em pastagens: conceito atuais e aplicações. In: SIMPÓSIO DE MANEJO

DAS PASTAGENS: PRODUÇÃO DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 24., 2007, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 273.

SANTOS, F. A. P.; DÓREA, J. R. R.; AGOSTINHO NETO, L. R. D. Uso estratégico de suplementação concentrada em sistemas de produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DAS PASTAGENS: INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, 2009. p.163.

SANTOS, M. E. R. et al. Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. **Acta Scientiarum Agronomy,** Maringá, v. 32, n. 2, p. 139-145, 2010.

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein in vitro. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 32, n. 2, p. 199-208, 1974.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.

SICILIANO-JONES, J.; DOWNER, J. Utility and safety of a slow-release nitrogen product: Optigen® 1200. In: NUTRITIONAL BIOTECHONOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 21., 2005, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2005. p. 241-248.

SIDDONS, R. C. et al. Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of N. **British Journal of Nutrition,** Cambridge, v. 54, n. 1, p.175-187, 1985.

SILVA, F. F. da et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade X níveis de suplementação X desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 38, supl. Especial, p. 371-389, 2009.

SILVA, D. R. G. et al. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 184-191, 2013.

SINCLAIR, L. A. et al. The partial replace of soybean meal and rapeseed meal with feed grade urea and slow-release urea and its effect on the performance, metabolism and digestibility in dairy cows. **Animal**, Cambridge, v. 6, n. 6, p. 920-927, 2012.

SOARES FILHO, C. V.; RODRIGUES, L. R. de A.; PERRI, S. H. V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região noroeste do estado de São Paulo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1377-1384, 2002.

SOUSA, B. M. de L. et al. Piata palisadegrass deferred in the fall: effects of initial height and nitrogen in the sward structure. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 41, n. 5, p. 1134-1139, 2012.

SOUZA, F. D. de **Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. (Embrapa Pecuária Sudeste, Documentos, 30).

TEDESCHI, L. O. et al. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 82, n. 4, p. 567-573, 2002.

TEIXEIRA NETO, J. F. T. et al. **Prováveis causas de morte do capim braquiarão (***Brachiaria brizantha* **cv. Marandu) na Amazônia oriental.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000, 20 p. (Embrapa Amazônia oriental, Documentos, 36).

VALADARES, R. F. D. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1270-1278, 1997.

VAN DER MERWE, B. J.; DUGMORE, T. J.; WALSH, K. P. The effect of Flavophospholipol (Flavomycin®) on milk production and milk urea nitrogen concentrations on grazing dairy cows. **South African Journal of Animal Science,** Hatfield, v. 31, n. 2, p.101-105, 2001.

VAN HEIJENOORT, J. Formation of the glycan chains in the synthesis of bacteria peptidoglycan. **Glycobiology**, Cary, v. 11, suppl. R, p. 25-36, 2001.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Influence of antibiotics and a deaminase inhibitor on volatile fatty acids and methane production from detergent washed hay and soluble starch by rumen microbes in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 37, p. 21-31, 1992.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** 2.ed. Ithaca: Comstock, 1994. 301p.

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

VIRK, A. S.; STEINGASS, H.; MENKE, K. H. Studies on in vitro degradation and in vivo digestion of a slow ammonia releasing urea product. **Archives of Animal Nutrition,** Oxfordshire, v. 39, p. 167-176, 1989.

WAITE, R.; WILSON, A. G. Biuret and urea in concentrates for milking cows. **Journal of Dairy Research,** Cambridge, v. 35, p. 203–212, 1968.

WANG, C. J.; WANG, S. P.; ZHOU, H. Influences of flavomycin, ropadiar, and saponin on nutrient digestibility, rumen fermentation, and methane emission from sheep. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 148, p. 157–166, 2009.

WILM, H. G.; COSTELLO, D. F.; KIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double-sample method. **Journal of American Society of Agronomy**, Madison, v. 36, n. 1, p. 194-203, 1944.

WEGNER, M. I. et al. Preliminary observations on chemical changes of rumen ingesta with and without urea. **Journal of Dairy Science,** Savoy, v. 24, p. 51-56, 1941.

ZINN, R. A.; GARCES, P. Supplementation of beef cattle raised on pasture: biological and economical considerations. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5., 2006, Viçosa, MG. **Anais…** Viçosa, MG: UFV; DZO, 2006. p.1-14.